

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS DE LARVAS DE *Rhynchophorus palmarum* L. (*Coleoptera Curculionidae*), A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE PUNTAJE QUÍMICO DE LAS PROTEÍNAS”.

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTOR: Josselyn Paulina Pico Poma

DIRECTOR: Dr. MV. David Sancho Aguilera

PUYO – PASTAZA - ECUADOR

2014

PRESENTACIÓN DEL TEMA

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS DE LARVAS de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae), A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE PUNTAJE QUÍMICO DE LAS PROTEÍNAS”.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Carrera

Presidenta del Tribunal

Dr. Matteo Radice

Ing. Sandra Soria

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi eterno agradecimiento:

Para quienes me apoyaron en todo momento, de manera especial a mis maestros y compañeros, con quienes compartí cada uno de mis triunfos y fracasos, a través de los años universitarios.

A mi director de tesis Dr. David Sancho, por motivarme a formar parte de su distinguido grupo de investigación, al haber depositado su confianza en mi persona para la ejecución del presente proyecto.

Y a la Universidad Estatal Amazónica, por ser el ente que me formo como profesional; además porque de sus aulas llevo los más "gratos recuerdos, que nunca olvidaré"

Gracias a todos ellos...

DEDICATORIA

Han transcurrido varios años de constante estudio y sacrificio para alcanzar la tan ansiada meta, que no hubiese sido posible sin el apoyo y motivación de personas especiales en mi vida; con especial amor y cariño:

A ti Diego, porque has sido siempre; mi inspiración para superarme, por tu paciencia y comprensión, por estar a mi lado apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida para no declinar, por tus valiosos consejos al guiarme en el camino del estudio y poder ver hoy realizado mi más grande sueño y anhelo, Gracias Amor.

A mis adorados abuelos y padres, quienes con amor y nobleza, depositaron en mí su apoyo y confianza, ustedes influyeron en mí la madurez para lograr todos los objetivos en la vida. Siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.

Para todos y cada uno de ustedes va dedicado este trabajo, fruto de sus sacrificios y esfuerzos.

Josselyn

RESPONSABILIDAD

Yo, Josselyn Paulina Pico Poma declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Estatal Amazónica puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Josselyn Paulina Pico Poma

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Sta. Josselyn Paulina Pico Poma, bajo mi supervisión.

Dr. Mv. David Sancho Aguilera

DIRECTOR DE TESIS

CONTENIDO

CAPÍTULO I	12
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.2 HIPÓTESIS.....	14
CAPÍTULO II.....	15
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. Clasificación Científica del <i>R. palmarum</i> :	15
2.1.1. Distribución Geográfica del <i>R. palmarum</i> :	15
2.1.2. Ciclo de Vida del <i>R. palmarum</i> :.....	16
2.1.3. Descripción morfológica de <i>R. palmarum</i>	16
2.2. La Entomofagia.....	18
2.3. Los insectos: una solución contra la hambruna.....	19
2.4. Importancia de los insectos en la alimentación.....	20
2.5. Composición química de los alimentos.....	22
2.5.1. Las proteínas y aminoácidos: funciones e importancia.....	22
2.5.2. Fuentes proteicas.....	27
2.5.3. Necesidades y recomendaciones proteicas.....	27
2.5.4. Efectos de un déficit de nutrientes en la dieta.....	29
2.5.5. Calidad proteica	30
2.5.6. Complementación Proteica	30

2.6.	Métodos para evaluar la calidad de las proteínas alimenticias.....	31
2.4.1	Índices Bioquímicos.....	31
2.4.2	Índices Biológicos.....	32
CAPÍTULO III.....		35
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1.	Localización y duración del experimento	35
3.2.	Condiciones meteorológicas	36
3.3.	Materiales y equipos	36
3.4.	Factor de estudio	37
3.5.	Análisis Estadístico.....	37
3.6.	Mediciones experimentales.....	37
3.7.	Manejo del experimento.....	39
3.7.1	Preparación de las muestras	39
3.7.2	Análisis de la fracción proteica.....	41
3.7.3	Cálculo de Puntaje Químico de las Proteínas	41
CAPÍTULO IV.....		43
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
a.	Composición Proximal de las Larvas de <i>R. palmarum</i>	43
b.	Perfil de aminoácidos de Larvas de <i>R. palmarum</i>	48
c.	Cómputo Químico Comparativo Perfil Patrón FAO – <i>R. palmarum</i>	50
5.	CONCLUSIONES	54
6.	RECOMENDACIONES.....	55

7.	RESÚMEN	56
8.	SUMMARY	57
9.	BIBLIOGRAFÍA	58
10.	ANEXOS	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Ciclo de biológico del insecto <i>R. palmarum</i>	16
Gráfico 2 Ubicación de la localidad de estudio	35
Gráfico 3 Diagrama de Flujo para la Obtención de la Fracción Proteica de Larvas de <i>R. palmarum</i>	42
Gráfico 4 Contenido de Materia Seca - Larvas de <i>R. palmarum</i>	44
Gráfico 5 Contenido Graso - Larvas <i>R. Palmarum</i>	45
Gráfico 6 Contenido Proteico - Larvas <i>R. palmarum</i>	46
Gráfico 7 Material Biológico – Larvas de <i>Rhynchophorus Palmarum</i>	80
Gráfico 8 Limpieza Larvas <i>R. Palmarum</i>	81
Gráfico 9 Análisis Humedad.....	81
Gráfico 10 Análisis Grasa	82
Gráfico 11 Análisis de Proteína	82
Gráfico 12 Análisis de Ceniza	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Científica del <i>R. palmarum</i>	15
Tabla 2 Valor Nutritivo de Diferentes Insectos	21
Tabla 3 Recomendaciones ingesta de proteínas para personas sanas	28
Tabla 4 Composición proximal - Larvas de <i>R. palmarum</i>	43
Tabla 5 Perfil Aminoacídico de las Larvas de <i>R. palmarum</i>	48
Tabla 6 Comparación entre Perfil de Aminoácidos Esenciales para Larvas de <i>R.palmarum</i>	49
Tabla 7 Puntaje Químico - Proteína de <i>R. palmarum</i> - Patrón ideal.....	50
Tabla 8 Puntaje Químico – Proteínas convencionales - Patrón ideal.....	51
Tabla 9 Computo Químico del Perfil Aminoacídico de <i>R.palmarum</i> - Patrón de Aminoácidos en (Pre-escolares).....	52
Tabla 10 Cómputo Químico del Perfil Aminoacídico de <i>R.palmarum</i> – Patrón de Aminoácidos en Adultos.....	52

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los insectos conforman el grupo animal más grande y diverso que existe en la tierra, se dice que por cada 10 animales 8 pertenecen a este grupo; a nivel mundial existen alrededor de un millón de especies descritas, (Arango, 2005).

Existen reportes sobre la inclusión de insectos en la dieta desde épocas milenarias, en algunas Culturas de Oriente y países de América Latina, en estas partes del mundo a este singular grupo de animales, se les ha dado una categoría relevante y son considerados como un recurso de alto valor biológico, hecho por el que se ha permitido inferir que los insectos contienen en su composición, una fuente significativa tanto de proteínas, grasas y vitaminas; que son importantes para el crecimiento y desarrollo sostenible del hombre, (Holt, 1997).

Ramos *et al.*, (1998) citan un gran número de especies destinadas para fin alimenticio, entre ellos figuran insectos comestibles como: los coleópteros con un total de 483 especies, himenópteros 351 especies, ortópteros 267 especies y los lepidópteros 253 especies, entre otros.

En Ecuador, especialmente entre los hábitos alimentarios de los pueblos indígenas de la Amazonía se ha evidenciado un alto índice de aceptación por los insectos del orden Coleoptera; entre ellos figuran las larvas de *Rhynchophorus palmarum*, mejor conocidos como chontacuros, que en Kichwa significa: gusanos de la chonta; por tradición ancestral se los ha considerado una exquisitez para el paladar y como tal representan un recurso muy significativo para la alimentación y nutrición de los pueblos amazónicos así lo destacan, (Barragán *et al.*, 2009).

Paoletti *et al.*, (2000) indican que el 60% de la proteína animal que consumen los pueblos indígenas de la Amazonía provienen directamente de insectos, en especial saltamontes y larvas de *R. palmarum*.

Sin embargo pese al consumo de este alimento por parte de las comunidades indígenas de la región y su reciente inclusión en la dieta alimenticia del pueblo mestizo, no se ha evaluado la calidad nutritiva de las proteínas del *R. palmarum*, bajo este argumento, el presente trabajo se realizó con el fin de obtener datos preliminares, en base a la calidad proteica de las larvas de *R. palmarum*, usando el método de computo químico de las proteínas para evaluar su calidad en relación a la proteína ideal definida por la FAO y así compararla con fuentes proteicas usadas convencionalmente dentro de la industria de alimentos.

Además este trabajo está enmarcado en la línea de investigación número 3, definida por la Universidad Estatal Amazónica, que comprende: producción de alimentos y sistemas agropecuarios, sub línea b que corresponde a: caracterización e identificación de nuevas especies con potencial para la alimentación animal y humana.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la calidad de las proteínas de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera Curculionidae), a través del cálculo de puntaje químico de las proteínas.

Objetivos Específicos

- Establecer la composición proximal de las larvas de *R. palmarum*.
- Determinar el perfil de aminoácidos esenciales de las larvas de *R. palmarum*
- Calcular el puntaje químico de la proteína, a través de la comparación del aminoácido limitante con la proteína ideal.

1.2 HIPÓTESIS

- La proteína de las larvas de *R. palmarum*, tiene un adecuado contenido de aminoácidos esenciales, que permite compararla con la proteína ideal.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El *Rhynchophorus palmarum*, es una especie de distribución neotropical. Su nombre científico: *Rhynchophorus palmarum* o mejor conocido como: Picudo negro, suri, chontacuro, mayón, casanga, gorgojo cigarrón, picudo de la palma de coco, picudo del cocotero, picudo negro de la palma, (Aldana de la Torre *et al*, 2011).

2.1. Clasificación Científica del *R. palmarum*:

Tabla 1 Clasificación Científica del *R. palmarum*

Clasificación Científica	
Reino:	<i>Animalia</i>
Clase:	<i>Insecta</i>
Orden:	<i>Coleoptera</i>
Familia:	<i>Curculionidae</i>
Género:	<i>Rhynchophorus</i>
Especie:	<i>R. palmarum</i> L.

Fuente: Taxonomía de *Rhynchophorus palmarum* Honduras Silvestre, (2014).
Disponible: (<http://hondurassilvestre.com>)

2.1.1. Distribución Geográfica del *R. palmarum*:

- **Norteamérica:** México
- **América Central y El Caribe:** Belice, Costa Rica, Cuba, Rep. Dominicana, El Salvador, Granada, Guatemala, Honduras, Puerto Rico, Trinidad y Tobago.
- **América del Sur:** Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela.

2.1.2. Ciclo de Vida del *R. palmarum*:

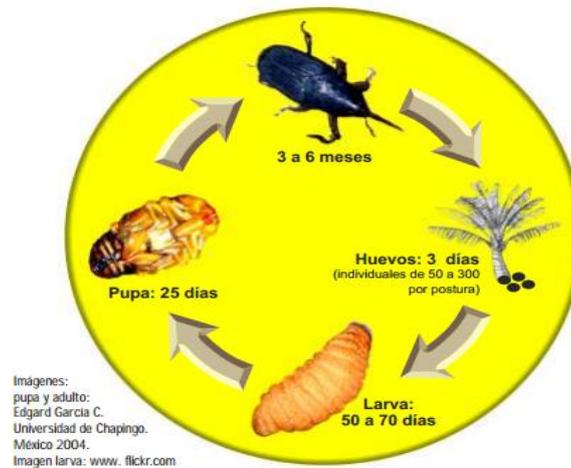


Gráfico 1 Ciclo de biológico del insecto *R. palmarum*

2.1.3. Descripción morfológica de *R. palmarum*

Aldana de la Torre *et al.*, (2011) expresan que el ciclo biológico del *R. palmarum* consta de 4 etapas.

- **Adulto**

Son picudos de color negro, con el cuerpo en forma de bote. Miden entre 4 y 5 cm de longitud aproximadamente y 1,4 cm de ancho. La cabeza es pequeña y redondeada con un característico y largo rostrum curvado ventralmente (pico). Presentan dimorfismo sexual; los machos tienen un notable penacho de pelos en la parte dorsal hacia el centro del rostrum o pico. Las hembras tienen el rostrum curvo y liso.

- **Huevos**

Son de color blanco crema, ovoides y de un tamaño promedio de 2,5 x 1 mm. Son colocados en posición vertical, a una profundidad de 1 a 2 mm y protegidos con un

tapón de una sustancia cerosa de color amarillo cremoso. Tienen un periodo de incubación de 2 a 4 días.

Una hembra puede ovopositar 12 huevos inmediatamente después de la primera cópula y hasta 63 huevos en un día.

- **Larvas**

Son ápodas, es decir que no tiene patas. Cuando emergen del huevo pueden medir 3,4 mm de longitud. El cuerpo es ligeramente curvado ventralmente. Su color es blanco cremoso. Las larvas pasan por nueve a diez instares que tienen una duración de 50 a 70 días. En sus últimos instares pueden alcanzar una longitud de 5 a 6 cm.

Durante este período es frecuente el encuentro entre larvas con el subsecuente canibalismo. En el último instar larval, que puede durar entre 4 y 17 días, toman una coloración amarillo más oscuro, y antes de empupar migran a la periferia del estúpito o bases peciolares para tejer un capullo con fibras vegetales, el cual tapa los extremos con los tejidos fibrosos.

- **Pupa**

Una vez formado el capullo que protege la pupa inicia la metamorfosis, es decir el cambio de estado de larva a pupa y de pupa a adulto dentro del capullo.

El capullo mide aproximadamente 7 a 9 cm de longitud y 3 a 4 cm de diámetro. La pupa es de color café. Cuando es perturbada hace movimientos ondulatorios continuos con el abdomen.

Los adultos tardan 25 a 45 días para emerger de la pupa, permanecen dentro del capullo entre 7 y 11 días antes de salir.

