

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TEMA

Evaluación de un método de cría semi artificial de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. utilizando sustratos a base de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

AUTORA: Mili Leizi López Suarez

TUTOR: Dr. M.V. David Sancho Aguilera

PUYO-PASTAZA- ECUADOR

2016

PRESENTACIÓN DEL TEMA

Evaluación de un método de cría semi artificial de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. utilizando sustratos a base de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

MSc. Sandra Soria

Presidenta del tribunal

Dr MV Francisco Lam Romero PhD

Miembro del tribunal

MSc. Bélgica Yaguache

Miembro del tribunal

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por estar siempre conmigo y permitirme cumplir
con uno más de mis sueños.

Deseo expresar mi agradecimiento a la Familia Universitaria, a mi
Tutor de Tesis Dr. M.V. David Sancho por su eficacia y
acompañamiento.

A mis padres José López y María Caísa, por contar con su apoyo de
forma incondicional y darme palabras de aliento para alcanzar mis
metas propuestas.

A mis suegros Alicia Granda y Julio Andrango, quienes siempre
estuvieron dándome su apoyo.

A mi esposo por haberme ayudado a culminar con éxito esta tesis y
estar a mi lado en las buenas y en las malas
Te amo mi gordo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mí Dios, por haberme dado la vida y la fuerza necesaria para seguir adelante y no desmayar, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por su apoyo, gracias a sus palabras sabías pude alcanzar la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ustedes esta tesis en agradecimiento por todo su amor.

A mi esposo, por estos cinco años de conocernos, en los cuales hemos compartido tantas cosas, hemos pasado tanto que ahora está conmigo en este día tan importante para mí, quiero darle las gracias por todo el apoyo incondicional, por ser amigo y compañero inseparable. Por su paciencia y comprensión ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de Ud., gracias por estar siempre a mi lado.

A mis hijos Juanjo y Valentina, gracias por haber llegado a mi vida y ser un motivo más de superación, para ellos mi alegría, mi vida y la culminación de este trabajo.

RESPONSABILIDAD

Yo, Mili Leizi López Suarez declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; 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.

Mili Leizi López Suarez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mili Leizi López Suarez egresado de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión.

Dr. MV. David Sancho Aguilera MSc.

DIRECTOR DE TESIS

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCION.....	9
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.2	HIPOTESIS.....	11

CAPITULO II

2.	REVISION DE LITERATURA	
2.1	Entomofagia.....	12
2.2	El hombre e insecto.....	15
2.3	Insecto comestible y valor nutricional.....	16
2.4	Insecto como cultura.....	19
2.5	Producción y cultivo de insecto.....	21
2.6.	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	22
2.7.	Uso y valor nutricional de <i>R. palmarum</i>	24

CAPITULO III

3.	MATERIALES Y METODOS	
3.1.	Localización y duración del experimento.....	26
3.2.	Materiales utilizados.....	26
3.3.	Factor de estudio.....	27
3.4.	Tratamiento.....	27
3.5.	Diseño experimental.....	30
3.6.	Mediciones experimentales.....	30
3.6.1	Análisis de varianza.....	31
3.6.2	Prueba de significación.....	31
3.7	Manejo del experimento.....	31
3.7.1	Producción semi artificial de larvas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> ..	31
3.7.2	Análisis proximales de materia seca, proteína, grasa y ceniza....	33
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
5.	CONCLUSIONES.....	40
6.	RECOMENDACIONES.....	41
7.	RESUMEN.....	42
8.	SUMMARY.....	43
9.	BIBLIOGRAFIA.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clases de insectos comestibles en el mundo.....	14
Tabla 2.	Valor nutritivo de diferentes insectos.....	18
Tabla 3.	Porcentajes de proteínas en 100 gramos.....	18
Tabla 4.	Contenido de proteína de algunas especies.....	19
Tabla 5.	Descripción taxonómica de <i>R. palmarum</i>	23
Tabla 6.	Contenido porcentual de proteína cruda en los niveles evaluados...	28
Tabla 7.	Composición porcentual de los ingredientes utilizados en la elaboración de los sustratos evaluados.....	29
Tabla 8.	Contenido porcentual de proteína cruda y humedad.....	29
Tabla 9.	Factor A, Nivel 1, 2 y 3 Concentración (%) de los ingredientes...	29
Tabla 10.	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para mortalidad de larvas.....	35
Tabla 11.	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para ganancia de peso de larvas.....	36
Tabla 12.	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para materia seca de larvas...	36
Tabla 13.	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para contenido de proteína cruda de larvas.....	37
Tabla 14.	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para contenido de contenido de grasa de larvas.....	38
Tabla 15.	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para contenido de ceniza de larvas.....	39

