

REPÚBLICA DEL ECUADOR



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TEMA:

Influencia del reemplazo de cincuenta por ciento de la proteína bruta con nitrógeno no proteico a partir de la inclusión de urea en sustratos para el crecimiento de *Rhynchophorus palmarum* L.

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR:

Severo Atahualpa Inmunda Nango

TUTOR:

Dr. M. V. David Sancho Aguilera

PUYO – ECUADOR

2016

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL DE
GRADO:

MsC. Sandra Soria
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Francisco Lam
VOCAL DEL TRIBUNAL

Dra. Neyfe Sablón
VOCAL DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Al Dr. David Sancho por haber aceptado ser asesor de mi tesis de investigación y por su apoyo en la elaboración del análisis estadístico, gracias por sus consejos y confianza en mí.

A la bibliotecaria de la Universidad Estatal Amazónica por proporcionarme material bibliográfico de referencia para construir mi trabajo de investigación.

A la Ing. Derwing Diáfara técnico de Laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica por su colaboración en la ejecución del análisis bromatológico de las muestras, sin su apoyo no hubiese sido posible la ejecución y culminación de mi investigación. Gracias

A la MsC. Sandra Soria, Dr. Francisco Lam, Dra. Neyfe Sablón por su inestimable ayuda y paciencia. Sus aportaciones a esta tesis han sido de mucha importancia, y por haber podido contar con su apoyo. Gracias

Severo

DEDICATORIA

A mi Padre: Humberto Inmunda. Gracias por su apoyo y por haberme dado confianza en mí por sembrar valores, sus consejos este logro también es suyo.

A mi Madre: Clementina Nango. Que siempre me ha apoyado, por su cariño, amor de madre y por desear siempre lo mejor para mí.

A mi Hermana: Zulay Inmunda, por sus consejos y seguir apoyándome a pesar del tiempo, por levantarme cuando necesité apoyo. Este logro también es suyo. Lo quiero.

A mi cuñado: Cristian Aragón. Por creer en mí siempre y seguir empujándome hacia culminar mi meta. Gracias.

A mis compañeros de Tesis: Paul Andrango, Mili López. por su dedicación y esfuerzo en la elaboración de esta investigación en conjunto, por su paciencia y amistad.

A todos mis docentes del departamento de ciencias de la tierra: Que han sido maestros y testigos de mi desarrollo, desempeño y dedicación desde estudiante y ahora como profesional: Dr. David Sancho. Ing. Karina Carrera. Ing. Hernán Uvidia. Ing. Alexandra Torres. Ing. Yoel Rodríguez. Gracias por su amistad y apoyo.

Severo

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad del contenido de esta tesis corresponde exclusivamente al autor y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Amazónica.

Severo Atahualpa Inmunda Nango

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Severo Atahualpa Inmunda Nango, bajo mi supervisión.

Dr. M.V. David Sancho Aguilera

DIRECTOR DE TESIS

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESPONSABILIDAD.....	V
CERTIFICACIÓN.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Entomofagia o Antropoentomofagia.....	4
2.2. Los insectos y el hombre.....	6
2.3. Insectos comestible y su valor nutritivo.....	8
2.4. Producción y cultivo de insectos con fines alimenticios.....	10
2.5. Insecto dentro de las culturas.....	11
2.6. <i>Rynchophorus palmarum</i> (Gorgojo de la palma).....	12
2.6.1. Clasificación taxonómica.....	12
2.6.2. Ciclo de vida.....	13
2.6.3. Hábitat natural: Relación planta/animal.....	14
2.6.4. Métodos de cultivo.....	15
2.7. Morete (<i>Mauritia flexuosa</i> L).....	16
2.8. Unguragua (<i>Oenocarpus bataua</i>).....	17
2.9. Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>).....	18
2.10. Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L).....	19

2.11.	Torta de soya (<i>Glycine max</i>).....	20
2.12.	Nitrógeno no proteico (NNP).....	21
2.13.	Minerales (Pecutrin).....	23
CAPITULO III.....		24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1.	Localización y duración del experimento.....	24
3.2.	Materiales y equipo.....	24
3.3.	Factor de estudio.....	24
3.4.	Diseño experimental.....	25
3.5.	Mediciones experimentales.....	26
3.5.1.	Las técnicas analíticas utilizadas.....	27
3.5.2.	Análisis estadístico.....	27
3.6.	Manejo del experimento.....	28
3.6.1.	Obtención de larvas <i>R. palmarum</i>	28
3.6.2.	Cría de larvas de <i>R. palmarum</i>	29
3.6.3.	Preparación de muestras para análisis bromatológicos.....	29
CAPÍTULO IV.....		31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1.	Peso de las larvas de <i>R. palmarum</i>	31
4.2.	Mortalidad de las larvas de <i>R. palmarum</i>	33
4.3.	Materia seca de las larvas de <i>R. palmarum</i>	35
4.4.	Proteína bruta de las larvas de <i>R. palmarum</i>	37
4.5.	Grasa de las larvas de <i>R. palmarum</i>	39
4.6.	Contenido de ceniza de las larvas de <i>R. palmarum</i>	41
4.7.	Análisis microbiológico.....	43
CAPÍTULO V.....		44
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1.	Conclusiones.....	44

5.2. Recomendaciones.....	45
6. RESUMEN.....	46
7. SUMMARY.....	47
8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	48
9. ANEXOS.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1.- Descripción taxonómica <i>R. palmarum</i>	12
Tabla 2.- Porcentaje de la composición nutricional del tejido de morete.....	16
Tabla 3.- Porcentaje de la composición nutricional del tejido de Unguragua.....	17
Tabla 4.- Porcentaje de la composición nutricional del tejido de chonta duro.....	18
Tabla 5.- Porcentaje de la composición nutricional del tejido de caña de azúcar.....	19
Tabla 6.- Porcentaje de la composición nutricional de torta de soya.....	20
Tabla 7.- Porcentaje de la composición nutricional de la urea.....	22
Tabla 8.- Porcentaje de la composición nutricional de pecutrin.....	23
Tabla 9.- Total de materiales, equipos e insumo aplicados para la investigación.....	24
Tabla 10.- Composición nutricional de los tres especies de palma en los sustratos.....	25
Tabla 11.- Sustrato semi-artificial en %.....	26
Tabla 12.- Aporte nutricional en los sustrato semi-artificial.....	26
Tabla 13.- Inocuidad.....	43

Índice Figuras

Figura 1.- Ciclo de vida.....	13
Figura 2.- Metodología para el trabajo de investigación.....	28
Figura 3.- Peso de las larvas por proteína bruta.....	31

Figura 4.- Peso de las larvas por nitrógeno no proteico.....	32
Figura 5.- Peso de las larvas por sustrato caña.....	33
Figura 6.- Mortalidad de las larvas por Proteína bruta.....	34
Figura 7.- Mortalidad delas larvas por NNP.....	34
Figura 8.- Mortalidad de las larvas por sustrato caña.....	35
Figura 9.- Materia seca por proteína bruta.....	35
Figura 10.- Materia seca por nitrógeno no proteico.....	36
Figura 11.- Materia seca sustrato caña.....	36
Figura 12.- Proteína bruta en los sustrato de tres especies de palmas.....	37
Figura 13.- Proteína bruta por nitrógeno no proteico.....	38
Figura 14.- Proteína bruta por sustrato caña de azúcar.....	38
Figura 15.- Grasa para proteína bruta.....	39
Figura 16.- Grasa para sustrato con NNP.....	40
Figura 17.- Grasa para sustrato caña de azúcar.....	40
Figura 18.- Ceniza para proteína bruta.....	41
Figura 19.- Ceniza para NNP.....	42
Figura 20.- Ceniza para sustrato caña.....	42

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En numerosas partes del mundo existen diferentes variedades de insectos que son ingeridas por los humanos, registrándose en la actualidad al menos 527, que son habitualmente consumidos en 36 países de África, 29 de Asia y 23 de América (Ambrosio, *et al.* 2010).

De los insectos comestibles de Sudamérica, el gorgojo de la palma, *Rhynchophorus palmarum*, tiene el potencial más grande de producción en masa y de comercio, y su consumo está asociado con la supervivencia de los pueblos aborígenes americanos de las zonas tropicales (Costa-Neto & Ramos-Elorduy, 2006).

Según Barragán, *et al.* (2009), en Ecuador las larvas de *R. palmarum* son conocidas con el nombre de chontacuro, que en kichwa significa “gusanos de la chonta” y son parte de la dieta alimenticia de los indígenas amazónicos. En épocas recientes su consumo se ha expandido a las ciudades donde los residentes y turistas los aprecian como una exquisitez gastronómica (Fernández, *et al.* 2014). En la Amazonía, varios grupos indígenas lo utilizan como un suplemento importante en sus dietas, además de usarlos con fines medicinales (Choo, *et al.* 2009).

En la provincia de Pastaza, las larvas de *R. palmarum* tiene diferentes denominaciones, según la lengua de las etnias que las consumen. Es así, que en la cultura Kichwa se las conoce con el nombre de “Tuku” o “Mayón”, en la Shuar se las llama “Mukin”, y los mestizos como “Chontacuro”.

Las larvas de coleóptero, además de ser utilizadas para la alimentación humana, son destinadas a la medicina natural y a la cosmetología, por las culturas ancestrales; así lo asevera en una entrevista realizada, el señor Humberto Inmunda de 68 años de edad (2015), quien manifiesta que se desarrollan en las palmáceas, como son los árboles de Ungurahua (*Oenocarpus bataua*), de chonta (*Bactris gasipaes*), y en los ramos (*Ceroxylon* sp).

Según Ambrosio, *et al.* (2010), las comunidades indígenas que en la actualidad registran el consumo de esta larva, están distribuidas en el centro-sur de la Amazonía Ecuatoriana, especialmente en las provincias de Napo, Pastaza y Morona Santiago. La forma de prepararlos está en relación a la cultura, es así que se cuecen en maytos, pinchos o sopa llamada “Katu” en Kichwa.

La forma de obtención de las larvas inicia con la tala de las palmas silvestres, se cortan en porciones de 1 m, se dejan fermentar por 15 días, se espera que los escarabajos ovipositen en el corazón del tallo. Transcurridas entre 8 y 12 semanas, se recolectan las larvas de *R. palmarum* (Onore, 2009).

A pesar de que esta actividad permite el sustento de varias familias indígenas, la tala indiscriminada de las palmas han degenerado la flora y la diversidad existente, por lo que, ha surgido la necesidad de crear alternativas que posibiliten una producción ambientalmente sostenible y sustentable, y además sean acordes a las consideraciones económicas y sociales del entorno y el mundo actual, que es más exigente en el conocimiento, la conservación y uso racional de la biodiversidad.

La presente investigación busca determinar nuevas formas de producción de las larvas de *R. palmarum*, mediante sustratos que garanticen la oferta y demanda, y que a la vez permitan el reemplazo de las palmas por caña de azúcar como sustrato principal, urea, soya, concentrado mineral y concentrado vitamínico como ingredientes complementarios de un sustrato semi-artificial para la cría artificial. Por lo que se plantean los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la influencia del reemplazo de 50% de la proteína bruta con nitrógeno no proteico, a partir de la inclusión de urea en sustratos semi-artificiales para la cría de *R. palmarum*.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar la ganancia de peso de larvas de *R. palmarum* criadas en reemplazo del 50% de la proteína bruta con nitrógeno no proteico, a partir de la inclusión de urea en dos sustratos semi-artificiales.
- Determinar la composición bromatológica de las larvas de *R. palmarum* criadas en tres sustratos diferentes.
- Caracterizar microbiológicamente las larvas obtenidas de *R. palmarum*, estableciendo su inocuidad para el consumo humano.

1.2. Hipótesis

El reemplazo del 50% de la proteína bruta por nitrógeno no proteico en sustratos semi-artificiales para la cría de *R. palmarum* no tiene influencia sobre la ganancia de peso, composición bromatológica e inocuidad microbiológicas de las larvas.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Entomofagia o antropo-entomofagia

El consumo de los insectos como alimento se realiza en diferentes países del mundo, tales como en las regiones de Asia, África y América Latina, donde la ingesta de insectos complementa la dieta de 2.000 millones de personas, lo que refleja que es un hábito que siempre ha estado presente en la conducta alimentaria de los seres humanos (FAO, 2010a).

Según Costa-Neto y Ramos-Elorduy (2006), el término de antropo-entomofagia se introduce para referirse al consumo de insectos por parte de los seres humanos, sin excluir al de productos derivados, tales como la miel, los propóleos y algunos que en su contenido por efecto de las mezclas, los contienen.

La literatura existente que se refiere a la etno-entomológica y que está relacionada con los insectos, se encuentra albergada en reseñas, artículos y libros, publicados con temas de gastronomía de las culturas, especialmente las orientales, siendo aún desconocidos por las poblaciones occidentales del mundo (Paoletti, 2005).

Otro término que se utiliza en la ciencia es la antropoentomofagia, y que se usa para referirse a la manera selectiva y organoléptica por parte de las personas que practican la actividad, pues ellos saben dónde, cómo y cuándo recolectar, y cómo preparar y preservar este recurso para tiempos de escases (Ramos-Elorduy, 1984).

Existen reportes del consumo de insectos como alimento, que hablan desde la época del plio-pleisteceno, como demuestran las evidencias de un estudio realizado sobre diversas herramienta utilizadas por el homínido *Australopithecus robustus*, donde se reveló que las temitas formaban parte de la dieta del hombre (Costa-Neto, 2002a).

Para Ramos-Elorduy (1990), el consumo de insectos es un hábito adquirido culturalmente de generación en generación, las comunidades locales que aceptan y respetan dicha práctica, utilizan los insectos según su presencia, abundancia y disponibilidad, en función de la estacionalidad.