2.2. La Entomofagia

Los insectos conforman el grupo animal más grande y diverso que existe en la tierra, se dice que por cada 10 animales 8 pertenecen a este grupo; a nivel mundial existen alrededor de un millón de especies descritas, (Arango, 2005).

La facilidad de adaptación a cualquier tipo de ecosistema del planeta, es la clave fundamental para su diversidad y abundancia, esta especie cuenta con un alto rango de supervivencia entre el conjunto de los seres vivos, características únicas que han llevado al hombre a tomar la decisión de usarlos para su beneficio, (Montés, 2013).

De hecho los insectos directa o indirectamente otorgan a la humanidad múltiples beneficios, por ejemplo son la base fundamental para la obtención de productos como: la miel, cera, tintes naturales, etc., en medicina se usan con fines terapéuticos, son capaces de desarrollar vida pues son los vectores de polinización para las especies vegetales, (Miranda *et al.*, 2011).

Otro aspecto de importancia en la actualidad, es el uso de los insectos en la alimentación de los seres humanos, mejor conocido como Entomofagia, se conoce que esta actividad ha sido realizada histórica y frecuentemente por el hombre, así lo demuestran hallazgos arqueológicos; pues se han encontrado pruebas que los antepasados homínidos los consumían para complementar su nutrición, (Pijoan, 2001).

Textos como la Biblia y el Corán, mencionan el consumo de insectos, sumadas a estas referencias históricas, están las citas bibliográficas del filósofo Aristóteles, donde expone recetas alimenticias acerca del consumo de insectos en la fase de ninfas, (Arnaldos *et al.*, 2010).

Tanto en el pasado como en la actualidad en ciertos lugares del mundo, el consumo de insectos es común, pero también para muchos esta actividad continúa siendo repugnante y rara, (Sanchez *et al.*, 1997).

Vantomme (2010), en sus escritos señala que en países como en los de Africa, Asia y ciertas zonas de América Latina; los insectos constituyen una parte primordial para la seguridad alimentaria y medios de vida de estas personas.

La percepción que se mantiene en ciertos países occidentales, que el hombre recurre a la entomofagia por falta de recursos económicos y de fuentes de alimentos cárnicos, es totalmente errada pues cabe recalcar que para algunos gourmets a nivel mundial los insectos son un verdadero delicatessen, los compran a precios realmente altos, simplemente por el placer gastronómico que estos ofrecen, (Mayorga, 2013).

La FDA (Food and Drug Administration: Agencia de Alimentos y Medicamentos o Agencia de Drogas y Alimentos), afirma que aproximadamente el 80% de la población del mundo, mantiene una ingesta inadvertida de insectos; pues están en todas partes y es casi intangible el saber en qué momento éstos serán parte de los alimentos que consumimos usualmente, por ejemplo; puede haber hasta 20 huevos de moscas de la fruta en un vaso de jugo de tomate, 75 trozos de insectos en 55 ml de chocolate o 60 ácaros en una porción de brócoli, (Fleta, 2007).

2.3. Los insectos: una solución contra la hambruna

En las sociedades industrializadas modernas, es difícil establecer la idea que el hombre sea entomofágico, pues desde siempre se ha discutido temas sobre el peligro y daño que esta especie animal pueda ocasionar, razón misma por la que investigaciones científicas que resalten la importancia de los insectos, son escasas e inexistentes, (Rodríguez, 2014).

Sin embargo (Casas, 1975) en su informe sobre el problema de las proteínas alimenticias, cataloga el tema desnutrición como el conflicto más devastador que ha enfrentado la humanidad; por falta de fuentes alimenticias con valor proteico. En este apartado se describen estrategias que ha planteado e impulsado la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para contrarrestar la inseguridad alimentaria humana y animal; como el uso de fuentes

proteicas no convencionales, donde la entomofagia representa una alternativa viable, (Muller, 2013).

Ramos-Elorduy (1987), valida esta propuesta; en sus escritos manifiesta que en el futuro los insectos serán una reserva alimentaria muy importante, afirmación basada de acuerdo al valor nutricional de esta especie.

Por su parte (Sanchez *et al.* 1997), coinciden en esta aseveración, pues aseguran que sus proteínas son de alto valor biológico, y el balance de aminoácidos es excelente.

2.4. Importancia de los insectos en la alimentación

La entomofagia alrededor del mundo se practica de manera habitual u ocasional, la población que consume insectos puede hacerlo en sus diferentes estadios de desarrollo: huevos, larvas, pupas o ninfas e incluso en su estado adulto, (Costa-Neto y Ramos-Elorduy, 2006).

De acuerdo a investigaciones científicas realizadas sobre insectos comestibles, se citan un gran número de especies destinadas para fin alimenticio, entre ellas figuran los coleópteros con un total de 483 especies, himenópteros 351 especies, ortópteros 267 especies y los lepidópteros 253 especies, (Ramos *et al.*, 1998).

Cerda *et al.* (1999), sostienen que de todas las especies de insectos, las larvas de *R. palmarum*, para los pueblos nativos de América representan una fuente importante de nutrientes, especialmente de proteínas y un porcentaje significativo de complementos como minerales y vitaminas (A y E) como corresponden.

Sin embargo (Tello y Moreno, 2002), aseguran que la composición nutritiva de los insectos comestibles por regla general varía un poco, sobre todo en función del régimen alimenticio del animal, aún si se tiene en cuenta que la muestra de estudio, sean de la misma Especie, Género, Familia y Orden.

Tabla 2 Valor Nutritivo de Diferentes Insectos

Insecto (Orden)	Proteínas	Grasas	Sales minerales	Fibra cruda	Extracto libre de nitrógeno
Libélulas (Odonata)	56,22	22,93	4,20	16,61	0,02
Langostas, saltamontes (Orthoptera)	77,63	4,20	2,40	12,13	4,01
Chinches (Hemiptera)	62,8	9,67	8,34	10,46	8,70
Mariposas (Lepidoptera)	58,82	6,80	6,09	26,22	1,98
Moscas (Diptera)	35,81	5,80	31,12	22,00	5,18
Escarabajos (Coleoptera)	31,21	34,30	1,72	32,72	0,05
Hormigas, abejas, avispas (Hymenoptera)	60,60	10,61	5,36	10,18	13,14

Fuente: Valor Nutritivo de los Insectos Comestibles (Tello y Moreno, 2002)

En la tabla 2, se puede apreciar las variaciones en la composición nutritiva de los insectos, por ejemplo cabe señalar que en las langostas y los saltamontes, más del 70 % del su peso lo constituyen las proteínas; de igual forma se destaca el alto contenido de grasa de las orugas de los escarabajos, así como en todas las larvas de cualquier especie de insectos. Las hormigas mieleras en su composición tienen escasa cantidad de proteínas, pero es relevante su contenido en hidratos de carbono.

En Ecuador este tipo de insectos constituyen un recurso muy valioso para los pueblos indígenas especialmente en la Región Amazónica, donde por tradición ancestral se los ha considerado una exquisitez para el paladar. (Barragán y Carpio, 2006).

Paoletti *et al.*, (2000), indican que el 60% de la proteína animal que consumen los pueblos indígenas de la Amazonía provienen directamente de insectos, en especial saltamontes y larvas de *R. palmarum*.

En la amazonía ecuatoriana, a estas larvas de *R. palmarum*, se les conoce como chontacuros, que en idioma Kichwa significa gusano de la chonta, estos se desarrollan en el tronco (estípite) caído de estas palmeras. Los pueblos de esta región, consumen en gran cantidad las larvas de *R. palmarum* procedentes de la palmera *Bactris gasipaes*, que en esta zona es la planta hospedera de mayor importancia para encontrar este insecto. Las personas recogen los gusanos de los troncos caídos de la chonta y los consumen directamente o los llevan a sus casas para comerlos asados. (Sarabia, 2012).

En la provincia de Pastaza, las larvas de *R. palmarum* se distribuyen en los mercados locales y en los diferentes centros turísticos, estos se ofertan al cliente en distintas formas: vivos, cocinados y asados. Como fuente de proteína, la larva de *R. palmarum*, en la amazonía ecuatoriana es un producto muy importante; su demanda es fuerte y además, es un alimento muy apreciado por su exquisito sabor, (Sancho *et al.*, 2013).

2.5. Composición química de los alimentos

Los alimentos que generalmente consumen los seres humanos, están compuestos principalmente por seis elementos básicos: cinco pertenecen a los grupos de nutrientes y el sexto es el agua. Estos nutrientes tienen funciones específicas en el metabolismo humano, por lo que su consumo debe ser adecuado tanto en calidad como en cantidad, (MSDSalud, 2013).

Los carbohidratos (hidratos de carbono) y lípidos, conforman la base principal de energía. Las proteínas, vitaminas, minerales y los oligoelementos, son esenciales en la etapa de crecimiento y desarrollo de los tejidos. Así mismo el agua junto con las proteínas y vitaminas son necesarios para el metabolismo celular y del organismo, (Biesalski y Grimm, 2007).

2.5.1. Las proteínas y aminoácidos: funciones e importancia

En bioquímica las proteínas o prótidos son compuestos orgánicos cuya característica diferencial del resto de macronutrientes es ser elementos nitrogenados, constituyen esencialmente la membrana y el protoplasma de las células animales y las células vegetales, juegan un rol fundamental en su estructura y sus funciones, (Vázquez *et al.*, 2005).

Las proteínas son macromoléculas, constituidas básicamente por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N); aunque pueden contener también azufre (S) y fósforo (P) y, en menor proporción, hierro (Fe), cobre (Cu), etc., (Alvarez, 2012).

En su conjunto son los componentes primarios de todo ser vivo, su estructura es relativamente sencilla, pues son largas cadenas de aminoácidos unidos entre sí, por enlaces peptídicos, (Delgado *et al.*, 2007).

Gutierrez (2000), en sus escritos dice que las proteínas son elementos indispensables y su consumo es fundamental en la dieta del ser humano, pues señala que las tres funciones primordiales de la materia viva: nutrición, crecimiento y reproducción; están directamente relacionadas con el material proteico y con las estructuras que las conforman es decir los péptidos y aminoácidos.

Vázquez *et al.* (2005), señalan que el papel principal que cumplen las proteínas en el organismo, son de carácter estructural y funcional, por ejemplo estas cumplen con funciones como:

- **Función plástica:** Las proteínas representan un 80%, del peso seco de las células.
- **Regulación genética:** Las características hereditarias, dependen directamente de las proteínas que se encuentran en el núcleo celular.
- **Función inmune:** Los anticuerpos que intervienen en los fenómenos inmunitarios son proteínas. Las inmunoglobulinas conforman la primera barrera que actúan para protección y defensa del organismo cuando se encuentre en presencia de algún tipo de infección.
- **Función reguladora o catalítica:** en esta función intervienen ciertas enzimas, hormonas, fluidos y secreciones corporales, que son responsables de controlar muchos aspectos de la función celular desde el metabolismo hasta la reproducción.
- **Homeostasis:** Mantienen el equilibrio osmótico entre fluidos.

Es así que las proteínas que están presentes en la dieta se utilizan para sintetizar otros tejidos proteicos y a realizar funciones metabólicas específicas, (en situación de anabolismo), y su importancia en la dieta, radica en su capacidad de aportar

aminoácidos para atender al mantenimiento de la proteína corporal y al incremento de esta durante el crecimiento del individuo, (Martínez y Martínez, 2006).

Los aminoácidos, son compuestos orgánicos que se combinan para formar proteínas, se caracterizan por poseer un grupo carboxilo (-COOH) y un grupo amino (-NH₂), (Fuentes *et al.*, 1998).

Tanto proteínas y aminoácidos, son los pilares esenciales de la vida. Los aminoácidos que componen una proteína, son aquellos que el organismo sintetiza, desdobra y utiliza para realizar varias funciones. Cada proteína puede contener en su estructura hasta 20 aminoácidos diferentes, (Ege, 2000).

El organismo utiliza los aminoácidos para originar proteínas con el fin de ayudar al cuerpo a: desdoblar los alimentos, crecer y desarrollarse; reparar tejidos corporales y llevar a cabo las funciones corporales de catabolismo y anabolismo, por otra parte estos pueden ser considerados como fuente de energía por parte del cuerpo, (Pérez y Zamora, 2002).

Según Gil Hernandez, (2010b) los aminoácidos se clasifican en tres grupos:

- **Aminoácidos Esenciales:**

Los aminoácidos esenciales son aquellos que el cuerpo no los puede producir. En consecuencia, deben provenir de los alimentos. Los nueve aminoácidos esenciales son: histidina, leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

- **Aminoácidos No Esenciales:**

Al hablar de aminoácidos no esenciales; significa que nuestro cuerpo los produce, aun cuando no lo obtengamos de los alimentos que consumimos.

Estos aminoácidos abarcan: alanina, asparragina, ácido aspártico y ácido glutámico.

- **Aminoácidos condicionales:**

Los aminoácidos condicionales por lo regular no son esenciales, excepto en momentos de enfermedad y estrés. Los aminoácidos condicionales son: arginina, cisteína, glutamina, tirosina, glicina, ornitina, prolina y serina.

En los escritos de (Mataix, 2013), se describen algunas funciones de los aminoácidos esenciales:

- **Leucina**

Dentro de la dieta del ser humano juega un papel fundamental, por ejemplo en la etapa de crecimiento (niños), previene el enanismo al estimular la hormona de crecimiento (somatotropina – HGH), que es necesaria para una correcta salud mental. Un déficit de leucina en la dieta, puede desembocar en pérdidas musculares, bajos niveles de energía, debilidad muscular e irregularidades del azúcar sanguíneo como la hipoglucemia).

Alimentos ricos en leucina son: Fréjol - *Phaseolus vulgaris*, Lentejas - *Lens culinaris*, Garbanzos - *Cicer arietinum*.

- **Aminoácidos azufrados**

Los aminoácidos azufrados sirven para la formación de proteínas y para no tener carencias o fragilidad muscular y ósea.