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los insectos son parte importante en las investigaciones biológicas, dirigidas al estudio de las relaciones de estos con los ambientes ecológicos; sin embargo, es escasa la información entre la relación de los insectos y las comunidades humanas es así que la utilización de insectos en alimentación humana conocida como entomofagia es sub estimada, pese a que los insectos constituyen una abundante fuente de proteína (Medeiros, 2003).

Las comunidades indígenas han utilizado desde épocas remotas los insectos como parte de su dieta, estas costumbres en la actualidad se han difundido a las poblaciones urbanas en especial a las con atractivos turísticos donde los visitantes buscan relacionarse con la población, su cultura y conocimientos ancestrales Gálvez, 2009; Ambrosio, Nieto, Aguilar y Espinoza, 2010

El número de insectos comestibles en el mundo probablemente asciende a más de 1.000, tanto terrestres como acuáticos con 20 a 30 especies que forman parte de la gastronomía de algunos países y que cumplen un papel importante en la dieta humana por su contenido de proteína, grasa, ácidos grasos insaturados, minerales como el hierro y zinc, y vitaminas B y C (DeFoliart, 1997).

Además de ser fuente de nutrientes los insectos cumplen funciones específicas como el equilibrio en el medio ambiente a través de la polinización de plantas, en fertilidad del suelo, control biológico como un enemigos naturales para combatir plagas, productos, subproductos y aplicaciones médicas, como la terapia larval (Rech, 2014).

Por las condiciones de vida, factor económico y social que existente en el mundo actual, cada día es imperativo el conocimiento, conservación y uso racional de los recursos naturales.

La realización de la investigación tiene un enfoque sostenible y científico que mejorara la producción de *Rhynchophorus palmarum* L. (estado larvario), mediante la elaboración de una dieta semiartificial que permita el remplazo de la palma. En la Amazonía Ecuatoriana no se explota esta especie en condiciones controladas y proporcionándoles un sustrato, es por ello que este trabajo pretende ser prioritario en la cadena productiva de larva de *R. palmarum* L. por sus importantes características alimenticias; sin embargo, las familias de las comunidades y población desconocen los valores y beneficios nutricionales como también su uso medicinal, por lo señalado anteriormente se ha planteado los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar un método de cria semi artificial de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L. utilizando sustratos a base de *Saccharum officinarum*. (caña de azúcar)

Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento productivo de larvas.
- Caracterizar el valor nutritivo de las mismas.

1.2 HIPÓTESIS

- Se podrá obtener larvas de *R. palmarum* L. en un sustrato de *S. officinarum* (caña de azúcar) con niveles productivos, nutricionales y sanitarios adecuados para el consumo humano.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Entomofagia

La entomofagia es el consumo de insectos como alimento por los seres humanos, en regiones de África, Asia, Australia y América del Sur, en donde se reporta la existencia de poblaciones que se alimentaban en tiempos prehispánicos de Lepidóptera (mariposas y polillas), Coleóptera o escarabajos generalmente en estado larvario, Ortópteros (langostas, grillos y saltamontes), Isóptera (las termitas), Himenóptera (hormigas, abejas y avispas) y Hemíptera (chinchas) (Bukkens, 1997).