Landero, *et al.* (2007) expresan que la ingesta de insectos abarca cuatro estaciones del año, variando entre las especies que se producen y las etapas de recolección, según las costumbres, en sus propios calendarios de producción de insectos en diferentes ciclos de vida. De acuerdo a lo escrito por Stack, *et al.* (2003), algunos tipos de insectos son recogidos principalmente por mujeres y niños, por ser una actividad de poco riesgo y que proporciona ingresos importantes a las familias rurales; esto se aprecia especialmente en la recolección de orugas.

Existe una secuenciación de consumo de las especies ingeridas de una estación a otra, ya que en cada una, se consumen diferentes tipos de insectos (Ramos-Elorduy y Pino, 2001). En dependencia del tipo de especie, algunas se llegan a almacenar convirtiéndose en un alimento cotidiano para la población, y otras se comercializan en diferentes grados para abarcar el mercado internacional (Ramos-Elorduy, 2005).

Stack, *et al.* (2003), señalan que al cosechar los gusanos, estos se los hierven en agua con sal y se los secan al sol, lo que alarga el tiempo de vida útil por varios meses, pudiendo ingerirlos en los momentos de escases, por ser considerados una valiosa fuente de nutrición.

Los mayores consumidores de insectos son Nigeria, Japón, China y Benín, este último un país ubicado al oeste de África, donde se consumen artrópodos y se evidencia en un estudio preliminar, que son una fuente importante de proteína animal, ya que mejora la salud de los niños desnutridos (Tchibonzo, *et al.* 2005).

Según menciona la FAO (2010b), la entomofagia es practicada por la mayoría de las poblaciones, por lo que es importante para la seguridad alimentaria del hombre, aunque su beneficioso potencial es poco conocido.

2.2. Los insectos y el hombre

Los insectos son importantes en la polinización de plantas silvestres y cultivadas, así como en el control biológico que ejercen sobre otros organismos, práctica que resulta coherente y positiva con el manejo ecológico de los insectos (Costa-Neto y Ramos-Elorduy, 2006).

Además de servir como fuentes de alimentos, los insectos proporcionan a los seres humanos una variedad de productos como la miel y la seda, productos comúnmente conocidos. Por ejemplo, las abejas entregan alrededor de 1,2 millones de toneladas de miel comercial por año, mientras que gusanos de seda producen más de 90.000 toneladas de seda en este mismo período (FAO, 2009).

Las cochinillas (orden *Hemiptera*) producen un tinte rojo llamado carmín, que se ha utilizado para colorear alimentos, textiles, productos farmacéuticos. Otros insectos en cambio, producen una proteína similar a la goma que los permite saltar, y que ha sido utilizada en la medicina para reparar arterias debido a sus propiedades elásticas (Elvin, *et al.* 2005).

Otras aplicaciones médicas incluyen la terapia larval y el uso de productos de la colmena, tales como la miel, propóleo, jalea real y veneno, para el tratamiento de heridas traumáticas e infectadas, así como para las quemaduras (Van-Huis, 2003).

Según Groark (2001), las hormigas desempeñan una importante función en la medicina preventiva y curativa, en uno de los grupos indígenas del sudeste de California se han realizado diferentes tratamientos para la parálisis, las molestias gastrointestinales, los resfriados graves, los dolores, y particularmente se han aplicado en las mujeres al

momento del parto. La especie *Camponotus brutus* es usada para tratar heridas y según las creencias, para tener buena suerte. Los soldados de esta misma hormiga son usados para aliviar problemas auditivos (Banjo, *et al.* 2003).

Los insectos también han inspirado a la tecnología y los métodos de ingeniería, las proteínas de la seda de *B. mori* y las arañas, son fuertes y elásticas, y se han utilizado como biomateriales por su biocompatibilidad con los sistemas vivos, su función como herramienta para la nueva ingeniería de materiales y su estabilidad térmica. Además, por sus características se han convertido en un material prometedor para muchas funciones clínicas en la reparación de arterias, músculo cardíaco y cartílago (Vepari y Kaplan, 2007).

Otro material, como es el quitosano, que es un derivado de la quitina, que forma el exoesqueleto de los insectos, también ha sido considerado como un potencial polímero de base biológica. Los envases naturalizados que se han logrado obtener del exoesqueleto de los insectos, demuestran que posiblemente pueden aclimatar el ambiente interno y proteger el producto de alimentos y microorganismos. Además, puede almacenar antioxidantes en la actividad antimicrobiana contra bacterias, moho y levaduras (Portes, *et al.* 2009).

Según lo descrito por Ingram, *et al.* (1996), los insectos ofrecen una serie de servicios ecológicos fundamentales para la supervivencia de la humanidad, jugando un papel importante en la reproducción de las plantas. Se ha estimado que 100 especies de polinizadores han sido identificadas, de las cuales el 98% son insectos. Más del 90% de las 250.000 especies de plantas con flores dependen de los polinizadores. Esto también es cierto para las tres cuartas partes de 100 especies cultivadas, que generan la mayor parte de los alimentos del mundo.

Los insectos como escarabajos, moscas, hormigas, entre otros, desempeñan un papel importante en la biodegradación de los residuos y descomposición de la materia orgánica, que al final de la cadena son consumidos por hongos y bacterias. De este

modo, los minerales y nutrientes de los seres en descomposición, se hacen fáciles de asimilar y están disponibles en el suelo para la absorción por las plantas. Mientras los cadáveres de animales, por ejemplo, son consumidos por los gusanos y larvas de escarabajos (FAO, 2013).

Según la Federación Internacional de Industrias de Piensos–FIP, la producción de piensos para animales a escala mundial fue de 720 millones de toneladas en 2010, elaborados a base de fuentes tradicionales, como la soja, el maíz, los cereales y la harina de pescado; los que se pueden complementar con insectos, por poseer un máximo potencial para producción a gran escala. Para lograr esto, varios productores de China, Sudáfrica, España y los Estados Unidos están criando grandes cantidades de moscas para la acuicultura, siendo las de mayor presencia las larvas de la mosca soldado negra, de la mosca doméstica y del gusano de la harina (FIP, 2011).

2.3. Insectos comestibles y su valor nutritivo

A nivel local e internacional, Vantomme (2010) reporta que existen más de 1400 especies de insectos que son consumidas por el ser humano, y que la mayor parte de ellas son cosechadas en los bosques tropicales húmedos, razón por la cual los insectos contribuyen significativamente a la seguridad alimentaria de los seres humanos. El aporte no solo está dentro del contexto alimentario, sino que trasciende a lo cultural, especialmente en algunos países en vías de desarrollo, como son África, Asia y América Latina; y desarrollados como Japón (Bahuchet, 1993).

De acuerdo a Costa-Neto (2004), estudios en el área de entomología pueden estimular nuevas ideas a ser investigadas por la ciencia, especialmente aquellas que enfatizan el potencial terapéutico y proteico de los insectos, lo cual representaría una contribución importante a la cuestión de la biodiversidad.

Según determinaron Paoletti, Buscardo y Dufour (2001), al menos 39 grupos étnicos del Amazonas consumen una cantidad consistente de pequeños invertebrados terrestres, lo

que representa cerca del 21,4% de los 182 conocidos en la cuenca Amazónica. Alrededor del mundo, del total de especies existentes, se utilizan 1711 como alimento en aproximadamente 3000 grupos étnicos de más de 120 países. En México, para el año 2003 se registraron 503 especies de insectos comestibles y para el 2008 se incrementó a 547 especies, ubicadas en 241 géneros (Ramos-Elorduy y Viejo, 2007). En Veracruz se consumen 159 especies de insectos, sobresaliendo la zona de las grandes montañas con el 59,1% de las especies registradas en ese Estado (Ramos-Elorduy, *et al.* 2011).

Ramos-Elorduy (2004) también expresa que en México se consumen 13 de los órdenes de la clase Insecta, 3 netamente acuáticos y 3 con familias presentes en aguas continentales, de estas el mayor número de especies censadas corresponde al orden Coleóptera (119), luego el Hymenoptera (101), seguido por los órdenes Hemíptera (90), Orthoptera (78), Lepidóptera (45) y Homóptera (38), en el resto el número de especies varía de 1% a 15%.

En relación con los diferentes órdenes, se puede apreciar que a pesar de que los estudios sobre los insectos comestibles no se han efectuado de una manera sistemática, es fácil notar que los Coleóptera, Lepidóptera, Ortóptera e Isóptera son ampliamente consumidos en todo el continente africano, al igual que en Centro y Sudamérica, en la parte sureste de Asia y en toda la Polinesia y Micronesia y una parte de Australia (Ramos-Elorduy y Viejo, 2007).

Los autores Womeni, *et al.* (2009) señalan que un estudio realizado en Camerún a seis especies de insectos comestibles, encontraron que la grasa de *Macrotermes sp* posee 47,5% de ácido oleico y 8,7% de linoleico, mientras que *Homorocoryphus nitidulus* y *Rhynchophorus phoenicis* presentan un comportamiento contrario, ya que contienen 45,6% y 45,4% de ácido linoleico, y 6,8% y 5,2% de ácido oleico, respectivamente. El resto de las especies investigadas *Zonocerus variegates* y orugas de especies no clasificadas presentaron contenidos de ácido oleico entre 8,5% y 10,7%, y de linoleico entre 6,5% y 21%. Por otra parte, en la Amazonía Ecuatoriana, Sancho, *et al.* (2013) encontraron la presencia de un 59,2% de ácido oleico en las larvas estudiadas de *R. palmarum*.

Vantomme, (2010) manifiesta que de cada 100 gramos de orugas secas, contienen cerca de 53 gramos de proteínas, un 15% de grasas y alrededor del 17% de carbohidratos. Su valor energético ronda las 430 kilocalorías por cada 100 gramos.

La FAO, (2004) revela que 100 gramos de insectos proporcionan más del 100% de las necesidades diarias de los respectivos minerales y vitaminas. A esto se debe acotar además, que los insectos tienen una mayor proporción de proteínas y grasas que la carne de bovino y el pescado, y un elevado nivel de energía. Así también las orugas, en dependencia de su especie, contienen abundantes minerales, por ejemplo: potasio, calcio, magnesio, zinc, fósforo y hierro, y una diversidad de vitaminas. Lo que ha provocado que la composición de ácidos grasos insaturados omega-3 y aminoácidos presentes en la mayoría de los alimentos elaborados a base de insectos, lo conviertan en un producto que resulta ser mejor que la referencia estándar recomendada por la FAO, (2013) y la Organización Mundial de la Salud (Bukkens, 2005).

El valor nutricional de los insectos comestibles es muy variable debido a la amplia gama de especies de insectos comestibles, incluso dentro del mismo grupo de especies, el valor puede variar dependiendo de la etapa metamórfica del insecto, el hábitat en el que vive y su dieta (Arango, 2005).

Lo referido demuestra que los insectos poseen un alto valor nutritivo, con alto contenido en grasas, proteínas, vitaminas, fibra y el contenido mineral, y que aprovechados de forma alimenticia, constituyen un suplemento que cumple de forma suficiente y aceptable en los indicadores de seguridad alimentaria (Arango, 2005).

2.4. Producción y cultivo de insectos con fines alimenticios

La producción y cultivo de insectos con fines alimenticios, según lo manifestado por Ramos-Elorduy, *et al.* (2009), se realizan mayoritariamente para las especies de abejas, de manera especial en las zonas de la Sierra de Zongolica – México, y en la Sierra de Jibóia - Brasil. En ambas áreas se realizaron investigaciones a los habitantes, cuya

economía es de subsistencia. Se listaron los cultivos y protocultivos de los insectos así como el tiempo que lo llevaban haciendo. En Zongolica, donde la población es de origen Náhuatl, se observaron cultivos de abejas con aguijón (*Apis mellifera mellifera* L) y muy raramente alguna especie de abeja sin aguijón (*Meliponas*). Además, se observaron varios protocultivos de avispas, abejas sin aguijón y de larvas de dos lepidópteros conocidos como “cuecla” y “cuetla”.

En el área de estudio referida, se evidencia que los moradores le dan un valor más elevado a este recurso natural renovable, por el elevado número de usos como alimento, medicina, artesanía y ornamento. La miel obtenida sirve para realizar una bebida alcohólica hecha a partir de panales de abejas que ha sido consumida con frecuencia desde varias generaciones (Marchenay, 1999).

En el mismo país – México, en los Estados de Yucatán, Tabasco, Chiapas y Oaxaca, según lo expresado por Vásquez y Solís, (1991), existen los Chontales que producen la miel de *Melipona beecheii*, y que la destinan en la elaboración de medicinas para curar el asma, la tos y los problemas oftalmológicos.

Además, en el Estado de Veracruz, se aprovecha de mejor forma las abejas, debido a las prácticas usadas, lo que se refleja en el mayor número de nidos y de cultivos; las que son semejantes a las de Brasil, que presentan formas más diversificadas y adaptadas a las condiciones del entorno, cuyas características son de una bioregión totalmente neotropical (Ramos-Elorduy, *et al.* 2009).

2.5. Insectos dentro de las culturas

Los insectos han estado presentes desde tiempos antiguos en diferentes culturas alrededor del mundo, donde se los han usado según las costumbres y tradiciones de cada identidad, sean como producto alimenticio o como recurso terapéuticos en la medicina (Costa-Neto, 2005).

Las formas más conocidas de uso, presentan a los gusanos cocidos, molidos, en infusiones, pomadas, emplastos y ungüentos, tanto para medicinas preventivas como curativas, así como para rituales mágicos y religiosos, que favorecen la salud y bienestar físico mental de las personas (Costa Neto, 2002b).

En general, los insectos son utilizados para el tratamiento de afecciones respiratorias, renales, hepáticas, estomacales, intestinales, parasitarias, pulmonares, bronquiales, cardíacas, endocrinas, neuronales, circulatorias, dermatológicas, óseas, oftalmológicas, así como del bazo, páncreas y del aparato reproductor (Ramos-Elorduy, 2001).

En América la tradición viene de tiempos prehispánicos, teniendo presencia especialmente en México las culturas zapoteca, mixteca y maya (Ramos-Elorduy, 2009).