Alimentos ricos en Metionina son: Espinacas – *Spinacia oleracea*, Nabo - *Brassica rapa*, Brócoli - *Brassica oleracea var. italica* y Calabazas - *Cucurbita maxima*.
Cisteína: Avena - *Avena sativa*, Pimiento Rojo - *Capsicum annuum*, Col de Bruselas - *Brassica oleracea var. gemmifera*, Brócoli - *Brassica oleracea var. italica* y Cebolla - *Allium cepa*.

- **Isoleucina**

Éste aminoácido es necesario para la formación de hemoglobina, estabiliza y regula el nivel de azúcar en la sangre y los niveles de energía. Es muy valioso para la reparación de tejido muscular, piel y huesos.

Alimentos ricos en isoleucina son: Semillas de girasol - *Helianthus annuus*, Ajonjolí - *Sesamum indicum*, Maní - *Arachis hypogaea*, Semillas de Calabaza - *Cucurbita maxima*.

- **Lisina**

Es un aminoácido necesario para un correcto crecimiento, con especial atención en edades tempranas es esencial para la correcta absorción de calcio y en la estimulación de la hormona de crecimiento. En la etapa adulta para mantener el nivel adecuado de nitrógeno y evitar descalcificación ósea.

Alimentos ricos en lisina son: Maní - *Arachis hypogaea*, Semillas de girasol - *Helianthus annuus* y Arvejas - *Pisum sativum*.

- **Treonina**

El aporte de treonina en la dieta es de suma importancia pues ayuda a mantener la cantidad adecuada de proteínas en el cuerpo.

Alimentos ricos en Treonina son: Almendras - *Prunus dulcis*, Maní - *Arachis hypogaea* y Ajonjolí - *Sesamum indicum*.

- **Valina**

Es indispensable para la formación de tejidos y su cicatrización.

- **Histidina**

La Histidina es netamente esencial en la infancia pues conjuntamente con la hormona del crecimiento, promueve en correcto desarrollo del cuerpo hasta llegar a la edad adulta.

- **Aminoácidos Aromáticos**

De acuerdo a la literatura consultada los aminoácidos aromáticos son necesarios en todas las etapas de vida del ser humano, pero en la infancia son fundamentales pues estos promueven y estimulan la producción de noradrenalina, es decir ayudan a la memoria y por ende al aprendizaje. Su déficit o mala metabolización, puede provocar la enfermedad conocida como fenilcetonuria que provoca daños cerebrales y retraso mental, (Alvarez, 2003).

2.5.2. Fuentes proteicas

Garcia (1983), afirma que el cuerpo humano obtiene sus requerimientos y necesidades de proteínas, de todos los alimentos que conforman la dieta diaria ya sean de origen animal como los de origen vegetal.

Por su parte (Mataix, 2013), clasifica algunas fuentes alimenticias que son consideradas de alto valor proteico entre ellas las proteínas de **origen animal** como carnes de res, pescado, mariscos, aves; huevos, leche humana, leche de vaca, leche de cabra, derivados de la leche como el queso etc., y las de **origen vegetal** como los cereales, las leguminosas, nueces y mezclas vegetales.

2.5.3. Necesidades y recomendaciones proteicas

Los requerimientos proteicos son la expresión numérica de la cantidad que un individuo dado, en un momento y condiciones específicas, necesita para mantener la salud y un estado nutricional óptimo, (Villegas y Zamora, 1991).

La ingesta diaria de proteínas para individuos sanos depende de la edad, el sexo, la talla y el ejercicio físico realizado. Para conocer los requerimientos de proteínas, se estudia el balance de nitrógeno, por ejemplo se conoce que si un adulto sano que haya alcanzado su madurez estabilizada y si tiene una ingesta deficitaria en porcentaje proteico, presentará un balance de nitrógeno negativo ya que la ingesta es inferior a las pérdidas que tendrá. Razón por la que es difícil conocer las necesidades del organismo. (Marín Rodríguez, 1978).

La cantidad de proteína recomendada para cada grupo de edad se expresa en gramos por Kg de peso, ha sido llamada dosis inocua de ingestión de proteínas, (León-Sanz, 2006).

Tabla 3 Recomendaciones ingesta de proteínas para personas sanas

Grupo de Edad	RDA/IA* (g/día)	Proteínas g/kg/día	RADM(%)
Lactantes			
0 - 6 meses	9,1*	1,5	Desconocido
7 - 12 meses	11	1,5	Desconocido
Niños			
1 - 3 años	13	1,1	5 - 20
4 - 6 años	19	0,95	10 - 30
Varones			
9 - 13 años	34	0,95	10 - 30
14 - 18 años	52	0,85	10 - 30
19 - 30 años	56	0,8	10 - 35
31 - 50 años	56	0,8	10 - 35
50 - 70 años	56	0,8	10 - 35
> 70 años	56	0,8	10 - 35
Mujeres			
9 - 13 años	34	0,95	10 - 30
14 - 18 años	46	0,85	10 - 30
19 - 30 años	46	0,8	10 - 35
31 - 50 años	46	0,8	10 - 35
50 - 70 años	46	0,8	10 - 35
> 70 años	46	0,8	10 - 35
Embarazo			
< 18 años	71	1,1	10 - 35
19 - 30 años	71	1,1	10 - 35
31 - 50 años	71	1,1	10 - 35
Lactancia			
< 18 años	71	1,1	10 - 35
19 - 30 años	71	1,1	10 - 35
31 - 50 años	71	1,1	10 - 35

*RDA: raciones dietéticas aconsejadas. IA: ingesta adecuada. RADM: rango aceptable de distribución de macronutrientes.

Fuente: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids (2002/2005), accessible en www.nap.edu, (León Sanz, 2006).

La alimentación es la base sobre la que se sustenta la buena salud de los individuos. Conocer que son los nutrientes, las calorías que aportan a nuestro organismo y las consecuencias derivadas de un consumo excesivo de alguno de ellos ayuda a realizar una ingesta correcta de los alimentos.

Es así que dentro de la dieta todos los nutrientes deben presentar un balance equilibrado para construir y mantener una función corporal saludable y evitar cualquier desbalance de nutrientes ya sea por exceso o deficiencia, (López-Luzardo, 2009).

2.5.4. Efectos de un déficit de nutrientes en la dieta

La desnutrición proteico-energética es uno de los problemas nutricionales más importante en los niños de países en desarrollo. Este problema se encuentra también en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, se presenta en los niños que consumen una cantidad insuficiente de alimentos para satisfacer sus necesidades de energía y nutrientes, (FAO, 2000).

Una alimentación deficiente en calorías y proteínas, da lugar a lo que se denomina malnutrición calórico-proteica. Este tipo de malnutrición debilita el sistema inmunológico y por tanto hace que el individuo sea más propenso a contraer todo tipo de infecciones y enfermedades, (Mora, 2002).

El **marasmo** es la respuesta fisiológica a la desnutrición crónica. El individuo está emaciado, con una reserva adiposa excesivamente baja. En niños se detiene el crecimiento, y el peso y la talla son bajos, con una relación peso/talla normal o ligeramente inferior a lo normal. La inmunidad se ve muy afectada y hay tendencia a las infecciones, (Devlin, 2000).

El **Kwashiorkor**, resulta de una ingesta inadecuada de proteínas. Es una deficiencia proteico-energética que ocurre solamente en niños de corta edad, esta condición es más común en países donde hay escasez y hambre. Los primeros síntomas son fatiga, irritabilidad y letargo. A medida que la privación de proteínas continúa, se comienza a observar insuficiencia de crecimiento, pérdida de masa muscular, inflamación

generalizada e inmunidad disminuida. También es común observar una barriga grande y protuberante, (Philip Rice, 1997).

2.5.5. Calidad proteica

Tan importante como la cantidad de proteínas que el ser humano ingiere en su dieta es la calidad de las mismas, valor que se determina por el nivel en que dicha proteína es capaz de satisfacer las necesidades de nitrógeno y aminoácidos esenciales del individuo que las consume, (Perez, 2011).

En otras palabras la calidad proteica se refiere a la medida en que los aminoácidos de la dieta pueden utilizarse para la síntesis proteica, (Mughan, 2005).

Las proteínas varían según su origen animal o vegetal, su composición de aminoácidos esenciales y su digestibilidad. Proteínas de alta calidad son aquellas que son fácilmente digeribles y contienen los aminoácidos indispensables presentes en la dieta en cantidades que corresponden a las necesidades humanas, (FAO, 2013).

2.5.6. Complementación Proteica

Perez, (2011) indica que conociendo el valor biológico de las diferentes proteínas de los alimentos, se pueden combinar para obtener una mezcla de alimentos con aminoácidos esenciales, y por tanto mejorar el valor biológico que tienen por sí solos.

En general, las carnes, pescados y legumbres son deficitarias en el aminoácido metionina, que es un aminoácido esencial. Los vegetales y cereales sin embargo, son deficitarios en lisina.

La combinación de estos alimentos mejora su valor biológico individual, consiguiéndose una dieta de muy alto valor biológico. Un ejemplo típico es la complementación de lentejas con arroz. Las lentejas, deficitarias en metionina, aportan la lisina escasa en el arroz, mientras que este aporta la metionina de que carecen las lentejas.

Aunque la dieta sea rica en proteínas si es deficitaria en un aminoácido, especialmente esencial, la síntesis proteica se detiene. La complementación proteica es muy importante a la hora de planificar una dieta balanceada. Sin embargo, recientes estudios sobre dietas vegetarianas, muestran que no es necesaria la complementación de cereales y vegetales en el mismo plato o comida cuando se trata de dietas bien planificadas.

2.6. Métodos para evaluar la calidad de las proteínas alimenticias.

La composición aminoacídica esencial en las proteínas va a determinar su valor nutritivo. La determinación de este valor nutritivo o calidad de la proteína es útil para conocer las necesidades de Nitrógeno y Aminoácidos, que requiere el consumidor, (Hernandez y Sastre, 1999).

Dentro de la evaluación de la calidad de las proteínas existen una serie de variables que estiman y la determinan. Entre estos existen: los índices bioquímicos y biológicos de las proteínas.

2.4.1 Índices Bioquímicos

- **Aminograma**

La obtención del aminograma, se realiza mediante cromatografía de intercambio iónico tras una hidrólisis previa, para todos los aminoácidos con excepción del triptófano que requiere una hidrólisis básica, y los aminoácidos azufrados (metionina + cistina) que necesitan una oxidación total previa a la hidrólisis. En este proceso los aminoácidos van separándose al ser sometidos a gradientes de pH y temperatura, en

función del punto isoelectrico y su peso molecular. Esta técnica de análisis es de gran interés pues provee información tanto cuantitativa como cualitativa. Por otro lado su importancia radica en que este análisis es un paso previo y obligado para el cálculo de diversos índices químicos de la calidad nutritiva de las proteínas, (Gil Hernandez, 2010a).

- **Cómputo Aminoacídico**

-

Velasquez (2006), indica que se denomina computo aminoacídico a la relación del aminoácido limitante que se encuentra en menos proporción en la proteína de un alimento o alimentos, respecto al mismo aminoácido de una proteína de referencia para cada grupo de edad. Para la determinación del cómputo aminoacídico de la mayoría de los alimentos y de las dietas a analizar, se recomienda emplear siempre los valores de referencia de los aminoácidos, como lisina, triptófano, treonina y de los azufrados metionina y cistina, que usualmente son los aminoácidos que con frecuencia se hallan limitados en los alimentos comunes.

El cómputo aminoacídico se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Cómputo aminoacídico} = \frac{\text{mg del aa indispensable en 1 g de la proteína del alimento para analizar}}{\text{mg del aa indispensable en 1 g de N de la proteína de referencia}} \times 100; \text{ cuyo valor}$$

se puede expresar en fracción o en porcentaje.

- **Lisina disponible.**

La lisina tiende a formar enlaces con otros grupos químicos, lo que impide su adecuada digestión, por lo que se debe valorar qué cantidad de ella es aprovechable, (Vasquez y Garcia, 2005).

2.4.2 Índices Biológicos

- **Coficiente de Eficacia en Crecimiento (CEC) (PER)**

Esta técnica se basa en el aumento de peso que tiene un sujeto de prueba, dividido para la cantidad de ingesta de un alimento proteico durante el período de prueba,

$$(Caravaca et al., 2003). CEC = \frac{\text{Peso (gr)}}{\text{Ingesta de proteina (gr)}}$$

- **Coefficiente de Digestibilidad.**

Para el cálculo del coeficiente de digestibilidad; se relaciona el nitrógeno ingerido, con el perdido en las heces. La digestibilidad de la proteína corresponde a la proporción del nitrógeno ingerido que se absorbe. El organismo generalmente excreta entre el 10 y 25 % del total del nitrógeno ingerido, tan solo una parte de éste proviene directamente del nitrógeno de la dieta que no se absorbió; la otra parte resulta de la proteína, de otras secreciones del tracto gastrointestinal durante el proceso de digestión y de la bacteria fecal. Dicho valor se puede establecer en fracción o en porcentaje, (Velasquez, 2006).

Para calcular la digestibilidad de una proteína se utiliza la siguiente fórmula:

Digestibilidad aparente

$$CDa = \frac{NI - NF}{NI} \times 100$$

NI = Nitrógeno Ingerido NF= Nitrógeno Fecal.

Digestibilidad verdadera

$$CDv = \frac{NI - (NF - NFe)}{NI} \times 100$$

NI = Nitrógeno Ingerido NF= Nitrógeno Fecal NFe= Nitrogeno Fecal de Origen Endógeno.

- **Valor Biológico (VB).**

Se utilizan técnicas de balance nitrogenado para determinar la fracción o el porcentaje de nitrógeno retenido respecto al absorbido por el organismo. Aporta información sobre la utilización metabólica de los aminoácidos.

Se determina por la fórmula:

$$VB = \frac{N \text{ retenido (NR)}}{N \text{ absorbido (NA)}} \times 100$$

El valor biológico de una proteína es alto cuando contiene aminoácidos esenciales en cantidad y calidad adecuada, (Vázquez *et al.*, 2005).

- **Utilización Neta de la Proteína (NPU)**

Multiplicando el valor biológico (VB) por su digestibilidad verdadera, podemos determinar la utilización proteica neta (NPU).