Según Arnaldos, Garcia y Presa (2010) la entomofagia incluye dos tipos de comportamiento en cuanto al consumo de insectos. En primer lugar, se describe la ingesta de los mismos como fuente de nutrientes básicos en zonas de malnutrición, en contraste con otras tendencias en las que se pueden encontrar restaurantes que ofrecen platos elaborados de artrópodos que son más caros que la carne.

La antro-po-entomofagia tiene un rol importante no solo en la alimentación del hombre, sino que también se ha descrito su relevancia socio-económica por el aporte al sustento familiar que genera la venta de insectos en el mercado local e incluso de exportación, circunstancia a la que hay que añadir el hecho de que son recolectados principalmente por mujeres y niños (Vantomme, 2010).

Así mismo Sánchez, Jaffe y Hevia (1997), señalan que el consumo de insectos en diferentes estadios por el hombre, se conoce como entomofagia y no es una práctica desconocida, aberrante o meramente marginal, ya en muchas culturas aporta importantes contenidos de proteína animal, así mismo se asocia a costumbres primitivas, habiéndose descrito que en la antigüedad diferentes culturas explotaron el ambiente de manera eficiente y racional y hábilmente integraron los insectos a su variada dieta alimenticia, pero el etnocentrismo ha sido desplazado por otros recursos alimenticios que han perturbado el proceso de domesticación de varios insectos.

En estudios realizados por Viesca y Romero (2009), describen que la entomofagia no prohíbe el hábito de consumir insectos por su cultura o religión, por ejemplo en China las personas de la clase pobre o indígenas que no tenían recursos para alimentos de origen animal se alimentaban de grillos, cigarras, larvas de mosca, crisálidas, chinches y cucarachas. Del mismo modo en el sudeste asiático los vietnamitas recolectaban insectos acuáticos y otras especies de insectos para su dieta alimenticia.

En lo que respecta a los países industrializados; Banjo, Lawal y Songonuga (2006) relatan que los insectos son apetecibles, debido a que se generan pequeñas empresas para la alimentación humana y producción agrícola, e incluso se menciona un auge en este tipo de consumo, lo que fomenta un comercio internacional de insectos comestibles. No obstante, se evaluaron diversos factores de riesgo, incluyendo pruebas y experimentos realizados con artrópodos como vectores u hospederos de patógenos tales como hongos y bacterias, habiéndose obtenido como conclusión que pueden causar enfermedades al hombre.

González y García (1992) señalan que en los países desarrollados representa un problema, la dieta humana con el consumo de insectos, debido a que los insectos como producto alimenticio rico en proteína deben ser recolectados del medio silvestre, además la escasez de alimentos o el inadecuado hábito alimenticio produce la malnutrición, sin embargo los indígenas se alimentaban de insectos y larvas, práctica conocida como entomofagia para complementar su dieta (Sotomayor, Mahecha, Cabrera y Torres, 1998).

Por su parte Ramos-Elorduy, (2006) indica que el hombre consume insectos desde tiempo inmemorial con el objetivo de cumplir con sus necesidades nutricionales, pero existe una erosión cultural y por ende el hábito. Así, mismo en México se registra el consumo de insectos desde la llegada de los conquistadores. Los habitantes originarios de América aprovecharon diversas especies de insectos tanto terrestres como acuáticos, para elaborar variados y nutritivos platillos que constituían verdaderos banquetes para sus familias y jerarquías superiores.

En los pueblos indígenas los insectos siempre han estado presentes en sus dietas, y aunque se conserva el consumo de insecto como alimento, pues consideran a la tierra como un principio de sostenibilidad para la producción (Vera y Brand, 2012).

En Brasil de los 26 estados que compone el territorio brasileño, en 14 de ellos (54%) los habitantes se alimentaban de insectos en diferentes estadios como ninfas, larvas, pupas y adultos. También se destaca el uso de los productos de estos como la miel, propóleos, polen y cera, Un aspecto importante es que existen registros del uso de insectos como alimento y practicas medicinales en las que se puede decir que el número de especies de insectos usados como recursos está asociado con el número de especies identificadas (Costa-Neto y Ramos- Elorduy, 2006).