2.6. *Rhynchophorus palmarum* L. (picudo o gorgojo de la palma)

2.6.1. Clasificación Taxonómica

Tabla 1 Descripción taxonómica de *R. palmarum*

Reino	Animal
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Familia	Curculionidae
Genero	<i>Rhynchophorus</i>
Especie	<i>palmarum</i>
Nombre vulgar	Mayon, picudo negro, suri, chotacuro

Fuente: <http://hondurassilvestre.com>

2.6.2. Ciclo de vida

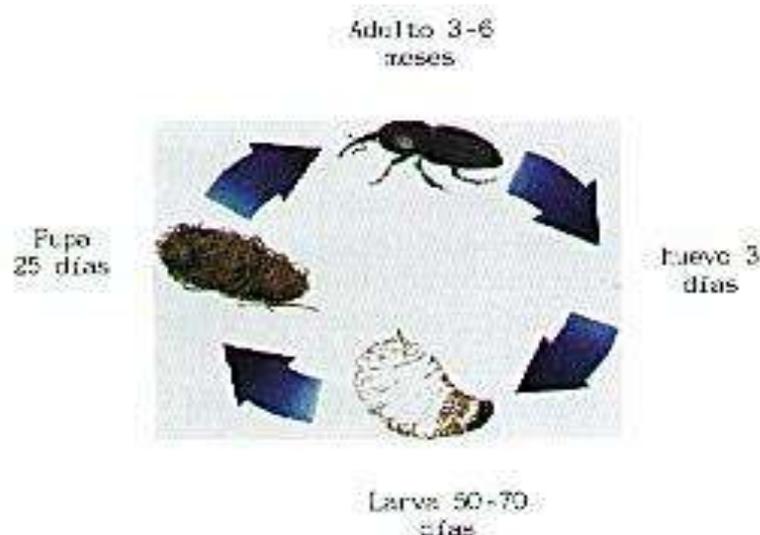


Figura 1 Ciclo de vida *R. palmarum*

El *R. palmarum* se distribuye por toda América tropical, y se reporta la presencia en Ecuador, donde comúnmente es llamado “picudo de la palma”, “picudo americano de la palma”, “gualpa” y “gorgojo del cocotero”. Se presenta en larvas que pueden desarrollarse en la caña de azúcar, la palma de coco, la palma aceitera, el palmito e inclusive en la piña. Habitan en el tallo de la planta, haciendo perforaciones como túneles a lo largo (Esteves y Cedeño, 2008).

El picudo del cocotero o de la palma (*R. palmarum*) es un curculiónido de 2 a 5 cm de largo, de color negro; la parte terminal de la cabeza es alargada y curva. En el macho está cubierta de setas cortas de color castaño y en la hembra es lisa y ligeramente más larga. El huevo mide 2,5 mm de largo por 1 mm de ancho, es de color blanquecino, cilíndrico y de superficie lisa. La larva es recta, hinchada en el centro, ápoda y provista de mandíbulas altamente quitinizadas; su coloración es de amarillo a pardo pálido; alcanza una longitud máxima de 5 cm. La pupa se forma en un capullo de fibras vegetales (Domínguez, *et al.* 1999).

El estado de pupa tiene una duración entre 16 días y 30 días. La pupa mide 80 mm de longitud y 35 mm de ancho. Es de color pardo y por lo general se encuentra en la periferia del tallo, cogollo o en troncos en descomposición (Coto y Saunders, 2004).

2.6.3. Hábitat natural: Relación planta/animal

El *R. palmarum* vive en los troncos viejos de las palmeras y en otros materiales similares. Por la mañana se localiza en las partes tiernas de las plantas sanas axilas de las hojas, cogollos e inflorescencias perforándolas con el aparato bucal, para depositar los huevos. La hembra del picudo, deposita huevecillos individuales en las heridas de la corona, principalmente en la parte interna de las axilas de las hojas; es capaz de ovipositar hasta 924 huevecillos, con un máximo de 63 oviposiciones por día. Las larvas se alimentan del tejido interno del tronco, formando galerías donde completan su ciclo biológico hasta terminar su estadio de pupa. Los adultos salen del tronco de la palma para copular, tienen una capacidad de vuelo de 1.600 km en 24 horas, lo que permite encontrar su planta huésped a grandes distancias (Ramírez, 2008).

De acuerdo a González, *et al.* (1999), la mayor actividad de los adultos se ha observado en las primeras horas del día, así como al anochecer, donde presentan una gran movilidad y viven escondidos en el envés de las hojas de las palmeras. Los adultos del picudo negro son atraídos por el olor emitido por los tejidos fermentados de las plantas afectadas en un período de 72 horas a 27°C, después del cual no existe ningún efecto de atracción. Según Ramírez (2008), los machos en ausencia de las hembras, emiten una feromona de agregación en la planta huésped. La feromona llamada *Rinconforol I*, actúa en combinación con olores provenientes de la fermentación de los tejidos vegetales para atraer picudos negros de ambos sexos.

Los hospederos de *R. palmarum* viven fundamentalmente en las palmeras, aunque se desarrolla también en cultivos como papaya, caña de azúcar, mango y plátano. Todas estas plantas poseen tejidos tiernos y carnosos que exudan fácilmente después de

provocarles una herida; estos tejidos o la savia son ricos en azúcares y son atractivos para los adultos cuando entran en fermentación (Ramírez, 2008).

En la provincia de Pastaza las larvas de *R. palmarum* son muy conocidas por el resto de habitantes de la Amazonía, desde hace mucho tiempo, especialmente en las comunidades de los pueblos indígenas, donde se utilizan en la alimentación, medicina natural y cosmetología.

En las plantas palmáceas como los árboles de unguahua (*Oenocarpus bataua*), chonta (*Bactris gasipaes*), morete (*Mauritia flexuosa*), palma de ramos (*Ceroxylon* sp); se reproducen los escarabajos, produciendo las larvas de *R. palmarum*.

En las poblaciones de nacionalidad kichwa se conoce al escarabajo con el nombre de “Shundu” que es el producto de larvas conocido con el nombre de “Tuku” o “Mayón”, según información proporcionada en una entrevista realizada al Sr. Humberto Inmunda, (2015); en la Shuar se las llama “Mukin”; y, los mestizos las denominan “Chontacuro”.

2.6.4. Métodos de cultivo

En la literatura consultada son escasos para larva de *R. palmarum*, pero se evidencian estudios realizados con otros insectos. En este sentido, Hagley, (1965), expresa que se ha utilizado tejido tierno de palma de coco para mantenerlo vivo; y, Quezada, citado por Esteves y Cedeño (2008), menciona que se usó tallos de papaya, (*Carica papaya*). Giblin y Griffith (1989), desarrollaron una dieta de caña azucarera (*Saccharum officinarum*), y piña (*Ananas comosus*). Zagatti, citado también por Esteves y Cedeño (2008) hicieron una dieta con cereales, agar y suplementos vitamínicos.

Para dicho estudio, el consumo diario de alimento fue de 1,61 g en hembras y 1,94 g en machos. Se utilizaron otros tejidos como caña de azúcar y palma aceitera. La palma perdió frescura a las pocas horas y esto motivó a los insectos a dejar de comer, en cambio la caña de azúcar permaneció atractiva y fue consumida y destruida casi en su

totalidad. El problema de la caña radica en que el tejido es muy destruido, lo cual dificultó poder obtener el dato de consumo. La vaina de hoja de palma de coco fue muy atractiva y no fue dañada con facilidad, lo cual aportó a la toma de datos (Mexzón, *et al.* 1994). A continuación se describen las principales especies que pueden emplearse para la cría semi-artificial de *R. palmarum*.

2.7. Morete (*Mauritia flexuosa* L)

La palma de moriche (*Mauritia flexuosa* L) presenta una amplia distribución desde la cuenca amazónica hasta la Isla de Trinidad. La especie presenta una gran adaptación a suelos con baja fertilidad, además es parte integral del sistema natural regional por lo que se ha convertido en un elemento fundamental para la conservación de las fuentes hídricas y de la biodiversidad. Además, la palma es usada como un recurso que genera alimento, fibras y madera. Su importancia económica varía entre las diferentes regiones geográficas (Trujillo, *et al.* 2011).

Tabla 2 Porcentaje de la composición nutricional del tejido de morete

COMPOSICIÓN	%
Proteína	5
Ceniza	5,5
Humedad	3,2
Fibra	30,5
Macro nutriente	%
Calcio	0,28
Fósforo	0,10
Magnesio	0,18
Potasio	2,15
Sodio	0,46
Micro nutrientes	(ppm)
Hierro	29,8
Cobre	4,6
Magnesio	2,6
Zinc	20,6

Fuente: (Cerde, *et al.* 1999)

2.8. Unguragua (*Oenocarpus bataua*)

Es una palmera arborescente que llega a medir hasta 30 metros de alto. Es monoica, alógama, y altamente apreciada por las tribus Americanas y la población local, por sus frutos nutritivos, ricos en compuestos oleaginosos y proteicos, de los cuales se elaboran bebidas nutritivas. En la época de fructificación, los frutos de *O. bataua* son comercializados en los mercados regionales de la cuenca amazónica. A pesar de su potencial como una nueva fuente de aceites comestibles de alto valor nutritivo, el conocimiento sobre su biología es muy incipiente (Montúfar y Pintaud, 2008).

Tabla 3 Porcentaje de la composición nutricional del tejido de Unguragua

COMPOSICIÓN	%
Proteína	3,7
Ceniza	1,6
Humedad	8,8
Fibra	23,9
Macro nutriente	%
Calcio	0,10
Fósforo	0,10
Magnesio	0,05
Potasio	0,66
Sodio	0,05
Micro nutrientes	(ppm)
Hierro	21,1
Cobre	2,5
Magnesio	8,2
Zinc	6,1

Fuente: (Cerde, *et al.* 1999)

2.9. Chontaduro (*Bactris gasipaes*)

El chontaduro, fruto de la palma *Bactris gasipaes*, ha sido cultivado y consumido desde hace 2000 años en Latinoamérica como alimento de alto valor nutricional, por las poblaciones asentadas en las zonas cálidas y húmedas de centro y sur de América. Las poblaciones de *B. gasipaes* tienen características distintas incluso en la calidad alimenticia y las propiedades nutricionales, lo que incide en las preferencias de los consumidores y opciones de mercadeo.

<Recuperado el 20 de junio del 2015, <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/>>

Tabla 4 Porcentaje de la composición nutricional del tejido de chontaduro

COMPOSICIÓN	%
Proteína	2,5
Ceniza	13,6
Humedad	7,0
Fibra	37,4
Macro nutriente	%
Calcio	0,58
Fósforo	0,16
Magnesio	0,11
Potasio	1,48
Sodio	0,22
Micro nutrientes	(ppm)
Hierro	40,0
Cobre	3,6
Magnesio	9,1
Zinc	46,2

Fuente: (Cerde, *et al.* 1999)

2.10. Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L)

La caña de azúcar es una planta perenne muy apreciada que tiene un tallo macizo que puede llegar a medir hasta 6 m de altura y de 2 a 8 cm de diámetro. Contiene un tejido esponjoso y dulce, que es rico en sacarosa (azúcar) y en fibra. Típicamente se conoce el tallo de la caña, como un tronco liso con anillos fibrosos que se denominan nudos. Las hojas se originan en los nudos del tallo y son largas. La flor es una inflorescencia en forma de panícula de pequeñas espigas. La composición que presenta es de: 73-76% de agua, 8-15% de sacarosa, 11-16% de fibra.

<Recuperado el 31 de junio del 2015, <http://www.botanical-online.com>>

Tabla 5 Porcentaje de la composición nutricional del tejido de la caña de azúcar (*S. officinarum*)

COMPOSICIÓN	%
Materia seca	33,00
NDT	x
Energía digestible	x
Energía metabolizable	0,73
Proteína (TCO)	0,83
Calcio (TCO)	0,11
Fósforo total (TCO)	0,03
Grasa (TCO)	x
Fibra (TCO)	11

Fuente: <http://mundo-pecuario.com>

2.11. Torta de soya (*Glycine max*)

El uso de la soya en la alimentación animal ha abierto un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales.

Por su alto contenido de grasas (18 a 20%) y proteínas (37 a 38%), la soya se presenta como una valiosa materia prima para su utilización en la industria, destacándose la extracción de aceites y la formulación de alimentos balanceados para animales. Con este recurso es posible satisfacer las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves y cerdos, que exigen raciones de alta calidad nutricional y sanitaria, así como, de una elevada densidad energética y proteica.

<Recuperado el 31 junio del 2015, <http://www.engormix.com>>

Tabla 6 Porcentaje de la composición nutricional de torta de soya

COMPOSICIÓN	%
Materia seca	91,00
NDT	75,00
Energía digestible	3,32
Energía metabolizable	2,95
Proteína (TCO)	44,00
Calcio (TCO)	0,35
Fósforo total (TCO)	0,72
Grasa (TCO)	1,40
Ceniza (TCO)	6,50
Fibra (TCO)	6,20

Fuente: <http://mundo-pecuario.com>

2.12. Nitrógeno no proteico (NNP)

Los compuestos con nitrógeno no proteico se pueden utilizar satisfactoriamente en cierta cuantía como sustituto de la proteína, tanto en el engorde de bovinos para producir carne, como en la alimentación de vacas lecheras. A este respecto se utilizan principalmente la urea (Kolb, 1971).

La urea es la fuente más barata de nitrógeno sólido, se presenta como un polvo blanco, cristalino y soluble en agua, que se usa como fertilizante y para la nutrición animal, especialmente en los sistemas de producción animal, siendo el recurso de NNP más difundido (Garriz y López, 2002).

Actualmente se expende en el mercado en forma granulada y perlada, siendo esta última la más recomendable para el uso animal por su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes. Su manejo es en ocasiones difícil, debido a que se usa principalmente para aumentar el contenido de nitrógeno de los alimentos pobres en proteína mediante la amonización en escala industrial (Garriz y López, 2002).