Tiene en cuenta las pérdidas de nitrógeno durante la digestión y es la proporción de nitrógeno ingerido, que es retenido por el organismo.

Corrige el valor biológico con respecto a las pérdidas digestivas. Expresa el grado en que la proteína ingerida se incorpora a la economía humana, teniendo en cuenta las pérdidas en la digestión. Determina el nitrógeno proteico utilizado realmente por el organismo. El máximo valor es 100%; máximo valor biológico y máxima digestibilidad, (Soriano del Castillo, 2011).

$$NPU = \frac{NI - (NF - NFe) - (U - Ue)}{NI} \times 100$$

Entonces cuando se analiza la calidad de la proteína de una dieta, se debe, por lo tanto asegurar de que ésta aporte suficiente cantidad de proteína, con una adecuada digestibilidad y un buen valor biológico.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

Para el cumplimiento de los objetivos y la aceptación o rechazo de la hipótesis, la presente investigación, se realizó en los laboratorios de Biología, Química y Bromatología; de la Universidad Estatal Amazónica, ubicados en la provincia y cantón Pastaza, en el km 2 ½ vía Napo, ver gráfico 2. El proceso experimental tuvo una duración de 120 días.

La adquisición del material biológico con el que se trabajó, se obtuvo en los mercados de la localidad en la ciudad de Puyo; mientras que los análisis para la caracterización de la fracción proteica de *R. palmarum*, se realizaron en los laboratorios del INIAP- Estación Santa Catalina en la ciudad de Quito.

Gráfico 2 Ubicación de la localidad de estudio



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pastaza - GADPPz

3.2. Condiciones meteorológicas

La provincia de Pastaza está constituida por 4 cantones. Entre ellos está el cantón Pastaza, donde se realizó la presente investigación. Dicho cantón limita al norte con los cantones de Santa Clara, Arajuno y Mera; al sur con el Perú y la provincia de Morona Santiago; al este con el Perú y al oeste con la provincia de Morona Santiago. Sus coordenadas geográficas latitud de 0° 59' -1" S y a una longitud de 77° 49' 0" W. Se encuentra a una altura de 950 m.s.n.m., con un clima cálido húmedo, la temperatura varía entre los 18° y 33° C.

3.3. Materiales y equipos

En la ejecución de la presente investigación se usaron los siguientes materiales y equipos:

Material Biológico

- Larvas de *R. palmarum* 500 unidades

Material de Laboratorio

- Instrumental y cristalería de laboratorio

Equipos

- Estufa – Determinación de % de humedad
- Mufla – Determinación de - Determinación de % de ceniza
- Equipo extractor Soxhlet – Determinación de % de grasa
- Equipo Kjeldahl – Determinación de % de proteína
- Cámara de refrigeración
- Molino
- Balanza analítica
- Parrillas de calentamiento

3.4. Factor de estudio

El factor de estudio fue la determinación del contenido de los aminoácidos esenciales presentes en la proteína de las larvas de *R. palmarum*, para la evaluación de su calidad biológica.

3.5. Análisis Estadístico

El presente trabajo investigativo no usa diseño experimental, por lo que se evaluó parámetros de estadística descriptiva y evaluativa concerniente a la calidad de la proteínas de larvas de *R. palmarum*, mediante del cálculo de puntaje químico de las proteínas.

Para esto se contó con los siguientes parámetros:

La **unidad experimental**, estuvo conformada por un total de 50 larvas de *R. palmarum*, por cada ensayo.

Para obtener el **número de unidades experimentales**, se elaboró 10 ensayos, con los que se trabajó de forma independiente.

El **número de observaciones**, 1 por cada ensayo.

A los datos obtenidos de cada uno los análisis realizados a la unidad experimental, se aplicaran estadígrafos descriptivos, utilizando el software STARGRAPHIC centurión 15.2.06.

3.6. Mediciones experimentales

En muestras obtenidas de la extracción y libres de contenido graso, se realizaron los análisis proximales correspondientes a:

Materia seca (%), Proteína bruta (%), Grasa (%), Ceniza (%), Perfil de Aminoácidos (%).

Las técnicas analíticas utilizadas (Anexo 1), para la determinación proximal de las larvas fueron:

- Humedad mediante la modificación descrita por método de la A.O.A.C. 950.46-1991
- Proteína cruda, norma INEN 465
- Grasa, método de la A.O.A.C. 991.36
- Cenizas, norma INEN 467

Como es rutinario a nivel de laboratorio todas las muestras se trabajaron por duplicado, reportándose el valor promedio como resultado.

Para obtener el perfil de aminoácidos se utilizó una muestra compuesta, según los métodos de análisis de la Universidad de Florida, Instituto de Ciencias Agrícolas y en Alimentos, análisis que se realizaron en laboratorios acreditados del INIAP, Estación Santa Catalina (Quito – Ecuador), con el fin de comparar los resultados obtenidos en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica y de esta forma validar la presente investigación.

3.7. Manejo del experimento

Se realizó el análisis proximal de las larvas de *R. palmarum*, además del análisis de su contenido aminoacídico.

3.7.1 Preparación de las muestras

- **Obtención Material Biológico**

La presente investigación se realizó, con larvas adultas de *R. palmarum*, con un total de 500 unidades de larvas, adquiridas en los mercados de la ciudad de Puyo, en la Provincia de Pastaza.

Estas larvas fueron llevadas al laboratorio en envases con suficiente oxigenación y con fibra de la palmera de Chonta (*Bactris gasipaes*) como alimento de las larvas.

- **Limpieza**

En el laboratorio las larvas de *R. palmarum*, fueron sometidas al proceso de limpieza de material extraño, proceso que se realizó manualmente con la inmersión de las larvas en agua destilada, para evitar contaminar la muestra.

- **Letargo e Inmolación de las Larvas**

Proceso en el que se provocó el letargo y posterior muerte de las larvas, mediante su exposición al frío a (4°C/4h), en la cámara de refrigeración.

- **Cuantificación / Pesado**

Una vez muertas la larvas de *R. palmarum*, se procedió a cuantificar el número de larvas que se necesitaban para cada unidad experimental, y se efectuó el pesado correspondiente. Posteriormente se llevaron a la cámara de deshidratación (estufa).

- **Deshidratación**

Cada unidad experimental contó con un total de 50 larvas, que fueron deshidratadas en una estufa a temperatura constante (55°C), por siete días, tiempo en el que se registraron y calcularon los datos obtenidos a cerca del porcentaje de humedad que contenían las larvas. Según Sancho et al., (2013), en este proceso se debe realizar una modificación a la norma A.O.A.C. 950.46-1991, con una temperatura de deshidratado ajustada de 55 °C, debido a que en ensayos preliminares se detectó que temperaturas superiores provocaban la salida espontánea de la grasa de las larvas, y a su vez la muestra se quemaba.

- **Trituración**

Posterior a la deshidratación, las larvas fueron trituradas, proceso que se realizó con la ayuda de un mortero, el material biológico se trituró hasta obtener partículas pequeñas de aspecto, para que se facilite el trabajo en el proceso de extracción de grasa.

- **Extracción de Grasa**

El material resultante de la trituración, se utilizó para la determinación de grasa, este material se colocó en un extractor Soxhlet durante 2 horas, utilizando éter de petróleo como solvente, de este proceso se obtuvo el aceite de las larvas de *R. palmarum*, y además la fracción proteica que sirvió para los análisis del perfil aminoacídico que fue el producto fundamental para el desarrollo de esta investigación.

- **Envasado**

Una vez obtenido el aceite de las larvas de *R. palmarum*, se procedió a la determinación del porcentaje de grasa obtenido, material que se trasvasó en tubos de ensayo y se almacenó en refrigeración para su posterior utilización.

- **Molienda**

Del desengrasado de las muestras los productos resultantes fueron: aceite (% de grasa) y la fracción proteica (% de proteína bruta), material que se sometió a un proceso de molienda, con el fin de tener una muestra con partículas más pequeñas y homogéneas que sirvieran para los análisis posteriores.

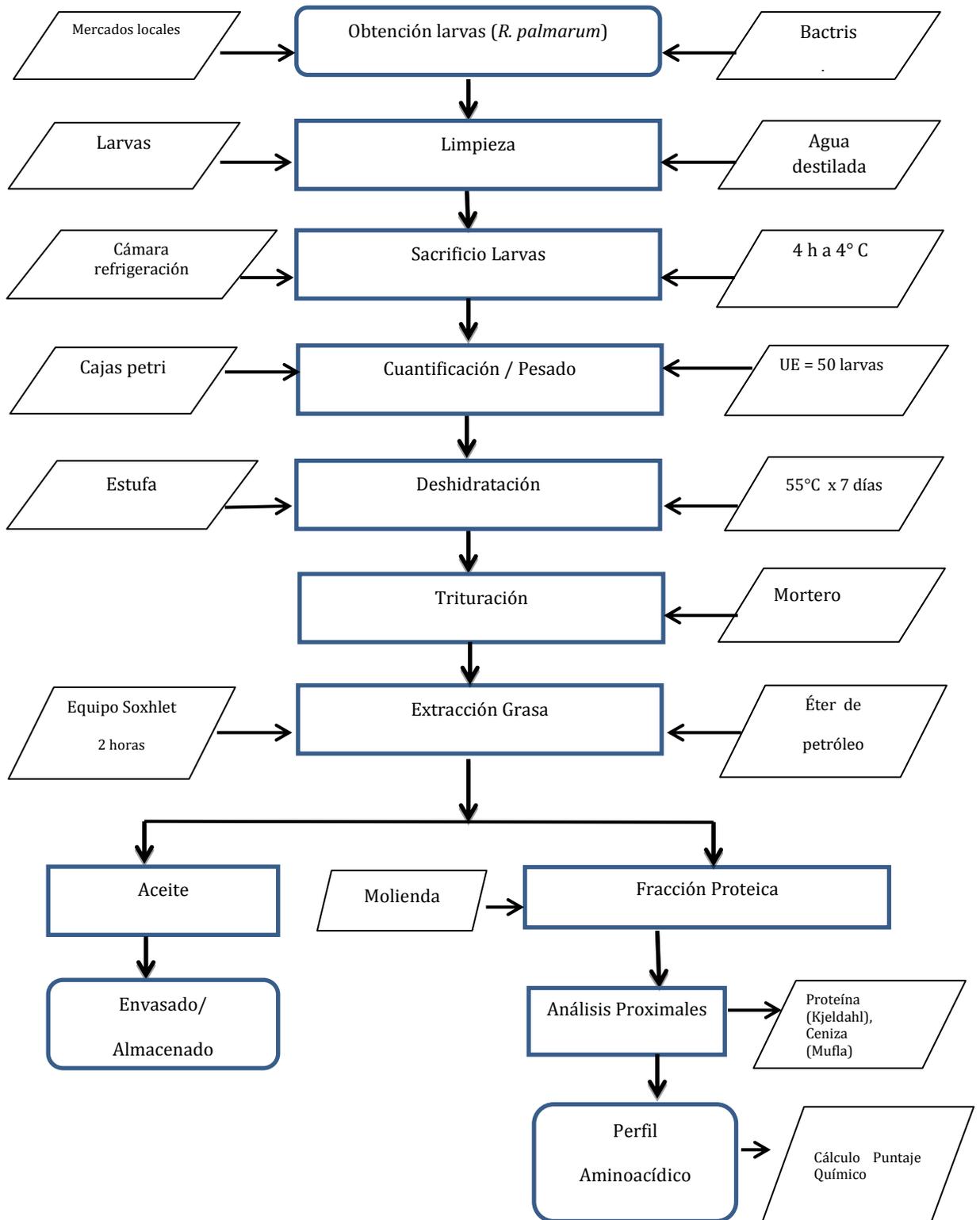
3.7.2 Análisis de la fracción proteica

Una vez determinado el contenido proximal de las larvas de *R. palmarum*, se realizó una muestra compuesta de forma independiente, con el material biológico de los 10 ensayos, para realizar el análisis correspondiente al perfil aminoacídico; que se realizó en el Laboratorio del INIAP – Estación Santa Catalina de la ciudad de Quito, remitiéndose 1 muestra del al extracto libre de grasa obtenido por el Método Soxhlet.

3.7.3 Cálculo de Puntaje Químico de las Proteínas

Con los datos obtenidos del perfil aminoacídico del *R. palmarum*, se procedió a calcular el cómputo químico comparativo respecto al patrón propuesto por (IOM y FNB, 2002), y otras fuentes convencionales de proteínas, a través de la fórmula detallada en los escritos de (Velasquez, 2006), en el caso de los aminoácidos aromáticos, se tomó el valor resultante de la suma del porcentaje de los aminoácidos fenilalanina + tirosina y para el caso de los aminoácidos azufrados el valor total correspondió al resultado de la suma de los porcentajes de metionina + cistina, valores que se encuentran detallados en el perfil aminoacídico global, de la proteína de *R. palmarum*.

Gráfico 3 Diagrama de Flujo para la Obtención de la Fracción Proteica de Larvas de *R. palmarum*



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron los resultados de los 10 ensayos obtenidos, datos que se usaron se usaron para la comparación y descripción respectiva en la evaluación de la calidad de las proteínas de larvas de *R. palmarum*.

a. Composición Proximal de las Larvas de *R. palmarum*.

Los resultados de la composición nutricional de las larvas de *R. palmarum* de la palmera de (*Bactris gasipaes*) se muestran en la **tabla 5**.