En la tabla 1 se describe diferentes tipos de insectos que son comestibles en el mundo por ordenes, destacándose a los escarabajos (Coleóptera) con 31%, y es el orden con el mayor número de las especies consumidos por el hombre, seguido por orugas (Lepidóptera), abejas, avispas y hormigas (Himenóptera), chinches (hemíptera), las termitas (Isóptera), las libélulas (Hodonatos), moscas (Díptera) y otros órdenes (Huis, Itterbeeck, Klunder, Mertens, Halloran, Muir y Vantomme, 2013).

Tabla 1. Clase de insectos comestibles en el mundo

Ordenes	%
Coleóptera	31%
Lepidóptera	18%
Himenóptera	14%
Hemíptera	10%
Isóptera	3%
Odonatos	3%
Díptera	2%
Otras ordenes	5%

Fuente: Huis *et al.*, 2013.

El *R. palmarum* L. (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) es un insecto cuyas larvas han sido vistas y estudiadas, además forman parte de su alimentación tradicional en comunidades amazónicas; como parte de sus hábitos alimentarios, habiéndose descrito esta tradición entomofágica por varios autores desde principios del siglo pasado (Cerdeña, Martínez, Briceño, Pizzoferrato, Hermoso, y Paoletti, 1999).

2.2. El hombre e insecto

Es importante mencionar el uso que se les da a los productos de los insectos, habiéndose descrito múltiples aplicaciones de los mismos, entre las que destacan los usos en la cocina, medicamentos y colorantes en la industria textil, también es apreciada por coleccionistas en adornos ornamentales, en las películas, las artes visuales y la literatura como una cultura del ser humano. A modo de ejemplo, el carmín, proveniente de la cochinilla que es el insecto *Dactylopius coccus* el cual proporciona un colorante rojo a partir de su hemolinfa y se utiliza típicamente para darle color a los productos alimenticios (Huis *et al.*, 2013).

Barragán, Dangles, Cárdenas, y Onore, (2009) mencionaron que en el Ecuador existe herencia cultural y ancestral sobre el consumo de insectos por indígenas amazónicos en la que se destacan como ejemplo la larva de *R. palmarum*, (suri, chontacuro) sobre la que se carece de experiencias e investigación.

Así mismo en la región sierra del Ecuador el escarabajo *Platycoelia* es consumida por comunidades indígenas, pudiendo encontrarse en los meses de octubre y principios de noviembre, durante la época de lluvia, ubicados en los prados y pastizales cuando el agua filtra en la tierra, se cree que las vibraciones causadas por la lluvia y el sonido del trueno provocan su salida a la superficie (Smith y Paucar, 2000).

A pesar de la importante presencia de ciertas especies de insectos (langostas, saltamontes, termitas, hormigas, escarabajos y orugas), como parte de la dieta en comunidades indígenas, debido a su alto contenido de proteína y disponibilidad en ciertas épocas del año, poco se ha investigado acerca de su importancia. Bukkens

(1997). Esta misma autora señala que uno de los motivos para esta ausencia de interés en la investigación es que el hombre no compite con los insectos.

Entre la escasa presencia de estudio en la bibliografía consultada destacan los trabajos de Ramos-Elorduy (2006) y (2008), en los que se refieren al uso de insectos para la dieta animal, habiendo realizado medidas sobre diversas variables tales como las ganancias de peso por cada organismo, el consumo de alimento y conversión alimenticia. En concreto, se citan resultados interesantes al haber suministrado dietas que contenían entre 5% a 30% de insectos secos en diferentes estadios (larvas de *T. molitor* L., pupas de *M. domestica* L. y *P. americana* L.) en alimentos para aves de corral, avestruces, peces que fueron alimentados por 21 días en el caso de las aves de corral y la carpa, 60 días para la trucha y 90 días para avestruz.