Este suplemento NNP es de rápida degradación ruminal, ya que a las 2 horas de ingestión se produce el pico de amoníaco en rumen y, de 9 a 10 horas este vuelve a tener el nivel que tenía antes de la ingestión (Kolb, 1971).

Su aprovechamiento para la síntesis de proteína microbiana dependerá, entre otros factores, del aporte simultáneo de energía en el rumen. La urea es un compuesto de NNP comercial que contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, por lo tanto, 100

gramos de urea representan 287,5 g de proteína cruda (PC) para el animal, contenido de nitrógeno por 6,25 (Kolb, 1971).

Tabla 7 Porcentaje de la composición nutricional de la urea

COMPOSICIÓN	%
Materia seca	100,00
NDT	0,00
Energía digestible	0,00
Energía metabolizable	0,00
Proteína (TCO)	287,5
Calcio (TCO)	0,00
Fósforo total (TCO)	0,00
Grasa (TCO)	0,00
Ceniza (TCO)	0,00
Fibra (TCO)	0,00

Fuente: <http://mundo-pecuario.com>

2.13. Minerales (Pecutrin®)

Es un suplemento mineral completo en macronutrientes y micronutrientes, adicionado de vitaminas solubles en grasa. Se caracteriza por la alta biodisponibilidad de sus fuentes minerales. <Recuperado el 4 de junio del 2015, <http://www.ecuaquimica.com.ec>>

Tabla 8 Porcentaje de la composición nutricional de pecutrin

Macro nutrientes	%
Calcio	22,8
Fósforo	18,7
Sodio	5,0
Magnesio	1,2
Azufre	0,20
Micro nutrientes (ppm)	%
Cobre	2000
Cobalto	18
Hierro	650
Manganeso	900
Zinc	2300
Yodo	110
Selenio	20
Molibdeno	10

Fuente: <http://www.ecuaquimica.com.ec>

Para la elección de materias primas para las dietas de las larvas es importante considerar:

- a. La disponibilidad de la materia prima en el medio
- b. La facilidad de su uso en el proceso de mezclado
- c. El uso de alimentos que no representen competencia directa con el consumo humano.

Con estas acotaciones, se determina que los ingredientes para cría semi-artificial de *R. palmarum* son: caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) picada, urea, torta de soya (*Glycine max*), concentrado mineral (Pecutrin), y concentrado vitamínico.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración del Experimento

La investigación se realizó en la provincia de Pastaza cantón Puyo en los laboratorios pertenecientes a la Universidad Estatal Amazónica, con una duración de 45 días. El Campus Central está ubicado en la ciudad de Puyo, en el Km. 2 ½ de la Vía a Napo, Troncal Amazónica E45. El cantón Puyo se encuentra a una altitud: 954 m.s.n.m. Las condiciones meteorológicas son: humedad relativa: 85%; temperatura media: 25,9°C, pluviosidad: 4500 mm/año, heliofanía 1048,4 h/año valores promedios reportados por (INAMHI, 2013).

3.2. Materiales y Equipos

Los materiales y equipos detallados en la Tabla 9 fueron útiles para la ejecución de esta investigación:

Tabla 9. Total de materiales, equipos e insumos aplicados para la investigación.

Materiales	Equipos	Equipos de laboratorio	Insumos
Gavetas	Computadora	Estufa	Caña
Tarinas	Cámara	Mufla	Urea
Picadora de caña	Flash memori	Equipos Soxhelt	Palmito
Balanza digital			Agua
			Minerales
			Vitaminas

3.3. Factor de estudio

Se analizó la combinación de tres factores en los sustratos para la cría de *R. palmarum*: a través de la dosificación de proteína bruta, nitrógeno no proteico y el contenido de caña

de azúcar en los sustratos para la alimentación de larvas a partir del tercer estadio en condiciones controladas de laboratorio.

3.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño multifactorial de tres factores.

Factor 1: proteína bruta con tres niveles: 2,5%, 3,78 y 5%

Factor 2: dos niveles de nitrógeno no proteico (NNP) 0,52% y 0,27%

Factor 3: dos niveles sustrato caña: 59,77% y 58,66%

La tabla 10 detalla la composición nutricional según Cerda *et al.* (1999) correspondiente a las tres especies de palmas que en la naturaleza son infestadas por *R. palmarum* como sustrato para el desarrollo de las larvas de este coleóptero y que sirvió de línea base para preparar un sustrato semi-artificial para la cría en condiciones controladas de laboratorio en el desarrollo del experimento.

Tabla 10 Composición nutricional de las tres especies de palmas que en la naturaleza son infestadas por *R. palmarum*

Composición	<i>Bactris gasipaes</i>	<i>Oenocarpus bataua</i>	<i>Mauritia flexuosa</i>
Proteína	2,5	3,7	5
Ceniza	13,6	1,6	5,5
Humedad	7,0	8,8	3,2
Fibra	37,4	23,9	30,5

Fuente: (Cerda, *et al.* 1999)

La composición porcentual de los sustratos semi-artificiales probados en la investigación se describen en la tabla 11, los que fueron balanceados en función del contenido de caña de azúcar fresca, urea como fuente de nitrógeno no proteico, torta de soya como suplemento de proteína bruta, la adición de sales minerales y vitaminas en niveles

constantes pero necesarios para el desarrollo normal de las larvas y agua para ajustar la relación porcentual del material preparado.

Tabla 11 Sustrato semi-artificial en %.

Sustrato	Caña	Urea	Soya	Agua	Concentrado mineral	Concentrado vitamínico
N1	64,17	0,52	3,50	31,70	0,07	0,04
N2	68,84	0,27	2,08	28,70	0,07	0,04

Fuente: Elaboración propia

El aporte nutricional para los sustratos semi-artificial, es expresado en (%), se reporta en la tabla 12, dicho aporte nutricional utilizó el nivel inferior y superior del contenido natural de las palmas en las que *R. palmarum* normalmente se desarrolla, y fue ajustado con el contenido de urea y de la torta de soya.

Tabla 12 Aporte nutricional en los sustrato semi-artificial

Sustrato	Proteína bruta
1	5%
2	2,5%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Mediciones experimentales

Como variables de respuesta se midieron: la mortalidad de las larvas durante el manejo del experimento, variable que fue expresada en porcentaje (%); el peso de larvas (g), y sobre la base seca del material experimental se evaluó el porcentaje de: materia seca (%), la proteína cruda (%), grasa (%) y ceniza (%).

3.5.1. Técnicas analíticas utilizadas

Materia seca: para la determinación de la materia seca se procedió a deshidratar las larvas en una estufa a una temperatura de 55 °C hasta conseguir un peso constante, mediante el método (A.O.A.C, 2006).

Grasa: Para la obtención de aceite se partió de la materia seca obtenida de las larvas, en el proceso se trituro con un mortero, se elaboró un cartucho de papel filtro con un peso aproximado de 40 g y se procedió a poner en el equipo Soxhlet utilizando éter (250 ml) para la destilación durante dos horas. Para esta determinación se aplicó el método (A.O.A.C. 1999).

Cenizas: En la determinación de la ceniza se pesó un gramo de materia seca de las larvas más el peso del crisol, la diferencia en ceniza producto que se puso en una mufla a una temperatura de 600 °C durante dos horas. Se aplicó la norma INEN 467 (INEN, 1980a).

Proteína cruda: Para la obtención de proteína cruda se realizó el proceso de digestión en el equipo kjeldah para ello se pesó 1g de materia seca con 20 ml de H₂SO₄, una pastilla Hendar y 5 perlas de cristal. En el proceso de destilación: se le añadieron 65 ml de agua destilada más 60 ml de NaOH. Se tituló con tres gotas de tashiro (indicador) y 35 ml H₃BO₃, para la obtención del resultado final. Para esto se utilizó la norma INEN 465 (INEN, 1980b).

3.5.2. Análisis Estadístico

A los resultados obtenidos para las variables de respuesta en los diferentes sustratos evaluados se les aplicó un análisis de varianza con una significación $p < 0,05$. Los datos se analizaron con el sistema Statgraphics Centurión XVI (Statpoint technologies, 2012), y en los casos que existió diferencias estadísticas significativas con un valor $p < 0,05$, se analizaron las medias a través de la prueba de rangos múltiple de Duncan.

3.6. Manejo del experimento

Para la influencia del reemplazo de cincuenta por ciento de la proteína bruta con nitrógeno no proteico a partir de la inclusión de urea se utilizó la siguiente metodología de trabajo figura 2.

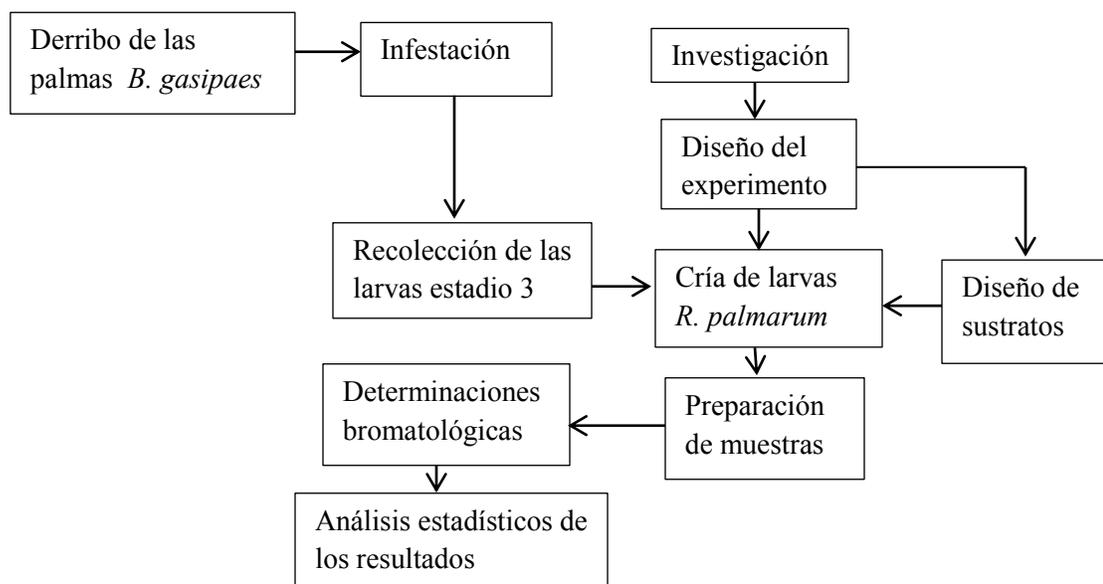


Figura 2 Metodología para trabajo de investigación.

3.6.1. Obtención de larvas de *R. palmarum*

Las larvas se consiguieron en la parroquia Madre Tierra sector ubicado vía a Santana aproximadamente a 20 km de la ciudad de Puyo. Se manejó la metodología utilizada por los indígenas de la provincia y descrita por Choo, Zent y Simpson (2009) que consiste en provocar la infestación de las palmas, para esto se derribaron 3 palmas de diferentes especies *Bactris gasipaes*, *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* situadas en una área intervenida con ganadería, la altura media de los ejemplares fue de aproximadamente 5 m, los que fueron elegidos tomando en cuenta su cercanía a la vía de acceso. Para incrementar las posibilidades de infestación, los troncos fueron divididos en trozas de 1m. La recolección se hizo transcurridas 3 semanas a partir de la tala. Se seleccionaron un total 270 larvas de estadio tres, 30 para cada tratamiento y 30 para cada una de sus réplicas.

3.6.2. Cría de las larvas de *R. palmarum*

Se compraron recipientes plásticos desechables con tapa, de un litro de capacidad, a los que se les hizo un pequeño orificio cercano al borde superior de la tapa con el fin de lograr el ingreso de aire y evitar en lo posible la pérdida de humedad. Las larvas fueron seleccionadas tomando en cuenta su uniformidad en tamaño, del estadio tres. Mismas que se colocaron de manera individual en los recipientes, para evitar el canibalismo reportado por Mexzón, *et al.* (1994). Los recipientes se colocaron en gavetas de plástico de 60 cm de largo x 40 cm de ancho x 35 cm de altura en grupos de 30 unidades; las gavetas se rotularon con el código correspondiente al sustrato y réplica. Cada grupo se manejó como unidad experimental.

Para la cría de las larvas se prepararon sustratos naturales con diferentes especies de las palmas, *Bactris gasipaes*, *Mauritia flexuosa* y *Oenocarpus bataua* y los semi artificiales con la caña picada, torta de soya, urea, minerales y vitaminas. Los sustratos se prepararon mediante mezcla de forma manual, para el día de su aplicación; excepto los sustratos semi-artificiales que se elaboraron 3 días antes, debido a que en ensayos previos se presentó elevada mortalidad al suministrar a las larvas en sustrato recién elaborado.

Se prepararon 5 kg de sustrato para cada tratamiento y réplicas, respectivamente. El ensayo tuvo una duración de 45 días, el sustrato se renovó cada 15 días según lo descrito por Martín y Cabello (2006). En total se realizaron 6 suministros en cada uno de estos. Se eliminaron las larvas muertas, las que se totalizaron al finalizar el experimento.

3.6.3. Preparación de muestras para análisis bromatológicos

Una vez transcurridos los 45 días, las larvas se lavaron en agua y se pesaron en una balanza analítica en grupo de 10 larvas según el sustrato, empleado para su crecimiento y desarrollo, determinando el peso promedio de las larvas por cada uno.