Tabla 4 Composición proximal - Larvas de *R. palmarum*

Composición Proximal Larvas <i>R. palmarum</i>				
	Experimento (2014)	Sancho et al (2013)	Delgado et al (2008)	Cerda et al (1999)
Materia Seca	38,59	29,07	40,4	28,3
Grasa	65,45	56,31	30,23	38,52
Proteína	19,41	21,79	9,49	25,80
Ceniza	1,8	2,63	0,66	2,12
ENN	13,34	19,27	59,62	33,57

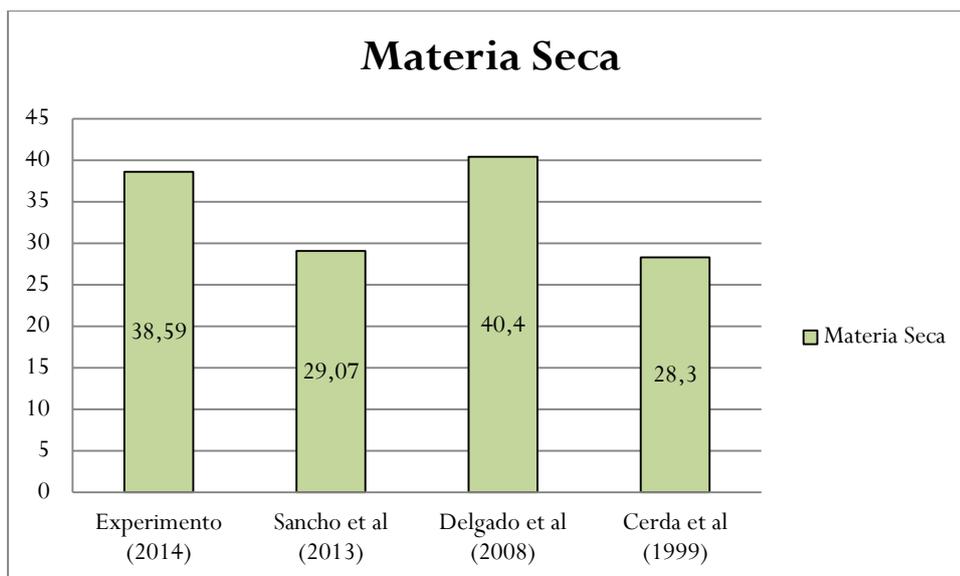


Gráfico 4 Contenido de Materia Seca - Larvas de *R. palmarum*

En la gráfica 4, aparecen los resultados referentes al contenido de materia seca, obtenido del material biológico del experimento, valor relativamente superior a los datos reportados por Cerda *et al.*, (1999) y Sancho *et al.*, (2013) con valores de 28,3% y 29,07% respectivamente y a su vez no existieron diferencias estadísticas significativas pues este porcentaje se asemeja al valor reportado por Delgado *et al.*, (2008), con una mínima diferencia de 1,81% entre sí. El porcentaje de materia seca presente en las larvas de *R. palmarum*, nos indica que el material biológico de estudio tuvo un alto contenido de nutrientes.

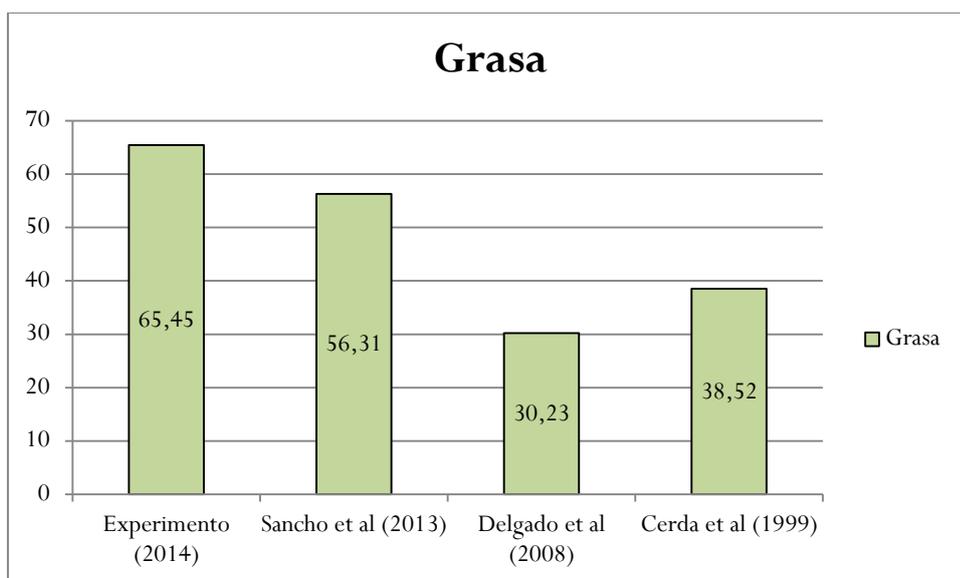


Gráfico 5 Contenido Graso - Larvas *R. Palmarum*

En el gráfico 5, se pueden encontrar los resultados del contenido graso extraído de las larvas de *R. palmarum*, dónde el porcentaje que se obtuvo en la investigación fue del 65,45%; valor altamente significativo en relación al 56,31% reportado por Sancho *et al.*, (2013) en la obtención de aceite de larvas de *R. palmarum*, pues difieren entre sí con un 9,14%.

Al comparar el porcentaje de grasa de las larvas de *R. palmarum*, con el porcentaje de grasa de otro coleóptero por ejemplo el *R. phoenicis* en este caso también es superior pues en estas larvas según Oliveira, et al., (1976), reportaron un 41,7% de contenido graso.

El alto contenido de grasa encontrados en las larvas de *R. palmarum*, hacen que este insecto, en su totalidad, tenga un potencial útil para la industria de los aceites.

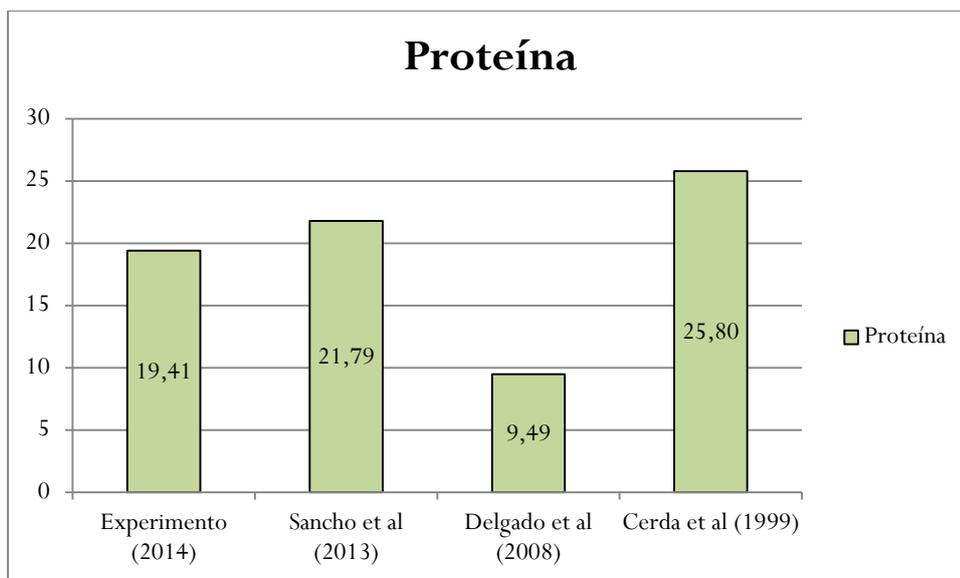
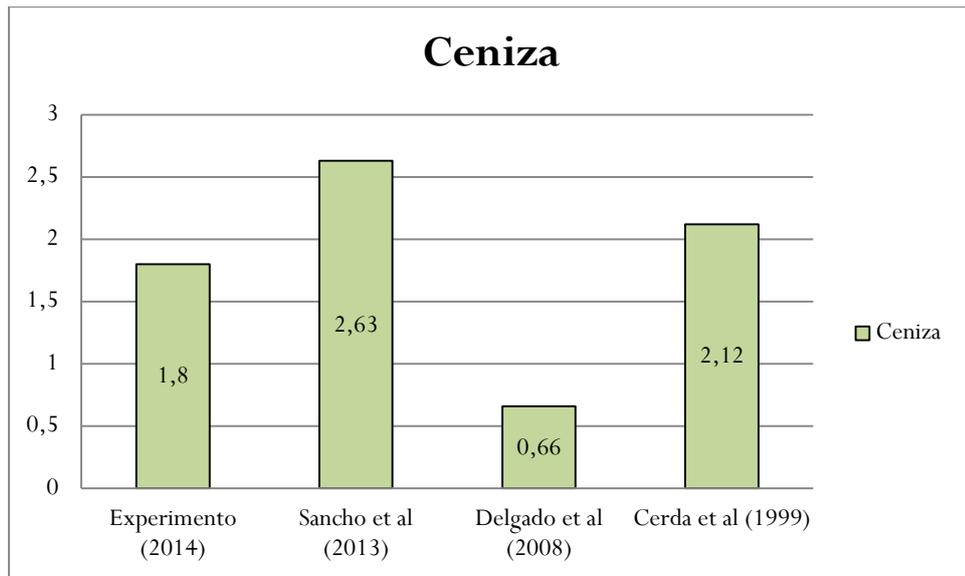


Gráfico 6 Contenido Proteico - Larvas *R. palmarum*

En el gráfico 6, se muestra el resultado correspondiente al contenido proteico de las larvas de *R. palmarum*, con un 19,41%, que al compararlo con los datos reportados de Sancho *et al.*, (2013) del 21,79% no presentan diferencias estadísticas significativas, sin embargo el porcentaje de proteína obtenido en la investigación es superior en relación al 9,49% reportado en los escritos de Delgado *et al.*, (2008) y al comparar este valor con los datos de Cerda *et al.*, (1999) de 25,8% este es relativamente inferior.

El contenido proteico presente en las larvas de *R. palmarum*, es un indicador del potencial que se puede aprovechar de este recurso para promover su consumo, como sustituto y complemento de fuentes proteicas convencionales.



El contenido de cenizas encontrado en las larvas de *R. palmarum* fue de 1,8%, porcentaje inferior al compararse con el 2,63% reportado Sancho et al., (2013), y es alto en relación a los valores citados por Delgado *et al.*, (2008) y Cerda et al., (1999).

Los resultados de los análisis proximales de las larvas, permiten expresar que las larvas de *R. palmarum* son una fuente importante de grasa y proteínas en su totalidad.

b. Perfil de aminoácidos de Larvas de *R. palmarum*

El perfil de aminoácidos de la larva de *R. palmarum* se muestra en las tablas 5 y 6.

Tabla 5 Perfil Aminoacídico de las Larvas de *R. palmarum*

Perfil Aminoácidos	
Unidad	AA. Larvas <i>R. palmarum</i>
	(Chonta - <i>Bactris gasipaes</i>)**
Ácido Aspártico	0,785
Ácido Glutámico	1,143
Alanina	0,652
Arginina	0,498
Cistina*	0,136
Fenilalanina*	1,335
Glicina	0,395
Histidina*	0,274
Isoleucina*	0,406
Leucina*	0,657
Lisina*	0,553
Metionina*	0,102
Prolina	0,428
Serina	0,431
Tirosina*	0,324
Treonina*	0,364
Valina*	0,567
* Aminoácidos Esenciales / (gr/100gr)	

Fuente: Pico, J. (2014): Análisis Perfil Aminoacídico - Fracción Proteica larvas de *R. palmarum*

Tabla 6 Comparación entre Perfil de Aminoácidos Esenciales para Larvas de *R.palmarum*

Comparación entre perfil de Aminoácidos Esenciales		
Aminoácidos Esenciales	AAE. Análisis Experimento (2014)	AAE. Análisis Cerda <i>et al</i> , (1999)
AAA (Fenilalanina + Tirosina)	1,659	0,483
AAZ (Metionina + Cistina)	0,238	0,14
Histidina	0,274	0,288
Isoleucina	0,406	0,213
Leucina	0,657	0,458
Lisina	0,553	0,486
Treonina	0,364	0,326
Valina	0,567	0,229

gr/100gr proteína

AAA=aminoácidos aromáticos

AAZ= aminoácidos azufrados

AAE= Aminoácidos Esenciales

Como se observa en la tabla 6, de acuerdo con los datos del perfil aminoacídico del material biológico de estudio, éste reflejó un alto contenido de aminoácidos esenciales en especial un alto porcentaje de aminoácidos aromáticos, con un total de 1,659 gr/100gr de proteína, en relación al 0,483 gr/100gr de proteína, que reportaron Cerda *et al.*, (1999).

Y en relacion al resto de aminoacidos esenciales, se puede observar que todos presentan porcentajes altos en realción a los datos reportados por Cerda *et al.*, (1999) a excepción de la histidina que se encuentra con un porcentaje ínfimo del valor establecido; sin embargo cabe destacar a modo de referencia la informacion obtenida de (Tello y Moreno, 2002), donde afirman que la composición nutritiva de los insectos comestibles por regla general varía un poco, sobre todo en función del régimen alimenticio del animal, aún si se tiene en cuenta que la muestra de estudio, sea de la misma Especie, Género, Familia y Orden.

c. Cómputo Químico Comparativo Perfil Patrón FAO – *R. palmarum*

Tabla 7 Puntaje Químico - Proteína de *R. palmarum* - Patrón ideal

Perfiles Aminoacídicos	Patrón AAE (*)	<i>R. Palmarum</i>	
		(mg/g protein)	Puntaje Químico %
Aminoácidos Esenciales	(mg/g protein)	(mg/g protein)	
Histidina (His)	21	27,4	> 100
Leucina (Leu)	96	65,7	68 _a
Isoleucina (Isoleu)	55	40,6	73 _c
Lisina (Lys)	69	55,3	80 _d
Azufrados (Met + Cys)	33	23,8	72 _b
Treonina (Treo)	44	36,4	82 _e
Aromáticos (Phe + Tyr)	94	165,9	> 100
Valina (Val)	55	56,7	> 100

AAE = Aminoácidos Esenciales

(*) = Patrón de Aminoácidos Esenciales, Tomado de (FAO, 2007)

(**)= Tomado de: (FAO. 1970). Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma.

a= Primer aminoácido limitante; b=Segundo aminoácido limitante; c= Tercer aminoácido limitante; d=Cuarto aminoácido limitante; e= Quinto aminoácido limitante

En la tabla 7, se exponen los resultados del cómputo químico de la proteína del *R. palmarum* respecto al patrón ideal propuesto por (FAO *et al* ,2007).