2.3. Insectos comestibles y valor nutricional

Como se mencionó anteriormente, los insectos constituyen un recurso natural que forma parte de la dieta humana y de los hábitos tradicionales de alimentación en diversas partes del mundo, su preparación y consumo ha permanecido prácticamente durante siglos (Ambrosio, *et al.* 2010).

El número de especies de insectos comestibles en el mundo asciende probablemente a más de 1.000, con 20 a 30 o más especies que forman parte de la gastronomía de algunos países y que representan una diversidad de hábitat acuáticos como terrestres, (DeFoliart, 1997).

Información adicional puede encontrarse en un estudio de Egan, Toms, Minter, Addo-Bediako, y Masoko (2014) quienes se refieren al hábito alimenticio de los pobladores de la Región de Blouberg, Limpopo, Sudáfrica quienes encuentran en la ingesta de la oruga comestible *Hemijana variegata Rothschild* (Lepidoptera: Eupterotidae), una fuente importante de nutrientes, pero no existen estudios de valores nutricionales; sin embargo el resultado de algunos análisis proximales elaborados con métodos tradicionales a partir de muestras secadas al sol y al horno durante periodos de tiempo que oscilan de 24 hasta 72 horas a 60 °C, mostraron que las orugas de elaboración tradicional producen 306 kcal/100 g, la proteína fluctuó

entre el 51 y 54% deshidratadas al horno y 44,5% en el método tradicional, el 20% de grasa y el porcentaje de ceniza 10,47%.

En Estados Unidos la población asiste a festivales insectívoros y a programas de degustación. En California, una empresa produce caramelos saborizados con insectos, también prepara un licor que contiene tequila y un gusano en el interior para darle sabor denominado gusano del maguey (*Acentrocne hesperiaris*). Grillos cubiertos de chocolate, escorpiones cubiertos de caramelo y manzanas cubiertas con caramelo gusanos de harina para decorar. *"Cuando empezamos a hacerlo, que era mucho más novedad pero en la actualidad se está ganando un poco más de aceptación.; la gente está un poco más abierto a la idea"* (Duckett y Call, 2000).

La diversidad de los insectos comestibles en Brasil abarca 135 tipos de insectos, destacándose el orden Himenóptera con 86 insectos (63%), los órdenes Coleóptera, con 22 (16%) y Ortóptera, con 9 (7%). En total se reporta la existencia de 9 órdenes y 23 familias, de las que 5 están identificados a nivel de especie, mientras que 18 están a nivel de género, muchas de las especies solo se conoce el nombre nativo (Araujo y Beserra, 2007).

Un estudio llevado a cabo en Colombia y Venezuela por Ramos-Elorduy *et al.*, (2007) pone de manifiesto que la larva de *R. palmarum* es consumida en una cantidad aproximada de 2000 ejemplares de gusano por hora, lo cual demuestra la importancia de su consumo para la dieta humana.

En Perú es sustancial ingerir insectos como los gusanos chiro, larvas de escarabajo de cuernos largos, los sudafricanos en vez de carne consumen termitas, en México los saltamontes y en Camboya un manjar de tarántulas (Miller, 2000).

En la amazonia de Venezuela, Colombia y en las zonas tropicales de México hay grupos que practican la ingesta de los insectos y que además los comercializan, puesto que en la Amazonia el 75% de los insectos son ingeridos por mujeres en estado de larvas (Viesca y Romero, 2009).

En la tabla 2 se observa valores nutricionales de diferentes órdenes de insectos comestibles consumidos en el mundo como complemento en su balance nutricional.

Tabla 2. Valor Nutritivo de Diferentes Insectos

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

Fuente: Tello & Moreno, 2002

Así mismo en la tabla 3 se describe el porcentaje de proteína de algunos insectos que tiene nombres característicos por su forma de preparación.