Al final del experimento las larvas correspondientes a cada tratamiento y réplica se colocaron en bolsas plásticas tipo Ziplock® de cierre hermético previamente rotuladas, y luego se colocaron en el congelador a una temperatura $(-12 \pm 2\text{oC})$ para provocarles la muerte, y garantizan la integridad de las larvas, para evitar la pérdida de sus componentes. Luego se llevaron al laboratorio de química y bromatología de la Universidad Estatal Amazónica para el posterior análisis bromatológico de las muestras por tratamiento.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados del análisis bromatológico fueron: de las larvas de *R. palmarum*

4.1. Peso de las larvas de *R. palmarum*

En la figura 3 podemos observar la ganancia de peso de las larvas criadas naturalmente en los tres especies de las palmas. Para el nivel 1 en sustrato de *Bactris gasipaes* se obtuvo un peso de 11,4 g, para el nivel 2 en sustrato de *Oenocarpus bataua*, un peso de 10,9 g y para el nivel 3 en sustrato *Maurititia flexuosa* con un peso de 9,97 g con tal consideración las larvas con mayor ganancia de peso fueron en aquellas criadas en sustrato de *Bactris gasipaes*, evidenciándose que esta palma posee un 37,4 g de fibra que pueda favorecer la fácil digestión por las larvas ya que el tejido de la chonta es suave y jugoso (Cerde, *et al.* 1999).

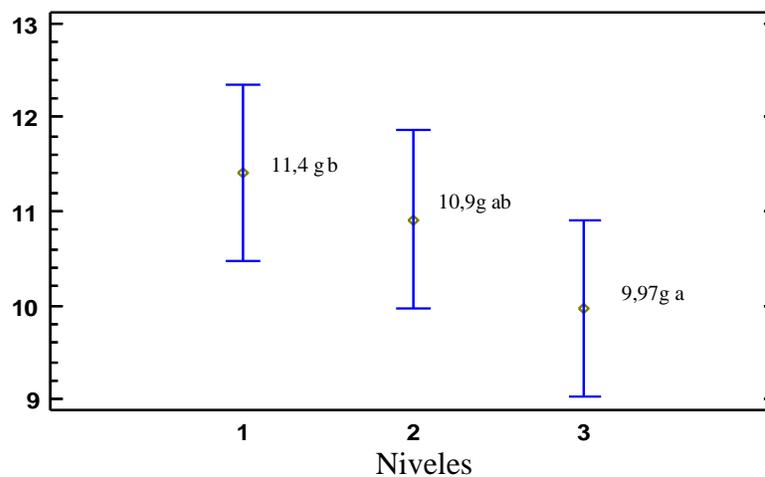


Figura 3.- Peso de las larvas por proteína bruta

Los resultados de comparación múltiple para determinar las diferencias entre media fueron significativos, puesto que el valor- $p > 0,05$, para el nivel 1 se destaca en el rango b alejándose significativamente del peso de los niveles 2 y 3.

En la figura 4 se describe el peso alcanzado por las larvas para los niveles de nitrógeno no proteico en el sustrato semi-artificial, en los que se obtuvieron: para nivel 1 un peso de 11,1 g, y en el nivel 2, un peso de 10,4 g, lo cual permite deducir que en los sustratos estudiados existió un desarrollo normal de las larvas en comparación con el desarrollo de estas en los medios naturales.

En lo relativo a la ganancia de peso utilizando urea como NNP y dando respuesta al trabajo de investigación, se puede inferir que los sustratos del nivel (1), tiene el valor más alto en ganancia de peso con una media de 11,1 g, siendo estos valores superiores a los reportados por Sancho (2012) quien señala un valor de 10,46 g, para larvas de *R. palmarum* cultivadas en sustratos semi-artificiales, y superiores a los obtenido por Cerda *et al.* (1999), de 9,6 g para larvas de *R. palmarum* criadas en Moriche (*Mauritia flexuosa*), puesto que al no existir diferencias estadísticas significativas entre las medias y los niveles estudiados en los sustratos evaluados y al encontrarse valores de peso superiores a los reportados por otros autores en larvas cultivadas en sustratos naturales y semi-artificiales se puede afirmar que existió desarrollo normal de las larvas en los sustratos investigados.

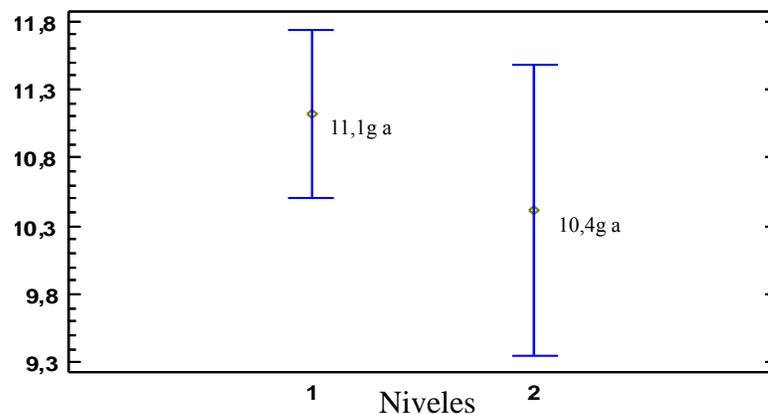


Figura 4.- Peso de las larvas por Nitrógeno no proteico

En la figura 5 al analizar los sustratos para los niveles de caña de azúcar dieron lugar a los siguientes resultados de ganancia de peso. Para el nivel 1 se obtuvo un peso de 10,7 g, y para en nivel 2 con un peso de 10,8 g. Estos resultados sin diferencias son similares a los sustratos naturales y semi-artificiales antes mencionados.

Se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes a otras. Sin embargo, se destaca que para el peso de la larva no se detectaron diferencias entre niveles probados en los sustratos semi-artificiales.

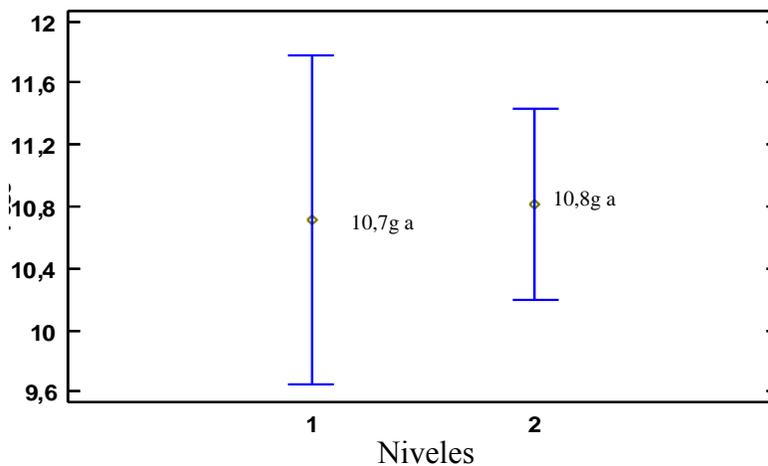


Figura 5.- Peso de las larvas por sustratos caña

4.2. Mortalidad de las larvas de *R. palmarum*

En la figura 6, la mortalidad de las larvas debida a los niveles de proteína bruta en los sustratos para la cría natural en tres especies de palma, se puede indicar que para el nivel 1 en sustrato de *Bactris gasipaes* se registró una mortalidad, de 26,4 %, para nivel 2 en sustrato *Oenocarpus bataua* alcanzo una mortalidad de 28,7 %, y para el nivel 3 en sustrato de *Mauritia flexuosa* se produjo una mortalidad de 26,5 %. Consideración que para dar respuesta al trabajo de investigación detectó que en los sustratos de nivel 1 y 3

existió menor mortalidad, sin que las diferencias sean significativas entre los niveles analizados.

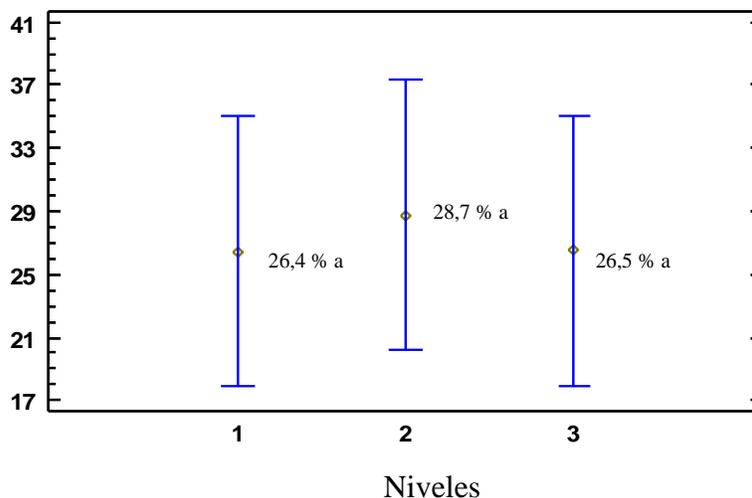


Figura 6.- Mortalidad de las larvas por proteína bruta

La mortalidad de larvas en los tratamientos con inclusión de los niveles de nitrógeno no proteico (NNP), reportados en la figura 7 permitieron deducir que para el nivel 1 se obtuvo una media de 33,8 %, y para el nivel 2 una media de 20,7 %, lo cual destacó el hecho que en el nivel 2 existió menor mortalidad en comparación con el nivel 1 y que las diferencias fueron estadísticamente significativas, por lo que una menor concentración de NNP incide sobre la mayor sobrevivencia de las larvas.

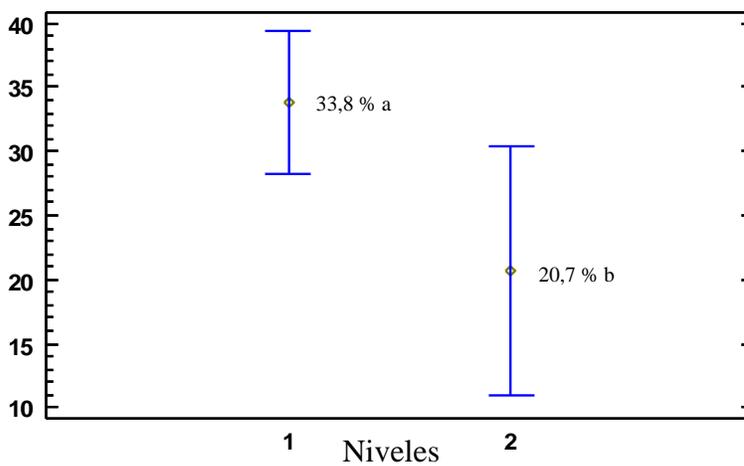


Figura 7.- Mortalidad de las larvas por NNP

En la Figura 8 la mortalidad en relación a la influencia del sustrato caña evaluado indicó que para el nivel 1 se obtuvo una media de 25,6 % y para el nivel 2 una media de 28,8 %, sin diferencias estadísticas para este nivel.

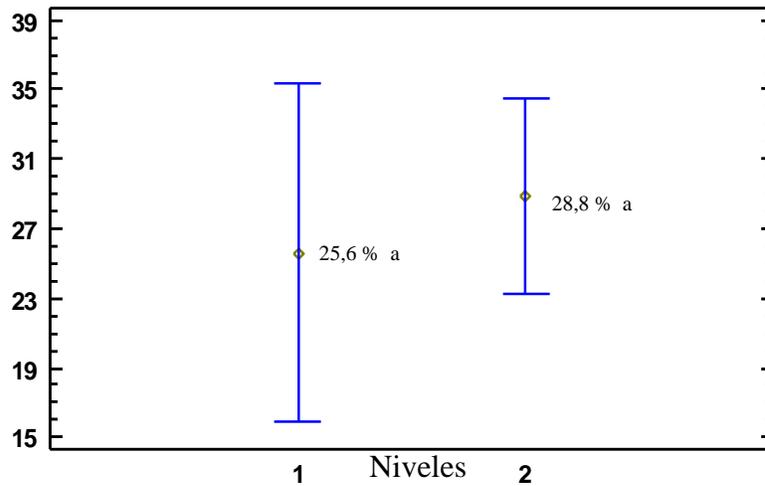


Figura 8.- Mortalidad de las larvas por sustrato caña

4.3. Materia seca de las larvas de *R. palmarum*

En la figura 9 se puede observar que la materia seca de las larvas en nivel 1 reportó una media de 33,9 % de MS, en el nivel 2 una media de 35,3 % y en el nivel 3 una media de 34,7 %. El mayor porcentaje de materia seca se registró en sustrato de *Oenocarpus batau* de 35,3%, sin que existan diferencias significativas para el sustrato.

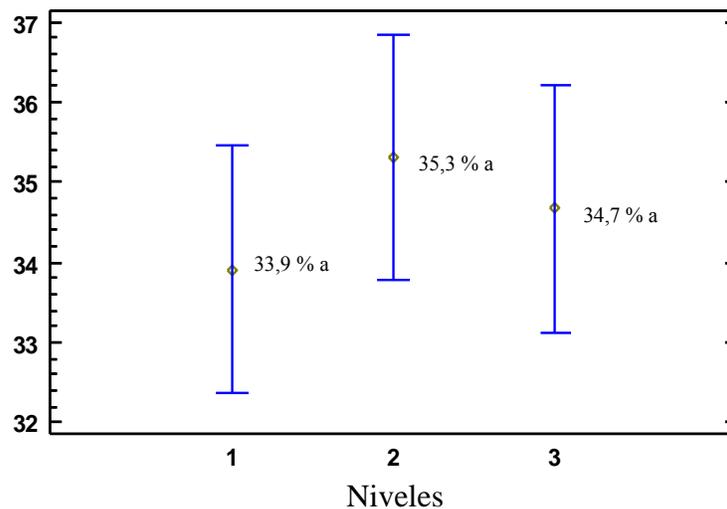


Figura.- 9 Materia seca por proteína bruta

Figura 10. Se puede deducir para los niveles con NNP el nivel 1 obtuvo una media de 33,4% MS, y para nivel 2 una media de 35,9%, que se destaca estadísticamente.