Al realizar el cálculo del puntaje químico de la proteína de estudio; se determinó el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales en la proteína del *R. palmarum*; donde el aminoácido en menor porcentaje en relación al patrón, es el aminoácido leucina; con un valor correspondiente al 68.44%, es decir el PQ= 68% en leucina y se considera a este aminoácido como el primer aminoácido limitante de la calidad proteica, definiendo a la proteína de *R.palmarum*, como una proteína biológicamente incompleta, pues con más de 3 aminoácidos que limitan su calidad.

En la tabla 8 , Al calcular el puntaje químico de otra proteína de origen animal como la proteína del huevo, se define que el aminoácido limitante coincide con el de la proteína de estudio, a simple vista se puede inferir que en relación al patrón ideal, las proteínas de origen animal estarían limitadas por el aminoácido leucina, sin embargo al comparar este puntaje químico con el de una proteína de origen vegetal como la soya en relación al patrón ideal; el primer aminoácido limitante de su calidad le corresponde a los aminoácidos azufrados, datos que concuerdan con la literatura citada de (Mataix, 2013).

Tabla 8 Puntaje Químico – Proteínas convencionales - Patrón ideal

Perfiles Aminoacídicos	Patrón AAE (*)	Huevo		Soja	
		(mg/g protein)	Puntaje Químico %	(mg/g protein)	Puntaje Químico %
Aminoácidos Esenciales	(mg/g protein)	(mg/g protein)	Puntaje Químico %	(mg/g protein)	Puntaje Químico %
Histidina (His)	21	22	>100	28	>100
Leucina (Leu)	96	86	89 _a	86	89 _b
Isoleucina (Isoleu)	55	54	98 _b	50	90 _c
Lisina (Lys)	69	70	>100	70	>100
Azufrados (Met + Cys)	33	57	>100	28	84 _a
Treonina (Treo)	44	47	>100	42	95 _f
Aromáticos (Phe + Tyr)	94	93	98 _c	88	93 _d
Valina (Val)	55	66	>100	52	94 _e

AAE = Aminoácidos Esenciales

(*) = Patrón de Aminoácidos Esenciales, Tomado de (FAO , 2007)

(**)= Tomado de: (FAO. 1970). Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma.

a= Primer aminoácido limitante; b=Segundo aminoácido limitante; c= Tercer aminoácido limitante; d=Cuarto aminoácido limitante; e= Quinto aminoácido limitante; f= Sexto aminoácido limitante

En las tabas **9 - 10**, se presenta los resultados a modo de referencia de acuerdo al cómputo químico realizado en base al patrón de los requerimientos para pre-escolares y adultos, definidos por la (FAO *et al* 2007), en relación al contenido que aminoácidos esenciales presentes en la Proteína de estudio.

Tabla 9 Computo Químico del Perfil Aminoacídico de *R.palmarum* - Patrón de Aminoácidos en (Pre-escolares).

Aminoácidos Esenciales	Contenido de AAE en Larvas de <i>R.palmarum</i> (mg/g Proteína)	Patrón de requerimientos (*)	Computo Químico %
Histidina (His)	27,4	18	> 100
Leucina (Leu)	65,7	63	> 100
Isoleucina (Isoleu)	40,6	31	> 100
Lisina (Lys)	55,3	52	> 100
Azufrados (Met + Cys) **	23,8	25	95
Treonina (Treo)	36,4	27	> 100
Aromáticos (Phe + Tyr)	165,9	46	> 100
Valina (Val)	56,7	41	> 100

* Patrón de requerimientos para pre-escolares (mg/g proteína) Tomado de Protein Quality Report (FAO/OMS/UNU, 2007)

** Aminoácidos Limitantes

Tabla 10 Cómputo Químico del Perfil Aminoacídico de *R.palmarum* – Patrón de Aminoácidos en Adultos

Aminoácidos Esenciales	Contenido de AAE en Larvas de <i>R.palmarum</i> (mg/g Proteína)	Patrón de requerimientos (*)	Computo Químico %
Histidina (His)	27,4	15	> 100
Leucina (Leu)	65,7	59	> 100
Isoleucina (Isoleu)	40,6	30	> 100
Lisina (Lys)	55,3	45	> 100
Azufrados (Met + Cys)	23,8	22	> 100
Treonina (Treo)	36,4	23	> 100
Aromáticos (Phe + Tyr)	165,9	38	> 100
Valina (Val)	56,7	39	> 100

* Patrón de requerimientos para pre-escolares (mg/g proteína) Tomado de Protein Quality Report (FAO *et al*, 2007)

El puntaje químico, refleja que para el patrón de requerimientos de niños pre-escolares (1-2 años), los aminoácidos limitantes fueron los aminoácidos azufrados metionina + cisteína, con un Puntaje Químico del 95%.

Sin embargo al calcular el puntaje químico, para el patrón requerido por adultos, la proteína de estudio, no presenta aminoácidos limitantes. Es decir se confirma la teoría que los requerimientos de nutrientes, para el ser humano están reportados teniendo en cuenta varios aspectos como: la edad del individuo, el sexo, la talla y el ejercicio físico, (Marín, 1978).

Bajo este argumento se infiere que el requerimiento de niños y adultos no es igual, lo que es bueno para un adulto no siempre es bueno para un niño, pues en la niñez es la etapa de crecimiento y desarrollo máxima, donde los aminoácidos esenciales presentes en la dieta deben cumplir con funciones estructurales y funcionales, para construir y mantener una función corporal saludable y evitar cualquier desbalance de nutrientes ya sea por exceso o deficiencia.

5. CONCLUSIONES

- La composición proximal de las larvas de *Rhynchophorus palmarum*, determinó que los contenidos de los diferentes componentes analizados se encuentran dentro de los rangos reportados para las larvas obtenidas de manera natural.
- Se puede expresar por los resultados obtenidos, que las larvas de *R. palmarum* son una fuente importante de grasa y proteínas.
- Al determinar el perfil de aminoácidos de la fracción proteica de las larvas de *R. palmarum*, se define que la calidad de proteína está determinada por su contenido de los aminoácidos esenciales en su totalidad.
- La proteína de estudio tiene valores significativos de aminoácidos esenciales, fundamentalmente fenilalanina.
- El aminoácido que limita la calidad de la proteína de estudio; es la leucina, siendo este aminoácido el que en menor proporción se encuentra en relación al patrón ideal. No obstante cuenta con un porcentaje significativo de aminoácidos esenciales que le dan cualidades nutritivas frente a proteínas de uso convencional.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios acerca de alternativas industriales, para el aprovechamiento de la proteína de *R. palmarum*, en complementos nutracéuticos que sirvan para conservar y suministrar los beneficios de ésta proteína en la dieta alimentaria del ser humano.
- Complementar la calidad de la proteína de las larvas de *R. palmarum*, con alimentos que contengan altos valores de (leucina y metionina), para obtener un aporte ideal de estos aminoácidos en la dieta.
- Promover estudios sobre la digestibilidad de la proteína de *R. palmarum*, para obtener el valor real de aprovechamiento de la proteína en el organismo.

7. RESÚMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar la calidad de la proteína extraída de las larvas de *Rhynchophorus palmarum*; para lo cual se utilizó una muestra de larvas adquiridas en los mercados de la ciudad de Puyo, se organizaron 10 ensayos independientes, las larvas se deshidrataron usando como referencia la norma (A.O.A.C. 950.46-1991, 2006) modificando la temperatura de secado a 55°C. Ya deshidratadas fueron trituradas en un mortero y se les extrajo el contenido graso con un equipo Soxhlet utilizando como solvente éter de petróleo (A.O.A.C. 991.36-2005, 2006). La fracción proteica se mezcló y homogenizó para obtener una muestra compuesta, a la que se le realizaron análisis de ceniza usando de referencia la norma INEN 467 y el perfil de aminoácidos según los métodos de análisis de la Universidad de Florida, Instituto de Ciencias Agrícolas y en Alimentos (CYMMYT 1985). Se obtuvo como resultado un promedio de 38,59% de materia seca y 65,45% de extracto graso. Se determinó que la fracción proteica de larvas de *R. palmarum* es rica en aminoácidos esenciales, destacando los aminoácidos aromáticos (165,9 mg/gr proteína).

Bajo estos parámetros se manifiesta la proteína del *R. palmarum* tiene potencial para la industria de alimentos y farmacéutica que puede usarlo como materia prima o aditivo debido a su alto valor biológico.

Palabras clave: Cómputo químico, evaluación proteica, entomofagia, *Rhynchophorus palmarum*, insectos.

8. SUMMARY

This research was carried out with the aim of determining the quality of the protein extracted from *Rhynchophorus palmarum* larvae. Sample larvae were acquired in the markets of Puyo. The samples were organized in 10 independent trials and were dehydrated using reference standard (A.O.A.C. 950.46-1991, 2006) at 55° C. Once dehydrated the samples were crushed in a mortar and its fatty content was extracted with a Soxhlet equipment using solvent oil ether (A.O.A.C. 991.36-2005, 2006). The protein fraction was mixed and homogenized to obtain a composite sample, which was further performed analysis of ash using reference standard INEN 467 and amino acids profile, according to a method carried out by the University of Florida, Institute of Sciences Agriculture and Foods (CYMMYT 1985). An average of 38.59% of dry matter and 65.45% fatty extract was obtained as result. It was also determined that the protein fraction of *R. palmarum* larvae is rich in essential amino acids, particularly aromatic amino acids (165, 9 mg/g protein). In this sense, it is possible to conclude that proteins obtained from *R. palmarum* larvae have potential in food and pharmaceutical industries either as a raw matter or as additive, due to its high biological value.

Key words: chemical score, protein evaluation, entomophagy, *Rhynchophorus palmarum*, insect.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aldana de la Torre, Rosa, Aldana de la Torre, Jorge y Moya, Oscar. (2011). Manejo del picudo *Rhynchophorus palmarum* L.(Coleoptera: Curculionidae) . Línea Agrícola - ICA, 5 - 15.
2. Alvarez, Luis. (2012). La Complejidad De La Vida - Los Bioelementos.
3. Arango, G. (enero-junio de 2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*,2-1.Recuperado de:<http://www.redalyc.org/pdf/695/69520106.pdf>, 33-37.
4. Arnaldos, M., Garcia, M. y Presa, J. (2010). Entomofagia. Recuperado de: <http://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/23494/1/EFentomofagia.pdf>.
5. Barragán, A., Dangles, O., Cárdenas, R. y Onore, G. (2009). The history of entomology in Ecuador. *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle série)*, 45(4), 410-423.
6. Barragan, Alvaro, y Carpio, Carlos. (2006). Plantas como alimento de invertebrados utiles. *Enciclopedia de las plantas Utiles de Ecuador*, 76-79.
7. Biesalski, Hans Konrad, & Grimm, Peter (2007). *Nutricion: Texto y Atlas (Pocket Atlas of Nutrition)* Editorial Medica Panamericana S.A., (pp. 380). Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=9XqTwTkBh4QC&printsec>
8. Botanical-Online. (2014). Aminoácidos. Recuperado de <http://www.botanical-online.com/aminoacidos.htm>
9. Caravaca, F., Castel J, Guzmán, J., Delgado, M., Alcalde, M., y González, P. (Edits.). (2003). Bases de la Producción Animal. España, España.

10. Casas Campillo, Carlos. (1975). El problema de las proteínas alimenticias y sus perspectivas.
11. Cerda, Hugo., Martínez , Rodolfo., Briceño, Nelsy., Pizzoferrato, Laura., Hermoso, Dianora., & Paoletti, Maurizio. (1999). Cria, analisis nutricional y sensorial del picudo del cocotero *Rhynchophorus Palmarum* (Coleoptera: Curculionidae), insecto de la dieta tradicional Indigena Amazónica. *ECOTROPICOS, Sociedad Venezolana de Ecologia*, 12, 25-32.
12. Costa-Neto, E., & Ramos-Elorduy, J. (2006). Los insectos comestibles de Brasil: Etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación.pdf. *ETNOENTOMOLOGIA, Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*.
13. Delgado Fernández, M, Gutiérrez Saínz, A, & Castillo Garzón, M. (2007). *Entrenamiento Físico-Deportivo y Alimentación* E. Paidotribo (Ed.) (pp. 268). Recuperado http://books.google.com.ec/books?id=Tsr-6LgOy_QC&dq
14. Delgado, Cesar., Couturier, Guy., Mathews, Paul., y Mejia, Kember. (2008). Producción y comercialización de la larva de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophthoridae) en la Amazonía peruana.pdf. . *Entomología Aplicada; Boletin Sociedad Entomológica Aragonesa*.
15. Devlin, Thomas. (2000). *Bioquímica: Libro de Texto con Aplicaciones Clínicas, Volumen 2*: Editorial, Reverté S.A.
16. Ege, Seyhan (2000). *Química Orgánica: Estructura y Reactividad (Organic Chemistry, Structure ans Reactivity, Third Edition)* Editorial Reverte, Vol. 2. (pp. 720).
- 17.FAO. (1970). Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma.

18. FAO. (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares / problemas de alimentación y nutrición / desnutrición (malnutrición) proteico-energética (dpe). Recuperado 09/02/, 2014, de <http://www.fao.org/DOCREP/V5290S/V5290S00.html>
19. FAO, OMS, y UNU. (2007). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. ROMA, 2013. *FAO food and nutrition paper, 92*.
20. FAO. (2013). Informe de la FAO sobre la evaluación de la calidad de proteínas de la dieta en la nutrición humana. Recuperado 09/02/, 2014, de: <http://www.nutrition.org.uk/nutritioninthenews/new-reports/faoprotein>
21. Fleta Zaragozano, Jesus. (2007). El placer de la comida: de la tradición al exotismo. *Boletín Sociedad de Pediatría de ARAGÓN, LA RIOJA y SORIA, 1, 37*.
22. Fuentes Arderiu, X., Castiñeiras Lacambra, M. y Queraltó Compañó, J. (Ed). (1998). *Bioquímica clínica y patología molecular (Vol. 2)*. Reverte S.A.
Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=a0q3bMk5UrgC&dq>
23. Garcia, Pedro. (1983). *Fundamentos de Nutricion*. Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=Canubde1Z6kC&printsec>
24. Gil Hernandez, Angel. (2010a). *Tratado de nutricion / Nutrition Treatise: Composicion Y Calidad Nutritiva De Los Alimentos / Composition and Nutritional Quality of Foods* Editorial Medica Panamericana, Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec>
25. Gil Hernandez, Angel. (2010b). *Tratado de Nutrición: Bases Fisiológicas y bioquímicas de la nutrición* Editorial Medica Panamericana, Vol. 1. (pp.