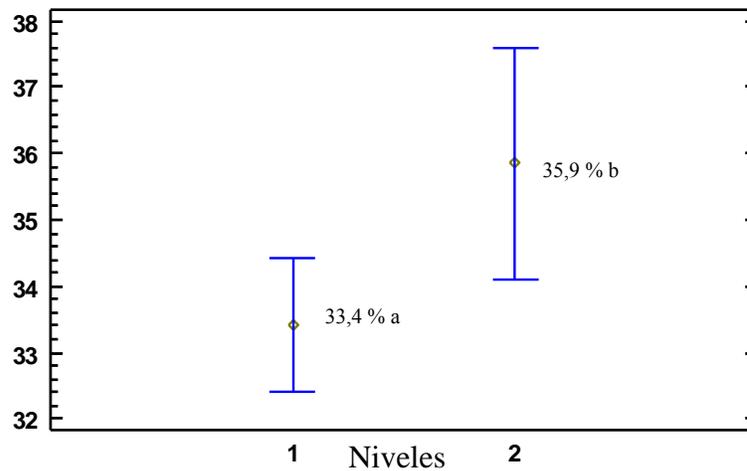


Figura 10.- Materia seca por nitrógeno no proteico

En la figura 11 se puede apreciar que las medias de materia seca encontradas en los sustratos con caña, para nivel 1 con una media de 38,3 % y para nivel 2, una media de 30,9 %, siendo el primero el que obtuvo el mayor contenido y diferenciándose estadísticamente de N 2 con respecto a la caña.

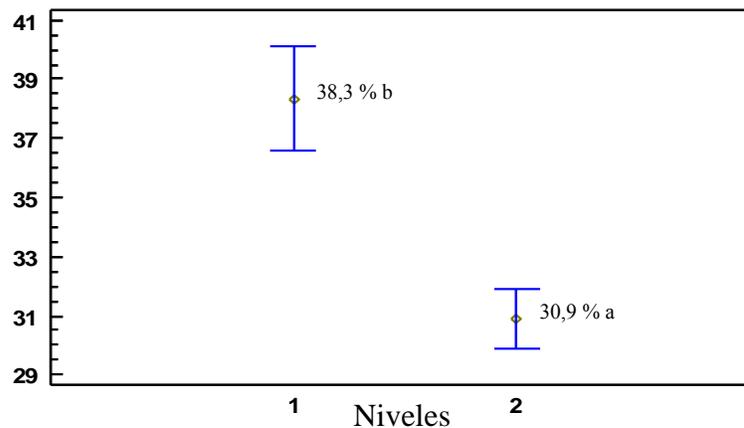


Figura 11.- Materia seca sustrato caña

Este efecto alcanzado puede confirmar que el sustrato para la cría natural de nivel (2), tiene el valor más alto en MS de (35,3%), seguido por sustrato de NNP nivel (2), de (35,9%), bastante más alto sustrato caña de nivel (1), con (38,3%). En comparación con estudios realizados son superiores a los descritos por Sánchez, *et al.* (1997) de 29,72 %;

y a los presentados por Sancho, et al. (2013) en larvas de *R. palmarum* con 34,96%. Mientras que Elemo, et al. (2011), Ekpo y Onigbinde (2005) en larvas de *R. phoenicis* obtuvieron un rango superior de 56,54 % y 34,15%, respectivamente. Los resultados antes expuestos se encuentran dentro de los rangos reportados para larvas de *R. palmarum*.

4.4. Proteína bruta de las larvas de *R. palmarum*

En los sustratos naturales analizados para el porcentaje de proteína bruta (PB), dio lugar a los siguientes resultados: para nivel 1, se registró una media de 23,1 %, para nivel 2, de 21,8 %, y para el nivel 3 un promedio de 23,7 % con los resultados antes expuestos se puede manifestar que las larvas criadas en los sustratos de *Oenocarpus batau* poseen mayor porcentaje de proteína bruta como indica figura 12. Diferencias estadísticas significativas para los niveles 2 y 1.

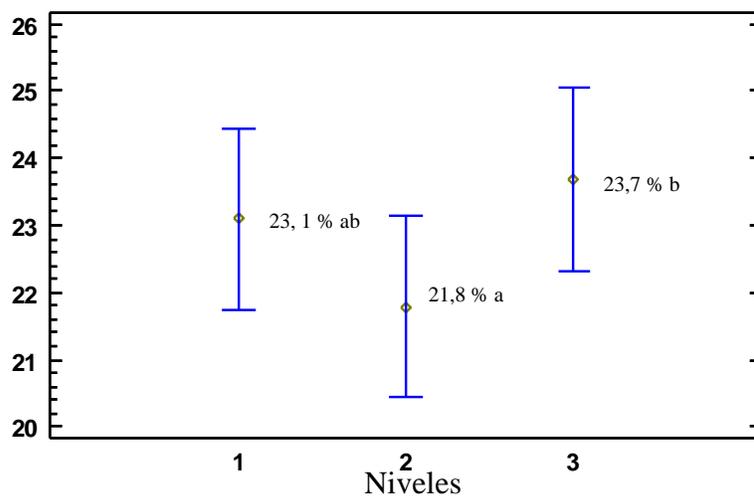


Figura 12.- Proteína bruta en los sustratos de tres especies de palmas

En los sustratos con los niveles de nitrógeno no proteico se obtuvo los siguientes resultados para el porcentaje de proteína bruta: el nivel 1 reportó una media de 22,0 % y el nivel 2 una media de 23,7 % con por porcentaje superior asociada a la mayor concentración de NNP y que difiere estadísticamente del resto como se detalla en la figura 13.

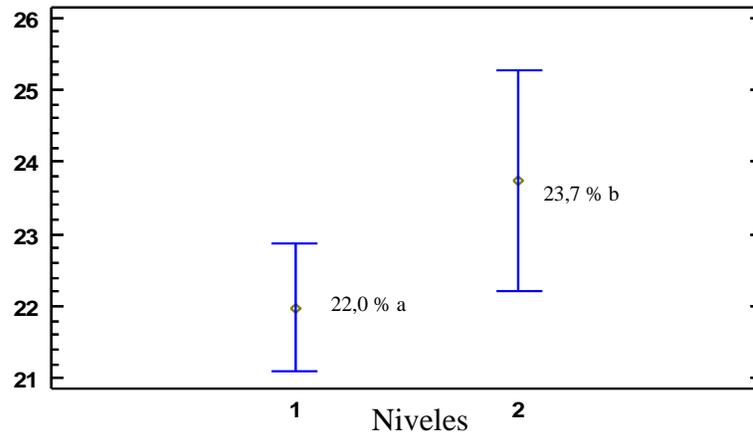


Figura 13.- Proteína bruta por nitrógeno no proteico

Las medias alcanzadas para los niveles de sustrato caña en base seca se reportaron para nivel 1 de 22,7 % y para nivel 2 de 23,0 % de proteína bruta sin existir diferencias estadísticamente significativas en los sustratos, se puede manifestar que los dos sustratos incidieron de manera similar para la PB figura 14.

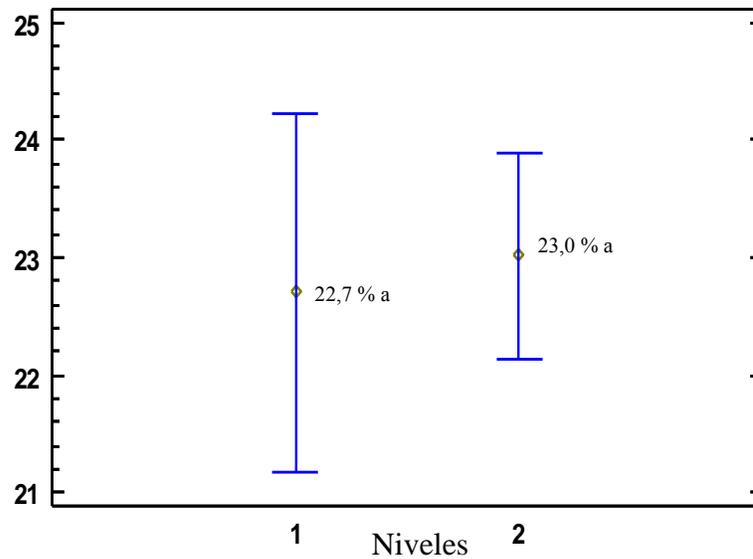


Figura 14.- Proteína bruta por sustrato caña de azúcar

Con tal consideración y dando respuesta al trabajo planteado, se puede confirmar que el sustrato natural de nivel 3, fue el valor más alto de PB determinada en la investigación sobre la base de larvas secas de 23,7 %, sustrato con NNP, nivel 2 con 23,7 % y al

sustrato caña con 23,0 % valores inferiores a los obtenidos por Sancho, (2012) y que fueron 24,04 % de PB al cultivar las larvas en sustrato semi-artificial, y el reporte de Cerda *et al.* (1999) que obtuvo 25,79% para larvas de *R. palmarum*, en base seca de PB y superior a lo reportado por Delgado *et al.* (2008), para larvas de *R. palmarum*, de 9,49% de PB criadas en estipe de morete (*Mauritia flexuosa*). Los valores antes mencionados casi son iguales en todos los casos a lo mencionado por los autores antes citados.

4.5. Grasa de las larvas de *R. palmarum*

En la figura 15 se pueden encontrar los resultados del análisis correspondiente al contenido de grasa, que presenta en la evaluación para los tres tipos de sustrato de las 3 diferentes especies de palmas.

Las medias para estos sustratos fueron los siguientes: para nivel 1 una media de 57,6 %, para el nivel 2 se obtuvo 59,6 % y para el nivel 3 una media de 56,7 %, se puede manifestar que el sustrato 2 posee mayor porcentaje de grasa metabolizada por las larvas, y sin diferencias estadísticas en los sustratos.

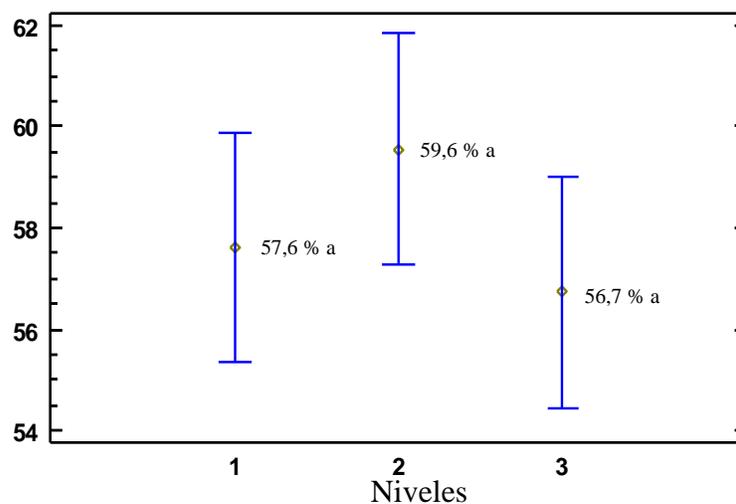


Figura 15.- Grasa para proteína bruta

Las medias para los sustratos con los dos niveles de NNP reportaron los siguientes resultados: para el nivel 1 una media de 57,7 % y en el nivel 2 con un promedio de 58,2 % lo que permite observar que la cantidad de grasa obtenida naturalmente tuvo un aumento en el contenido de grasa en los sustratos estudiados con NNP que además no fueron estadísticamente diferentes figura 16.

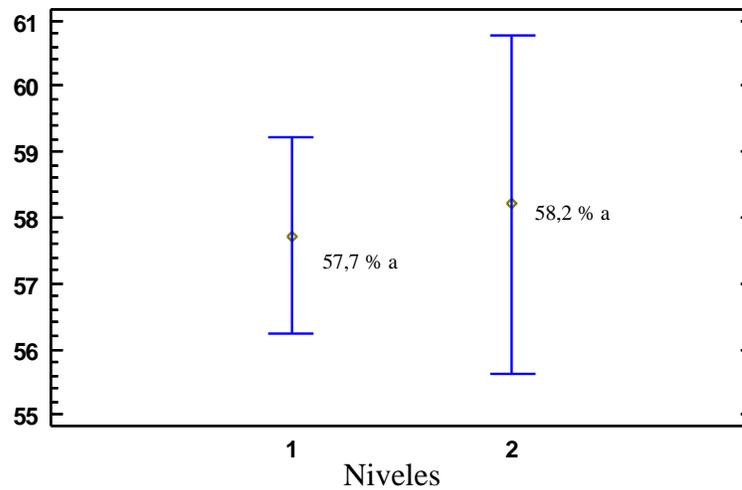


Figura 16.- Grasa para sustrato con NNP

Las medias para los sustratos caña arrojaron los siguientes resultados. Para el nivel 1 con una media de 62,8 % y para el nivel 2 de 53,2 %. Se puede considerar que el contenido de grasa del nivel 1 es superior a los otros niveles mencionados, de grasa en promedio como se detalla en la figura 17, destacando la diferencia estadística existente al ubicarse en el rango.

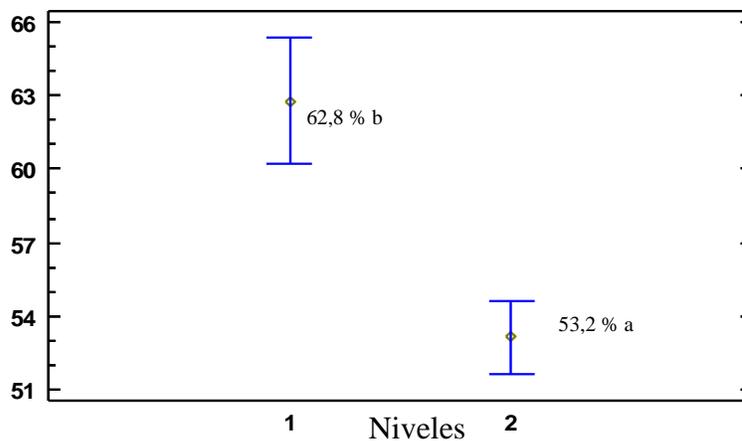


Figura 17.- Grasa para sustrato caña de azúcar

Los valores encontrados para la variable % de grasa, para sustrato natural de nivel 2, fue con un valor promedio 59,6 % de grasa en base seca seguido por el sustrato de NNP también en el nivel 2, con 58,2 % y en el sustrato caña se obtuvo 62,8% de grasa en base seca. Los tres factores evaluados fueron superiores a los expresados por Cerda *et al.* (1999) que reporto 38,51 %, y Sánchez *et al.* (1997) con 47,41 % de grasa y muy alto referente al Delgado *et al.* (2008) de 30,23 % para larvas de *R. palmarum*, lo que permite proyectar que en todos los casos el contenido de grasa de las larvas de *R. palmarum* cultivadas en sustratos *S. officinarum* se encuentra dentro de los valores informados para la especie.