- 964). Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=64x-gRS5520C&printsec>
26. Gutierrez, Jose Bello. (2000). *Ciencia Bromatologica (Principios Generales de los alimentos)*. España.
27. Hernandez, M, y Sastre, A. (1999). *Tratado De Nutrición* Ediciones Diaz de Santos, (pp. 1496). Recuperado de: <http://books.google.com.ec/books?id=SQLNJOsZCIwC&printsec>
28. Holt, V. (1997). Los artrópodos y el hombre. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 20. Recuperado de: http://www.seaentomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B200219.pdf, 249-257.
29. Honduras Silvestre [en línea]. Honduras: Educación Helvética S.A., Base de Datos, Honduras Silvestre, Versión 3.0, div. Animalia&Plantae, 1/8/2012. [Consulta: 05/06/2014]
30. León-Sanz, Miguel. (2006). Proteinas en Nutricion Artificial. *Nutricion Enteral - EDIKAMED S.L* www.edikamed.com.
31. López-Luzardo, Michelle. (2009). *Las dietas hiperproteicas y sus consecuencias metabólicas*.
32. Marín Rodriguez, Zoila Rosa. (1978). Elementos de Nutricion Humana.
33. Martínez, F. (2006). Auxiliares sanitarios de la diputación foral de bizkaia. Instituto foral de asistencia social. Temario parte específica. España: Editorial Mad S.L.
34. Martínez, O, y Martínez de Victoria Muñoz, E. (2006). Proteínas y péptidos en nutrición enteral.pdf. *Nutricion Hospitalaria*, 21, 1-14.

35. Mataix, Jose. (2013). *Nutricion Para Educadores - Capitulo 5 - PROTEINAS* (pp. 93-113).
36. Mayorga, Juan Pablo. (2013). El futuro de la nutrición en México tiene antenas y al menos seis patas. Mexico: CNN.Mexico.
37. Miranda, Guillermo., Quintero, Baciliza y Ramos, Beverly. (2011). La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *PASOS (Revista de Turismo y Patrimonio Cultural)*, 9, 81 - 568.
38. Montés, Fernando.Jordan. (2013). *El universo de los insectos*: Mundi-Prensa.
39. Mora, Rafael. (2002). *Soporte nutricional especial*: Editorial Medica Panamericana.
40. MSDSalud, Merck. (2013). Trastornos de la nutricion y del metabolismo, Capitulo 133 La nutrición.Recuperado de: http://www.msdsalud.es/manual-merckhogar.aspx?u=/publicaciones/mmerck_hogar/seccion_12/seccion_12_133.html
41. Mughan, P. (2005). Dietary Protein Quality in Humans-An Overview.
42. Muller, Eva. (2013). FAO,(La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente.pdf). Recuperado de <http://actualidad.rt.com/sociedad/view/94331-onu-larvas-comida-alimentacion-fao>. Obtenido de CNN MEXICO: <http://mexico.cnn.com/salud/2013/05/23/el-futuro-de-la-nutricion-en-mexico-tiene-antenas-y-al-menos-seis-patas>
43. Oliveira, J, Passos De Ceballos, J, Bruno De Sousa, R, y Simao, M. (1976). The nutritional value of four species of insects consumed in Angola. *Ecology of Food and Nutrition.*, 5, 91-97.

44. Paoletti, M., Dufour, D., Cerda, H., Torres, F., Pizzoferrato, L., y Pimentel, D. (2000). The importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. *The Royal Society*, 267, 2247-2252.
45. Pérez, Francisca y Zamora, Salvador. (2002). Nutrición y Alimentación Humana. 305.
46. Perez, Y. (2011). Obtenido de Recuperado de: <https://www.nhd.es/>
47. Philip Rice, F. (Ed.). (1997). Desarrollo humano: estudio del ciclo vital. Pearson Educación.
48. Pijoan, Manuel. (2001). El consumo de insectos, entre la necesidad y el placer gastronomico.pdf. *ETNOFARMACIA*.
49. Ramos, J., Pino, Manuel., y Cuevas, Socorro. (1998). Insectos Comestibles del Estado de Mexico y Determinación de su Valor Nutritivo. *Anales Inst. Biol Univ. Nac. Autón. Mexico, Ser. Zool.*, 69.
50. Ramos-Elorduy, J. (1987). *Los insectos como fuente de proteína en el futuro*. México.
51. Rodriguez, F. (2014). Insectos beneficos *Enciclopedia del Ambiente*. Argentina: Recuperado de <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia>.
52. Sanchez, Pedro., Jaffe, Klaus., & Hevia, Patricio. (1997). Consumo de insectos : Alternativa Alimentaria del Neotropico. *Boletín de Entomología Venezolana*, 12, 125-127. Recuperado de: <http://atta.labb.usb.ve/Klaus/art108.pdf>.
53. Sancho Aguilera, David. (2013). *Evaluacion de la composicion proximal de las larvas de Rhynchophorus palmarum. L (Coleoptera: Curculionidae)*,

cultivadas en sustratos semiartificiales, para alimentacion humana.

(Doctorado), Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

54. Sancho, David, Landívar, David, y Sarabia, Diego. (2013). *Características fisicoquímicas del extracto graso de las larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. (COLEOPTERA: CURCULIONOIDEA), alimento tradicional de los pueblos amazónicos.* Paper presented at the XII Conferencia Internacional Sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos. , Palacio de las Convenciones La Habana, Cuba.
55. Sarabia, Diego. (2012).“Evaluación de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., como materia prima en la elaboración de salchichas tipo vienesa”. Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero agroindustrial. Pastaza, Ecuador.
56. Soriano del Castillo, Jose Miguel (Ed.). (2011). *Nutricion Basica Humana.*
57. Tello, J., y Moreno, A. (2002). Valor nutritivo de los insectos comestibles. *Terralia*, 30, 73-75.
58. Vantomme, Paul. (2010). FAO, Los insectos forestales comestibles, una fuente de proteínas que se suele pasar por alto.pdf. *Unasylva*, 236, 61.
59. Vásquez, Mercedes y Garcia, Pedro. (2005). Proteínas en Nutricion Artificial - Patología Renal Aguda y Crónica. *NUtricion Enteral - EDIKAMED S.A.*
60. Vázquez Martínez, Clotilde, De Cos Blanco, Ana Isabel , & López Nomdedeu, Consuelo (2005). *Alimentación y Nutrición: Manual Teórico-Práctico* Ediciones Diaz de Santos., (pp. 488). Retrieved from <http://books.google.com.ec/books?id=F-xV6Rul96kC&printsec>

61. Velasquez, Gladys. (2006). *Fundamentos De Alimentacin Saludable* Editorial Universidad de Antioquia., Vol. 1. (pp. 281). Retrieved from <http://books.google.com.ec/books?id=8eFgywpXq8EC&printsec>
62. Villegas, J., & Zamora, S. (1991). Necesidades nutricionales en deportistas.pdf. *Archivos de Medicina del Deporte*, 8.

10. ANEXOS

ANEXO 1

NORMAS UTILIZADAS PARA LOS ANALISIS PROXIMALES

NORMAS INEN

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/786.pdf> CENIZAS

<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/465.pdf> PROTEINA

NORMAS AOAC

<http://mb-labs.com/docs/chemistry-testing/AOAC%20Moisture.pdf> HUMEDAD

<http://mb-labs.com/docs/chemistry-testing/AOAC%20Fat.pdf> GRASA

Norma Técnica Ecuatoriana	CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DETERMINACION DE CENIZAS.	INEN 786 1985-05
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de cenizas en carne y productos cárnicos.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 En esta norma se describen dos métodos:</p> <p>a) el de rutina b) el de referencia</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Cenizas. Son el producto resultante de la incineración de los sólidos totales de la carne y productos cárnicos, mediante procedimientos normalizados.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Para determinar el contenido de cenizas en los productos considerados por esta norma puede usarse cualquiera de los dos métodos descritos en la misma. En caso de discrepancia o litigio deberá usarse el método de referencia.</p> <p style="text-align: center;">6. METODO DE RUTINA</p> <p>6.1 Resumen</p> <p>6.1.1 Se incinera el producto a 525°C, y se pesa el residuo, que corresponde a las cenizas de la carne y productos cárnicos.</p> <p>6.2 Instrumental</p> <p>6.2.1 Picadora mecánica de carne (molino). Tipo de laboratorio provisto de una placa cribada, con orificios de diámetro no mayor a 4 mm, u otro equipo que produzca una pasta homogénea.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		

6.2.2 Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg

6.2.3 Crisol de porcelana, o de otro material resistente a las condiciones del ensayo, de fondo plano y aproximadamente 45 mm de altura.

6.2.4 Mufia, con regulador de temperatura ajustada entre 525°C y 600°C.

6.2.6 Baño de agua, o de arena.

6.2.8 Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado.

6.2.7 Pipeta volumétrica de 1 cm³.

6.3 Preparación de la muestra

6.3.1 La preparación de la muestra se realizará de acuerdo al anexo A de la Norma INEN 775.

6.4 Procedimiento

6.4.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.4.2 Colocar el crisol de porcelana perfectamente limpio en la mufia y calentarlo a 525°C durante 20 min. Dejar que se enfríe en el desecador y pesar con aproximación a 1 mg.

6.4.3 Transferir al crisol pesado, aproximadamente 5 g de muestra y unas pocas gotas de aceite puro de oliva; calentar suavemente sobre un plato eléctrico o bajo la luz de una lámpara infrarroja hasta que su contenido se carbonice.

6.4.4 Transferir el crisol y su contenido a la mufia con la temperatura regulada a 525°C, evitando pérdida de material al inicio de la incineración y mantener el crisol en la mufia, hasta obtener cenizas.

6.4.6 Retirar el crisol de la mufia y colocar en el desecador, dejar enfriar hasta temperatura ambiente. Pesar el crisol con su contenido, con aproximación a 1 mg.

6.4.8 Regresar el crisol a la mufia y calentar a 525°C durante 30 min. Repetir la operación indicada en 6.4.5 y así sucesivamente, hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas no exceda de 1 mg.

6.4.7 Si la ceniza contiene cantidad de carbón no totalmente quemada, enfriar el crisol, añadir unas gotas de agua, llevar a sequedad sobre un baño de agua o estufa y trasladar nuevamente el crisol a la mufia y terminar la incineración.

6.6 Cálculos

6.6.1 El contenido de cenizas en carne y productos cármicos se determina mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100$$

Siendo:

C = cantidad de cenizas en la muestra, en porcentaje de masa.

m = masa del crisol vacío, en gramos.

m₁ = masa del crisol con la muestra (antes de la incineración), en g

m₂ = masa del crisol con las cenizas, (después de la incineración), en g.

8. METODO DE REFERENCIA

8.1 Resumen

8.1.1 Añadir a la muestra solución de acetato de magnesio, secar en baño de agua e incinerar en mufla a una temperatura entre 550^o a 600^oC. Después de enfriada, se determina la masa del residuo y se resta la masa del óxido de magnesio (MgO) producido por la solución de acetato de magnesio agregado.

8.2 Instrumental

8.2.1 Los mismos que se anotan en el numeral 5.2 de esta norma.

8.3 Reactivos

8.3.1 Solución de acetato de magnesio. Disolver 15 g de acetato de magnesio anhidro Mg (COO CH₃)₂ ó 25 g de acetato de magnesio hidratado Mg (COO CH₃)₂ · 4H₂O, en agua destilada, aforar a 100 cm³. Determinar el contenido de óxido de magnesio en la solución, ensayando 1 cm³ de la misma de acuerdo a lo establecido desde 6.5.3 hasta 6.5.9.

8.4 Preparación de la muestra

8.4.1 La preparación de la muestra se realizará de acuerdo al Anexo A de la Norma INEN 776.

8.6 Procedimiento

8.6.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

8.6.2 Colocar dos crisoles de porcelana perfectamente limpios en la mufla y calentar entre 550 y 600^oC durante 20 min. Dejar que se enfríe en el desecador y pesar con aproximación a 1 mg.

6.6.3 Transferir en uno de los crisoles 1 cm³ de la solución de acetato (ver 6.3.1), pesar con aproximación a 1 mg y proseguir de acuerdo a los numerales 6.5.6 hasta 6.5.9.

6.6.4 Colocar en el otro crisol 5 g de muestra preparada, distribuirlos uniformemente, pesar el crisol y su contenido con aproximación a 1 mg.

6.6.6 Añadir 1 cm³ de solución de acetato de magnesio utilizando la pipeta y distribuirlo uniformemente sobre la muestra.

6.6.8 Colocar el crisol en el baño de agua hirviente, durante 30 min, transferir el crisol a un plato eléctrico, calentar progresivamente hasta que su contenido se carbonice.

6.6.7 Transferir el crisol a la mufla con la temperatura regulada entre 550 - 600°C, evitando pérdidas de material al inicio de la incineración; mantener el crisol en la mufla a la temperatura indicada, hasta obtener cenizas blancas, (aproximadamente 30 min).

6.6.8 Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en el desecador; dejar que se enfríe hasta temperatura ambiente; pesar el crisol y su contenido con aproximación a 1 mg.

6.6.9 Regresar el crisol a la mufla y calentarlo entre 550 -600°C durante 30 min. Repetir la operación indicada en 6.5.8 y así, sucesivamente, hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas no exceda de 1 mg. Si la ceniza contiene partículas negras, se rechazará el ensayo.

6.8 Cálculos

6.8.1 El contenido de cenizas en carne y productos cármicos se determina mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{m_2 - m - m_3}{m_1 - m} \times 100$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en la muestra, en porcentaje de masa;

m = masa del crisol de porcelana vacío, en gramos.

m₁ = masa del crisol con la muestra, antes del secado, en gramos.

m₂ = masa del crisol con el residuo seco, después de la calcinación en gramos

m₃ = masa del óxido de magnesio proveniente de la adición de 1 cm³ de solución de acetato de magnesio, en gramos (ver 6.3.1).