4.6. Contenido de Ceniza para las larvas de *R. palmarum*

Con tal consideración y dando respuesta a la hipótesis planteada en el trabajo de investigación, se puede confirmar que de los sustratos probados, el valor más alto para ceniza, se obtuvo ubicado en un rango estadístico diferente del nivel 1 (1,71%), seguido por sustrato de nivel 2 (1,46%), y en tercer lugar el nivel 3 de 1,41% que difieren estadísticamente del nivel 1; ya que fue, la mejor dieta para alcanzar un contenido importante de ceniza en las larvas criadas naturalmente como se indica en la figura 18.

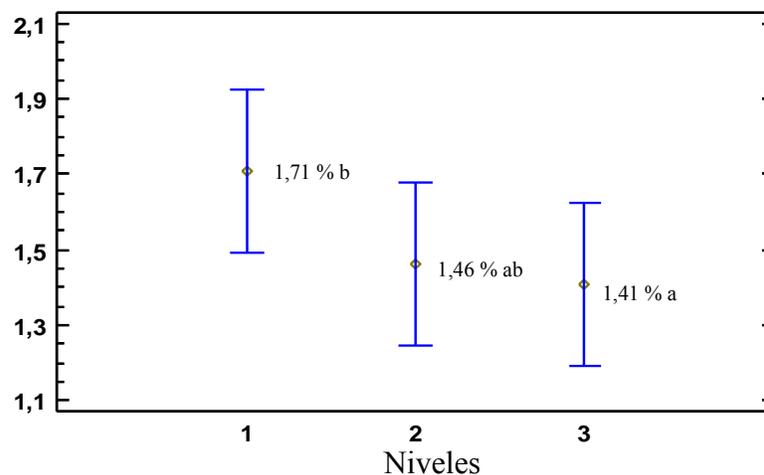


Figura 18.- Ceniza para proteína bruta

Las medias alcanzadas para el porcentaje de ceniza en los niveles de NNP en los sustratos dieron término a los siguientes resultados: para el nivel 1, se registró una media de 1,56 % y para el nivel 2 una media de 1,5 % estos resultados comparados con larvas criadas naturalmente son similares a la cantidad de ceniza obtenidos como se detalla en la figura 19.

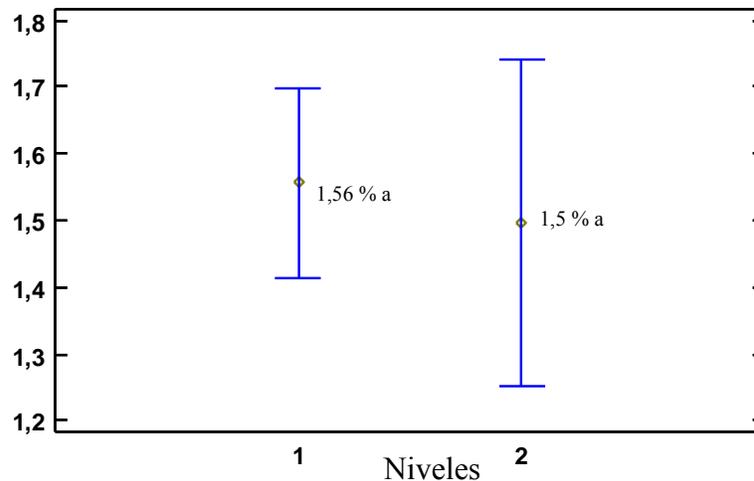


Figura 19.- Cenizas para NNP

En la figura 20 los resultados obtenidos para los sustratos con caña que como resultado analizó, para nivel 1 una media de 0,638 % y para el nivel 2 una media de 2,41 %, se puede manifestar que el sustrato del nivel 2 posee los valores más altos en comparación con los sustratos criados naturalmente y con los sustratos mejorados con los niveles de NNP.

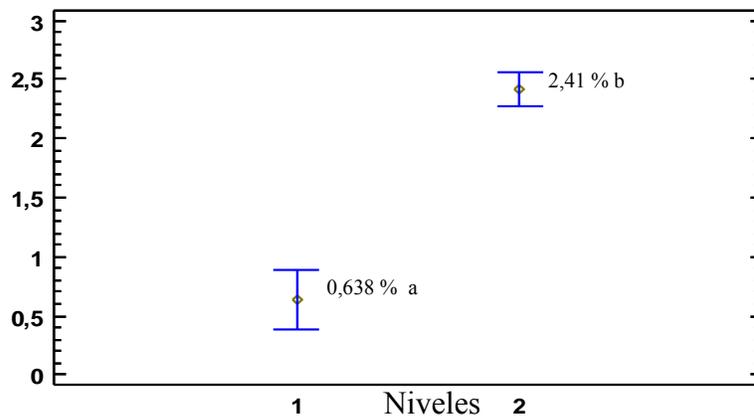


Figura 20.- Ceniza para sustrato caña

Con tal consideración y dando respuesta a la hipótesis planteada en el trabajo de investigación, se puede confirmar que las dietas probadas tuvieron el valor más alto de ceniza, con sustrato natural de nivel 1 (1,71 %), seguido por la dieta de NNP de nivel 1 (1,56%), y en tercer lugar sustrato caña del nivel 2 (2,41%); en comparación con el estudio realizado por Cerda *et al.* (1999) con 2,12 % y Sánchez *et al.* (1997) que presentó un contenido de ceniza 2,27 %. Se puede determinar que este estudio tuvo valores inferiores y así considerar la oportunidad para dosificar un mejor aprovechamiento de los sustratos y las fuentes ofrecidas.

4.7. Análisis microbiológico

Este análisis se realizó para determinar el tamaño de la población de bacterias perjudiciales para la salud humana en el experimento realizado, el análisis se deduce la no existencia de estas bacterias como se observa en la tabla 13, por lo que se considera un alimento inocuo apto para el consumo y su integración en la dieta.

Tabla 13. Inocuidad

UNIDADES FORMADOS DE COLONIA (UFC)	RECUESTO TOTAL EN PLACAS	COLIFORMES TOTALES
E. coli	R.T.P (10-5)	COL. T (10-2)
0	4	1

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al evaluar los niveles de NNP enriquecida con urea y torta de soya el N1 fue que influyó la mayor ganancia de peso en las larvas de *R. palmarum*, pero al probar los sustratos naturales y el sustrato caña, también lograron la mayor ganancia en el nivel 1, estos niveles favorecen el aumento de peso y crecimiento de larvas estudiadas.
- Basados en los estudios bromatológicos de las larvas de *R. palmarum*, se observa que el N2, de los medios enmendados con NNP, produjeron mayores valores en el contenido de proteína bruta (PB) 23,7%, y grasa (G) 58,2%. Mientras que en el sustrato caña se obtuvo con el N1 el 62,8% de grasa (G), por lo que se debe tener en cuenta esta información para la cría de los insectos de *R. palmarum*.
- Por la carga bacteriana que obtuvieron son microbiológicamente inocuos y aptos para el consumo humano.
- El nivel 1 de NNP indujo la mayor mortalidad en larvas de *R. palmarum*, por lo que la concentración menor de NNP incidió favorablemente para la sobrevivencia. Los niveles de caña y de las palmas naturales no incidieron sobre la mortalidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Indagar futuras investigaciones de los componentes de las larvas cultivadas en sustratos semi-artificiales reemplazando el 50% de la proteína bruta con NNP en cuestión, para su posible uso como materia prima o aditivo en la elaboración de productos alimentarios.
- Buscar nuevas alternativas para la cría de larvas de *R. palmarum* para poder acelerar la tala indiscriminada de las palmas.

6. RESUMEN

El consumo de larvas de *R. palmarum* es una práctica de los pueblos amazónicos que obtienen del medio natural en las palmas. El objetivo de la investigación fue. Evaluar la influencia del reemplazo de 50% de la proteína bruta con nitrógeno no proteico, a partir de la inclusión de urea en dos sustratos semi-artificiales. La investigación se realizó en cantón Puyo provincia de Pastaza en los laboratorio Química y Bromatología perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica. Las larvas se obtuvieron de palmas *Bactris gasipaes*; que consistió en provocar la infestación de las palmas, para esto se derribaron 5 palmas de la especie *Bactris gasipaes* situadas en una área intervenida con ganadería, la altura media de los ejemplares fue de aproximadamente 5 m, los que fueron elegidos tomando en cuenta su cercanía a la vía de acceso. Para incrementar las posibilidades de infestación, los troncos se cortaron tucos de 1m. La recolección se hizo transcurridas 3 semanas a partir de la tala. Se seleccionaron un total 270 larvas de estadio tres, 30 para cada tratamiento y 30 para cada una de sus réplicas. Los sustratos se elaboraron con mezclas de caña de azúcar, torta de soya, urea, minerales, y vitaminas, para asemejarse al alimento natural de las larvas. Los experimentos respondieron a un diseño experimental factorial de tres factores: Factor 1: proteína bruta con tres niveles en sustrato natural de 2,5%, 3,78%, y 5%. Factor 2: con dos niveles de nitrógeno no proteico (NNP) 0,52% y 0,27%. Factor 3: con dos niveles sustrato caña. Las variables respuesta fueron mortalidad, peso de larva, materia seca, proteína cruda, grasa, cenizas para los diferentes factores. Los resultados derivados de estudio fueron: mortalidad en sustrato de NNP de 20,7%; peso 11,4g; proteína cruda 23,7%; grasa 58,2%; ceniza 1,56%; fue influenciada de manera significativa por la composición de los mismos. Los contenidos de los componentes analizados están dentro de los rangos reportados para las larvas obtenidas naturalmente.

Palabras clave: Consumo de larvas, *Rhynchophorus palmarum*, Infestación, Bromatología, Estadio tres, Influencia de adición.

7. SUMMARY

Consumption larvae *R. palmarum* is a practice of the Amazonian people who get the natural environment in the palms. The aim of the research was. Evaluate the influence of replacement of 50% of crude protein with nonprotein nitrogen, from the inclusion of urea in two semi-artificial substrates. The research was conducted in canton Puyo in the Pastaza province belonging to the Amazon State University chemistry and food science laboratory. The larvae were collected from palms *Bactris gasipaes*; which was to lead to infestation of the palms, for this five palms *Bactris gasipaes* located in a surgery with livestock area were demolished, the average height of the specimens was about 5 m, which were chosen taking into account its proximity to the path. To increase the chances of infestation, the logs were cut 1m tucos. The collection was done after 3 weeks from logging. a total of 270 larvae stage three 30 for each treatment were selected and 30 for each of the replicas. The substrates were prepared from mixtures of sugarcane, soybean meal, urea, minerals and vitamins, to resemble natural food of larvae. Experiments answered a factorial experimental design of three factors: Factor 1: crude protein with three levels in natural substrate of 2.5%, 3.78% and 5%. Factor 2: with two levels of non-protein nitrogen (NNP) 0.52% and 0.27%. Factor 3: with two levels cane substrate. The response variables were mortality, larval weight, dry matter, crude protein, fat, ash for different factors. The results from the study were: NNP substrate mortality 20.7%; Weight 11.4g; 23.7% crude protein; 58.2% fat; 1.56% ash; It was influenced significantly by the composition thereof. The contents of the analyzed components are within the ranges reported for larvae obtained naturally.

Keywords: Consumption of larvae, *Rhynchophorus palmarum*, infestation, Food Science, Stadium three Influence of addition.

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. A.O.A.C. 1999. Official Methods Of Analysis: Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C.
2. A.O.A.C. 2006. Official Moisture in Meat Method 950.46 (Vol. 950.46, pp. 1-1 AOAC INTERNATIONAL.
3. Arango, G. 2005. Los insectos: una materia prima alimenticia promisorio contra la hambruna. Revista Lasallista de investigación, 2(1), 33-37.
4. Ambrosio, G.; Nieto, C.; Aguilar, M.; Espinoza, O. 2010. Los insectos comestibles: un recurso para el desarrollo local en el centro de México. Trabajo presentado en el 116th EA AE Seminar "Spatia dynamicsin agri-food systems: implications for sustainability and consumer welfare", Parma (Italy).
5. Banjo, A.; Lawal, O.; Owolana, A.; Olubanjo, A.; Ashidi, J.; Dedeke, G.; Soewu, D.; Owa, S. & Sobowale, A. 2003. An ethno zoological survey of insects and their allies among the Remos (Ogun State) South Western Nigeria. Indilinga, African Journal of Indigenous Knowledge Systems, 2(1): 61-68.
6. Bahuchet, S. 1993. Situation des Populations indigènes des Forest Denses Humides. Dg XI. European Commission. 511 pp.
7. Barragán, Á.; Dangles, O.; Cárdenas, R. & Onore, G. 2009. The History of Entomology in Ecuador. Ann. Soc. Entomol. Fr. 45(4): 410-423.
8. Bukkens, S. 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects. M.G. Paoletti. pp 545-547.
9. Cerda, H.; Martínez, R.; Briceño, N.; Pizzoferrato, L.; Hermoso, D. & Paoletti, M. 1999. Cría, análisis nutricional y sensorial del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* (coleoptera: curculionidae), insecto de la dieta tradicional indígena amazónica. *ECOTROPICOS. Sociedad Venezolana de Ecología*, 12(1), 25-32.
10. Costa-Neto, E. 2002a. Manual de etnoentomología. Manuales y Tesis SEA, 4. Sociedad Entomológica Aragonesa. 104 pp.
11. Costa-Neto, E. 2002b. The use of insects in folk medicine in the state of Bahia, northeastern Brazil, with notes on insects reported elsewhere in Brazilian folk medicine. *Human Ecology*, 30: 245-263.

12. Costa-Neto, E. 2004. Estudos etnoentomológicos no estado da Bahia, Brasil: uma homenagem aos 50 años do campo de pesquisa. *Biotemas*, 17(1), 117-149.
13. Costa-Neto, E. 2005. Entomotherapy or the medicinal use of insects. *Journal of Ethnobiology*, 25 (1): 93-114.
14. Costa-Neto, E. & Ramos-Elorduy, J. (2006). Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* (38).
15. Coto, D. & Saunders, J. 2004. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. 1 ed. Turrialba (CR): CATIE. 400 pp.
16. Choo, J.; Zent, E. & Simpson, B. 2009. The Importance of Traditional Ecological Knowledge for Palm-weevil Cultivation in the Venezuelan Amazon. *Journal of Ethnobiology*, 29(1), 113-128.
17. Delgado, C.; Couturier, G.; Mathews, P. & Mejia, K. 2008. Producción y comercialización de larvas de *Rhynchophorus palmarum* (Coleóptera: Dryophtoridae) en la Amazonia peruana. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa* n° 41. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana, Programa Biodiversidad Apartado 784, Iquitos, Perú. 407-412 pp.
18. Domínguez, C.; López, A.; Castillo, G. & Ruíz, B. 1999. El Cocotero *Cocos nucifera* L. Manual para la Producción en México. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Huimanguillo. Libro Técnico Núm. 6. Tabasco, México. 132 pp.
19. Ekpo, K. y Onigbinde, A. 2005. Nutritional Potentials of the Larva of *Rhynchophorus phoenicis* (F). *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(5), 287-290.
20. Elemo, B.; Elemo, G.; Makinde, M.; y Erukainure, O. 2011. Chemical evaluation of African palm weevil, *Rhynchophorus phoenicis*, larvae as a food source. *Journal of Insect Science*, 11(146), 1-6.
21. Elvin, C.; Carr, A.; Huson, M.; Maxwell, J.; Pearson, R.; Vuocolo, T.; Liyou, N.; Wong, D.; Meritt, J. & Dixon, N. 2005. Synthesis and properties of crosslinked recombinant pro-resilin. *Nature*, 437: 999–1002 pp.
22. Esteves, E. & Cedeño, R. 2008. Susceptibilidad de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) a Cepas de Hongos Entomopatógenos. Proyecto de graduación para obtener el título de ingeniero agrónomo con el grado académico de licenciatura en ciencias agrícolas. Universidad Earth. Guácimo, Limón, Costa Rica. 7-31 pp.

23. FAO. 2004. Insectos comestibles: importante fuente de proteínas en África Central. Sala de Prensa-Fao. Recuperado el 20 de mayo del 2014 de, www.fao.org/newsroom/es/news/2004/51409/index.html
24. FAO. 2009. Biodiversity and nutrition, a common path. Rome. Recuperado el 5 de junio del 2014 en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/upload/Interdocumento.Pdf.
25. FAO. 2010a. La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Recuperado el 1 de agosto del 2014 de, <http://www.fao.org/docrep/018/i3264s/i3264s00.pdf>
26. FAO. 2010b. Forest insects as food: humans bite back. Bangkok, FAO. Recuperado el 3 de agosto del 2014 de, <https://civr.ucr.edu/pdf/edible-forest-insects.pdf>
27. FAO. 2013. La ONU insta a comer insectos para combatir el hambre en el mundo. Recuperado el 27 de mayo del 2014 de, http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/05/13/actualidad/1368457967_724617.ht
28. Federación Internacional de Industrias de los Piensos. 2011. Informe anual de 2010 (disponible en inglés en www.ifif.org/uploadImage/2012/1/4/f41c7f95817b4c99782bef7abe8082dd1325696464.pdf).
29. Fernández, L.; Sancho, D. & Espinosa, J. 2014. Huellas del Sumaco. Análisis del proceso de elaboración y oferta de la gastronomía Amazónica: Caso de estudio cantón Pastaza, Ecuador, vol. 12 p 34 – 40.
30. Giblin, D. & Grilffith, K. 1989. Laboratory rearing of *Rhynchophorus* of *Rhynchophorus cruentatus* and *R. palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist, 72(3): 480-488.
31. González, L.; Ortiz C.; Sandoval, E.; Oliveira, A.; Domínguez, C.; Ávila, L.; Palacios, A. & Coutiño, M. 1999. Tecnología para la Producción de Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq. En México. INIFAP. Libro Técnico No. 4. México, Veracruz. 177 p.
32. Groark, K. 2001. Taxonomic identity of “hallucinogenic” harvester ant (*Pogonomyrmex californicus*) confirmed. Journal of Ethnobiology. 133-144 pp.
33. Garriz, M. & López, A, 2002. Suplementación con Nitrógeno no Proteico En Rumiantes. Monografía final del curso Nutrición en la Intensificación. Pp. 1-24.

34. Hagley, E. 1965. On the life history and habits of *Rhynchophorus palmarum*. Annals of the Entomological Society of America. 58, 22- 28 pp.
35. INEN. 1980a. Harina de pescado determinación de la proteína bruta (Vol. I NEN465, pp. 1-8): 18/09/1980.
36. INEN. 1980b. Harina de pescado determinación de las cenizas (Vol. INEN 467).
37. Ingram, M.; Nabhan, G. & Buchmann, S. 1996. Our forgotten pollinators: Protecting the birds and bees. Global Pesticide Campaigner, 6 (4): 1–12.
38. INAMHI 2013. Recuperado el 23 de agosto del 2014, http://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/banual/2012/bol_anual_2014.pdf
39. Kolb, E. 1971. Micro factores en nutrición animal, pp. 60.
40. Landero, I.; Galindo, T.; Lee, E.; González, J.; Ramos-Elorduy, J. & Ávila, R. 2007. Las chicatanas (reproductores-alados: hormigas) como un recurso natural aprovechable en algunas localidades del estado de Veracruz. In: Congreso Mexicano de Etnobiología, 5., Chipango, Resúmenes Chipango: Universidad Autónoma de Chipango. 57 pp.
41. Mexzón, G.; Chinchilla, M.; Castrillo, G. & Danny, S. 1994. Biología y hábitos de *Rhynchophorus palmarum* L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica. ASD Oil Palm Papers. pp 8, 14-21.
42. Marchenay, P. 1999. L’homme et l’abeille. Berger-Levrault, Paris. 207 pp.
43. Martín, M. & Cabello, T. 2006. Manejo de la cría del picudo rojo de la palmera, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera, Dryophthoridae), en dieta artificial y efectos en su biometría y biología. Boletín. Sanidad. Vegetal. Plagas, 32, 631-641.
44. Montufar, R. & Pintaud, J. 2008. Estatus taxonómico de *Oenocarpus bataua* (Euterpeae, Arecaceae) inferido por secuencias del ADN cloro plástico. Rev. peru biol. v.15 supl.1 Lima. Recuperado el 3 de agosto del 2015, <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000000008>
45. Onore, G. 2009. A brief note on edible insects in Ecuador. Ecology of Food and Nutrition, 36(2-4), 277-285.
46. Paoletti, M.; Buscardo, E.; Dufour, D. 2001. Edible invertebrates among Amazonian Indians: A critical review of disappearing knowledge. Envir. Devel. Sust. 2: 195-225.

47. Paoletti, G. 2005. Preface. In: Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails. Enfield: Science Publishers, Inc. 5-6 pp.
48. Portes, E.; Gardrat, C.; Castellan, A. & Coma, V. 2009. Environmentally friendly films based on chitosan and tetrahydrocurcuminoid derivatives exhibiting antibacterial and antioxidative properties. *Carbohydrate Polymers*, 76(4): 578–584
49. Ramírez, T. 2008. Manual técnico del cultivo del cocotero (cocos nucifera l). Documento elaborado por el Centro de Comunicación Agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). pp 22-23.
50. Ramos-Elorduy, J. 1984. Los insectos como un recurso actual y potencial. Instituto de Geografía de la UNAM. 126-139 pp.
51. Ramos-Elorduy, J. 1990. Edible insects: barbarism or solution to the hunger problem In: International Congress of Ethnobiology, 1. 1988, Belém. Proceeding Belém. 151-157 pp.
52. Ramos-Elorduy, J. & Pino, J. 2001. Insectos comestibles del Estado de Hidalgo. *An. Inst. Biol. UNAM* 72: 43-84.
53. Ramos-Elorduy, J. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de la Sociedad Química de México*, 45 (2): 66-76.
54. Ramos-Elorduy, J. 2004. La Entomofagia, Etnoentomomedicina y Etnoentomoreciclaje. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento Ed. CONABIO, Facultad de Ciencias, UNAM, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. IV: 329-413.
55. Ramos-Elorduy, J. 2005. Insects: A hopeful food source, Ecological Implications of Minilivestock Role of Rodents, Frogs, Snails, and Insects for Sustainable Development. Science, Enfield, New Hampshire, EEUU. pp 263-291.
56. Ramos Elorduy, J. & Viejo, M. 2007. Los insectos como alimento humano: breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biológica*. 102(1-4):61-84.

57. Ramos-Elorduy, J.; Costa-Neto. & Landero-Torres, 2009. Comparación de especies de abejas comestibles en la Sierra de Jibóia, (Bahia, Brasil) y Sierra de Zongolica (Veracruz, México). *Revista Colombiana de Entomología* 35 (2): 217-223.
58. Ramos Elorduy, J. 2009. Anthro-entomophagy: cultures, evolution and sustainability. (Special issue: trends on the edible insects in Korea and abroad). *Entomological Research*, 39: 5: 271–288.
59. Ramos Elorduy, J.; Landero, T.; Pino, M.; Oliva, R. & Escamilla, P. 2011. Insectos comestibles. En: CONABIO. La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Volumen II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Gobierno del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana. Instituto de Ecología, A.C. México. p 449-454.
60. Sánchez, P.; Jaffé, K. y Hevia, P. (1997). Consumo de insectos: alternativa alimentaria del neotropico. *Boletín de Entomología Venezolana*, 12(1).
61. Sancho, D. 2012. *Rhynchophorus palmarum* L (Coleoptera:Curculionidae) en la Amazonía, un insecto en la alimentación tradicional de las comunidades nativas. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 1(1), 51-57
62. Sancho, D.; Alvarez, M.; Sarabia, D. & Pico, J. 2013. Los saberes ancestrales en el desarrollo local. Las larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. Como recurso alimentario de los pueblos amazónicos. Trabajo presentado en el III Congreso Internacional de Desarrollo Local, La Habana.
63. Stack, J.; Dorward, A.; Gondo, T.; Frost, P.; Taylor, F. & Kurebgaseka, N. 2003. Mopane worm utilisation and rural livelihoods in Southern Africa. Paper presented at the International Conference on Rural Livelihoods, Forests and Biodiversity. pp 50-57
64. Tchibozo, S.; Van-Huis, A. & Paoletti, G. 2005. Notes on Edible Insects of South Benin: A Source of Protein, In *Ecological Implications of Minilivestock (Role of Rodents, Frogs, Snails, and Insects for Sustainable Development)* Maurizio G. Paoletti (ed.): Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Padova, Italy. Science Publishers, Inc. pp 245-251
65. Trujillo, J.; Torres, M. & Santana, E. 2011. La palma de Moriche (*Mauritia flexuosa* L.) un ecosistema estratégico. Vol.15, n° 1. pp 62-70

66. Van-Huis, A. 2003. Insects as food in sub-Saharan Africa. *Insect Science and Its Application*, vol. 23, no. 3. pp 163-185.
67. Vepari, C. & Kaplan, D. 2007. Silk as a biomaterial. *Progress in Polymer Science, Orinoco of Venezuela. Ecology of Food and Nutrition*, 42(2): 177–191.
68. Vantomme, P. 2010. Los insectos forestales comestibles, una fuente de proteínas que suele pasar por alto. *Unasylva*. Vol. 61. 19-21. Recuperado el 25 de mayo de 2014 de, <http://www.fao.org/docrep/013/i1758s/i1758s06.pdf>
69. Vásquez, D. & Solís, T. 1991. Conocimiento uso y manejo de la abeja nativa por los chontales de Tabasco. *Tierra y Agua* 2: 29-38.
70. Womeni, H.; Linder, M.; Tiencheu, B.; Tchouanguép, F.; Villeneuve, P.; Jacques, F. & Parmentier, M. 2009. Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. *Nutrition–Santé*, 16 (4), 230-235.

9. ANEXOS

Anexo 1.- Fotos de desarrollo de trabajo de campo

Selección y recolección de larvas de *R. palmarum*



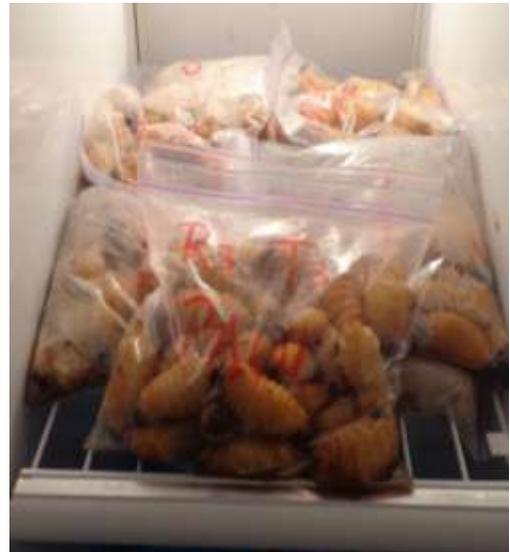
Preparación de sustratos para la cría de las larvas de *R. palmarum*



Cosecha de las larvas de *R. palmarum*



Etiquetado de las larvas



Anexo 2.- Trabajo de laboratorio análisis bromatológico de las larvas

Extracción de aceite de las larvas de *R. palamarum* por método de Soxhlet



Extracción de proteína de las larvas

Área de determinación de proteína