6.7 Error de método

6.7.1 La diferencia entre los resultados de dos determinaciones efectuadas por duplicado no debe ser mayor de 0,1 g de cenizas por 100 g de muestra; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

6.8 Informe de resultados

6.8.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

6.8.2 En el informe de resultados, debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

6.8.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

Norma Técnica Ecuatoriana	HARINA DE PESCADO DETERMINACION DE LA PROTEINA BRUTA	INEN 465 1980-09
<p style="text-align: center;">1. OBJ ETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de proteína bruta en la harina de pescado para consumo animal.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Contenido de proteínas en harina de pescado para consumo animal. Es la cantidad de nitrógeno total, expresado convencionalmente como contenido de proteína y determinada mediante procedimientos normalizados.</p> <p>2.2 Otros términos relacionados con esta norma están definidos en la Norma INEN 461.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 Se determina el contenido de proteína bruta mediante el método Kjeldahl.</p> <p style="text-align: center;">4. INSTRUMENTAL</p> <p>4.1 Aparato Kjeldahl, u otro similar para digestión y destilación, pudiendo incluir analizador automático y/o semiautomático.</p> <p>4.2 Matríz Kjeldahl.</p> <p>4.3 Matríz Erlenmeyer.</p> <p>4.4 Bureta, de 50 cm³.</p> <p>4.5 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</p> <p style="text-align: center;">5. REACTIVOS</p> <p>5.1 Acido sulfúrico concentrado, con densidad 1,84 g/cm³ a 20°C exento de nitrógeno.</p> <p>5.2 Solución 0,1 N de ácido sulfúrico, debidamente estandarizada.</p> <p>5.3 Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente estandarizada.</p> <p>5.4 Solución concentrada de hidróxido de sodio. Disolver 450 g de hidróxido de sodio sólido en agua destilada y diluir la solución hasta 1 000 cm³. La densidad relativa de la solución final debe ser mayor de 1,36 g por cm³ a 25°C.</p>		

- 6.6 Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, exento de nitrógeno, reactivo para análisis.
- 6.8 Óxido de mercurio o mercurio metálico, exento de nitrógeno reactivo para análisis (ver Anexo A).
- 6.7 Solución de sulfuro alcalino o solución de tiosulfato de sodio. Disolver 40 g de sulfuro de potasio o de sulfuro de sodio en 1 000 cm³ de agua destilada, o disolver 80 g de tiosulfato de sodio pentahidratado en 1 000 cm³ de agua destilada.
- 6.8 Solución alcohólica de rojo de metilo. Disolver 1 g de rojo de metilo en 200 cm³ de alcohol etílico, al 95 (v/v).
- 6.8 Granallas de zinc o perlas de vidrio de 2 a 3 mm de diámetro.

6. PREPARACION DE LA MUESTRA

- 6.1 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.
- 6.2 La cantidad de muestra de harina de pescado extraída de un lote determinado debe ser representativa y no exponerse al aire mucho tiempo.
- 6.3 Las muestras para el ensayo deben colocarse en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio o metal) y llenarse completamente para evitar que se formen espacios de aire.
- 6.4 La muestra debe pulverizarse haciéndola pasar por un molino en el que se excluya la mayor cantidad posible de aire durante la molienda, que no se caliente mucho y graduado, de modo que se obtenga un tamaño de partícula tal que la muestra pase íntegramente a través de un tamiz de abertura de 1 mm (ver INEN 154).

7. PROCEDIMIENTO

- 7.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- 7.2 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 0,5 g de muestra y transferir al matraz Kjeldahl.
- 7.3 Agregar el catalizador (ver Anexo A), formado por 0,7 g de óxido de mercurio (o 0,65 g de mercurio metálico), 15 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, 25 cm³ de ácido sulfúrico concentrado.
- 7.4 Agitar el matraz y colocarlo en forma inclinada en la hornilla del aparato Kjeldahl. Calentar suavemente hasta que no se observe formación de espuma y aumentar el calentamiento rotando el matraz frecuentemente durante la digestión. Después de que el contenido presente un aspecto límpido, continuar el calentamiento durante 30 minutos y dejar enfriar.
- 7.6 Agregar aproximadamente 200 cm³ de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C y añadir 25 cm³ de la solución de sulfuro alcalino (o de tiosulfato de sodio); agitar y mezclar para precipitar el mercurio (ver A.2).

- 7.6 Agregar algunas granallas de zinc o perlas de vidrio para evitar proyecciones durante la ebullición.
- 7.7 Inclinar el matraz y verter por sus paredes, cuidadosamente, para que se formen dos capas, 75 cm³ de la solución concentrada de hidróxido de sodio (o mayor cantidad, si fuere necesario, para alcanzar un alto grado de alcalinidad).
- 7.8 Inmediatamente, conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe sumergirse en 50 cm³ de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer, a la cual se han agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.
- 7.9 Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y luego calentar.
- 7.10 Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer, (lo que se logra después de destilar por lo menos 250 cm³).
- 7.11 Usando la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, titular el contenido en el matraz Erlenmeyer.
- 7.12 Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra, usando en lugar de ésta 2 g de sacarosa y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 7.2, para cada determinación o serie de determinaciones.

8. CALCULOS

- 8.1 El contenido de proteínas en harina de pescado para consumo animal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = 8,75 \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{m}$$

Siendo:

- P = contenido de proteínas en harina de pescado para consumo animal, en porcentaje de masa.
- V₁ = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³.
- N₁ = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.
- V₂ = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.
- N₂ = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.
- V₃ = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm³.
- V₄ = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm³.
- m = masa de la muestra, en g.
- 8,75 = 6,25 x 0,014 x 100

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,70%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

10.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

39.1.02

AOAC Official Method 950.46
Loss on Drying (Moisture) in Meat
First Action 1950

A. Drying in vacuo at 95°–100°C (Final Action)*

Proceed as in [934.01](#) (see 4.1.03). (Not suitable for high fat products such as pork sausage.)

* Codex Stan 166-1989, Rev. 1-1995, Codex Standard for Quick Frozen Fish Sticks (Fish Fingers), Fish Portions, and Fish Fillets-Breaded or in Batter. Codex Stan 190-1995, Codex General Standard for Quick Frozen Fish Fillets.

B. Air Drying (Final Action 1991)

(a) With lids removed, spread test portion out over base of dish and dry test portion containing ca 2 g dry material 16–18 h at 100°–102°C in air oven (mechanical convection preferred). Use covered Al dish ≥50 mm diameter and ≤40 mm deep. Cool in desiccator and weigh. Report loss in weight as moisture, g.

(b) With lids removed, spread test portion out over base of dish and dry test portion containing ca 2 g dry material to constant weight (2–4 h depending on product) in mechanical convection oven (particularly with high fat samples) or in gravity oven with single shelf at ca 125°C. Use covered Al dish ≥50 mm diameter and ≤40 mm deep. Avoid excessive drying. Cover, cool in desiccator, and weigh. Report loss in weight as moisture, g. (Dried sample residue is not satisfactory for subsequent fat determination.)

References: *JAOAC* 33, 749(1950); 36, 279(1953).

39.1.08

AOAC Official Method 991.36
Fat (Crude) in Meat
and Meat Products
Solvent Extraction (Submersion) Method
First Action 1991
Final Action 1996

[Applicable to meat and meat food products that can be analyzed using [960.39](#) (see 39.1.05), [976.21](#) (see 39.1.06), and [985.15](#) (see 39.1.07).]

Results of the interlaboratory study supporting acceptance of the method:

≈, 4.34% fat: $s_r = 0.106$; $s_R = 0.112$; $RSD_r = 2.44\%$; $RSD_R = 2.59\%$
 ≈, 27.29% fat: $s_r = 0.534$; $s_R = 0.637$; $RSD_r = 1.95\%$; $RSD_R = 2.33\%$

≈, 27.95% fat: $s_r = 0.648$; $s_R = 0.793$; $RSD_r = 2.32\%$; $RSD_R = 2.84\%$

≈, 34.51% fat: $s_r = 0.764$; $s_R = 0.799$; $RSD_r = 2.21\%$; $RSD_R = 2.31\%$

≈, 33.57% fat: $s_r = 0.340$; $s_R = 0.516$; $RSD_r = 1.01\%$; $RSD_R = 1.53\%$

≈, 26.20% fat: $s_r = 0.406$; $s_R = 0.613$; $RSD_r = 1.55\%$; $RSD_R = 2.34\%$

A. Apparatus

(a) *Extraction system*.—Capable of simultaneous extraction of 6 test portions. Extraction unit for solvent addition to cups, 2-stage extraction process, and solvent recovery cycle. Service unit to supply hot oil through insulated tubing to extraction unit and to pump air for evaporation of last traces of solvent from cups (Soxtec System meets these specifications).

(b) *Thimbles and stand*.—26 × 60 mm, cellulose thimbles, and stand to hold 6 thimbles.

(c) *Extraction cups*.—Al, 44 id, 60 mm height.

(d) *Glass beads*.—3–4 mm diameter.

(e) *Mechanical convection oven*.—Maintaining 125° ± 1°C.

Items (a)–(c) are available as Soxtec system from Perstor Analytical/Tecator, Inc. (2875 C Towerview Rd, Herndon, VA 22071, USA).

B. Reagents

(a) *Petroleum ether*.—To meet specifications in [945.16A](#) (see 27.4.04).

(b) *Sand*.—<0.004 g extractables/5 g.

(c) *Cotton*.—Defatted.

C. Determination

Accurately weigh ca 3 g test portion into thimble. Add sand to test portion and mix with glass rod. Place thimble in thimble stand and dry 1 h in 125°C oven. Remove from oven and let cool. Loosen test portion/sand mixture using glass rod. Wipe glass rod with small amount of cotton and place cotton in top of thimble. Transfer thimble to extraction unit.

Accurately weigh extraction cup containing a few glass beads. Extract thimble with dried mixture with 40 mL petroleum ether in boiling position for 25 min and in rinsing position for 30 min. Adjust temperature of extraction unit to ensure condensation rate ≥ 5 drops/s. At completion of extraction, close condenser valves and recover ether.

Dry cup and contents 30 min in 125°C oven. Cool and weigh.

D. Calculations

Calculate percent fat in test sample as follows:

$$\text{Fat content, \%} = \frac{(B - C) \times 100}{A}$$

where A = g test portion weight, B = g weight of extraction cup after drying, and C = g weight of extraction cup prior to extraction.

Reference: *J. AOAC Int.* **75**, 289(1992).

ANEXO 2

RESULTADO - ANÁLISIS DE LABORATORIO PERFIL AMINOACÍDICO LARVAS DE RHYNCHOPHORUS PALMARUM



INIRP

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
 LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
 Parícutiermas Sur Km. 1, Calungagua Ins. 2890991-5007134, Fax 3007134
 Calle postal 17-01-340



LSAIA/INIC/ESC

NOMBRE PETICIONARIO: Ing. Danilo Sarabia
DIRECCIÓN: Vía Napo km 2 1/2 paso lateral s/n
FECHA DE EMISIÓN: 14 de enero del 2014
FECHA DE ANÁLISIS: Del 10 de diciembre del 2013 al 14 de enero del 2014

INFORME DE ENSAYO No: 13-370
INSTITUCIÓN: Universidad Estatal Amazónica
ATENCIÓN: Ing. Diego Sarabia
FECHA DE RECEPCIÓN: 02 de diciembre del 2013
HORA DE RECEPCIÓN: 09h15
ANÁLISIS SOLICITADO: Calcio, Fósforo, Hierro, Proteína, Aminoácidos

ANÁLISIS MÉTODO METODO REF.	AMINOÁCIDOS ¹ MO-LSAIA-26 CIMMYT-1985				IDENTIFICACIÓN		
	UNIDAD	13-2118	13-2119	13-2120		13-2121	13-2122
	%						
Acido aspártico		7.41	7.26	7.85	4.70	3.79	13-2118 Muestras de larvas de Rpalmarum R213 P
Treonina		3.25	3.26	3.64	2.21	1.77	13-2119 Muestras de larvas de Rpalmarum R313 P
Serina		3.89	4.10	4.31	2.61	2.27	13-2120 Muestras de larvas de Rpalmarum Natural 1
Acido glutámico		10.51	11.07	11.43	6.63	5.54	13-2121 Muestras de larvas de Rpalmarum Natural 2
Prolina		3.49	3.68	4.28	2.62	1.88	13-2122 Muestras de larvas de Rpalmarum Caña
Glicina		3.50	3.94	3.95	2.28	2.04	
Alanina		5.18	5.66	6.52	3.63	2.91	
Cistina		1.56	1.46	1.36	1.17	0.64	
Valina		4.99	5.00	6.67	3.40	2.69	
Metionina		0.74	0.81	1.02	0.36	0.15	
Isoleucina		3.62	3.68	4.06	2.58	2.03	
Leucina		5.88	5.94	6.57	4.12	3.14	
Tirosina		2.81	2.89	3.24	1.85	1.54	
Fenilalanina		11.92	12.28	13.35	8.13	6.91	
Histidina		2.60	2.47	2.74	1.55	1.54	
Lisina		4.43	4.56	5.53	3.47	2.41	
Arginina		4.53	5.18	4.98	8.19	4.38	

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

[Firma]
Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD

LABORATORIO LSAIA
I.N.I.R.P.
EST. EXP. SANTA CATALINA

[Firma]
Dr. MSc. Iván Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
 NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la muestra y solo podrá ser usada por éste. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor indique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO 3

FOTOGRAFIAS - EXPERIMENTO

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Gráfico 7 Material Biológico – Larvas de *Rhynchophorus Palmarum*



Gráfico 8 Limpieza Larvas R. Palmarum



ANÁLISIS PROXIMALES

Gráfico 9 Análisis Humedad



Gráfico 10 Análisis Grasa



Gráfico 11 Análisis de Proteína



Gráfico 12 Análisis de Ceniza