Tabla 3. Porcentaje de proteínas en 100 gramos por platillos preparados

Insectos	% de proteína
Chapulines o saltamontes	52-77
Pollo de Chinches	36-71
Huevo de Cigarras	33-72
Resolución de Escarabajos	30-69
Frijol de Gusanos	34-71
Pescado de Abejas	10-81
Lenteja de Termitas	37-48

Fuente: Villanueva (2013).

De acuerdo a investigaciones científicas el contenido de proteína de algunas especies varía de acuerdo a la ubicación y ecosistema, donde se desarrolla el contenido de proteína de algunas especies se describe en la tabla 4 (Bukkens, 1997).

Tabla 4. Contenido de proteína de algunas especies

Especies	% de proteína
Oruga	50-60
Langosta migratoria (<i>Locusta manillensis</i>)	41-91
Hormigas (especies colombianas)	7,5-25
Hormigas (especies africanas)	42-52
Termitas	35-65

Fuente:Bukkens, Sandra. (1997).

2.4. Insectos como cultura

Según Sánchez *et al.*, (1997) describen que la clase insecta representa aproximadamente unas 3/4 partes de las especies de animales, dato que demuestra su gran potencial a través de nuevos modelos de uso como transferencia de conocimientos ancestrales.

Una costumbre de ingerir insectos engloba todo el mundo; sin embargo, existen culturas como la europea y norteamericana que no hacen uso de estos recursos, (Viesca & Romero, 2009). Así, Miller, (2000) señala que para la mayoría de estadounidenses comer insectos provoca una reacción de disgusto, no obstante, Duckett y Call, (2000) afirman que la nueva generación de jóvenes tiene una visión más amplia sobre el beneficio de comer insectos, ya sea que no tenían este hábito o que tomaron de referencia la cultura de otros seres humanos, pues en la prehistoria los nativos americanos de la Gran Cuenca que vivían en el Gran Lago Salado se alimentaban de enjambres de langostas.

En las diferentes etnias el consumo de invertebrados varía, como los habitantes de la comunidad de Yaguana que consumen especies de odonatas, hemípteros e insectos

acuáticos, en cambio la comunidad de Yanomami, consumen termitas, avispas, larvas de escarabajos y arañas, es una habito cultural el consumirlos por la disponibilidad de este recurso natural más las condiciones favorables en diferentes épocas del año, que resulta un plato apetecido por los indígenas (Araujo y Beserra, 2007).

En algunas culturas del mundo la alimentación de insectos es tradicional y cumple un papel importante en la dieta humana por su contenido de proteína, grasa, ácidos grasos insaturados, minerales como hierro y zinc, y vitaminas B y C, pudiéndose encontrar insectos en mercados, aldeas y restaurantes, además de constituirse estos en un ingreso económico para las familias rurales (DeFoliart, 1997).

Para Fernández (2012) en algunos pueblos y ciudades de México es un habito ancestral comer insectos, el banquete de chapulines son ricos en vitaminas y proteína, 100 gramos de chapulines dan más proteínas que 200 gramos de carne de res, es una forma de diversificar sabores y texturas. La clase insecta es un grupo que constituye el 80 por ciento de las criaturas de la Tierra sino que también encarnan el pasado prehispánico. El chef oaxaqueño Juan Pablo Luna señala "Estamos muy retrasados en el consumo de insectos en México".

En Montreal, Canadá, cultivan insectos para la ingesta, se realiza un Festival de Degustación en la que se prueba la gastronomía como chapulines al estilo mexicano, larvas de hormiga, grillos con chocolate, crepas de insectos en salsa de maple, vino de hormiga, las hormigas mieleras, salchicha de gusano o pastel de larva de abeja, el platillo más popular fue el gusano del maguey al fondo de la botella de México, también larvas de mariposa en regiones como Oaxaca, Estado de México, Hidalgo y Michoacán, (Valderrama, 2007).

Tagliabue, 2011 menciona que en Holanda existen criaderos de insectos, han producido y elaborado comida como un plato de verdura asiático con grillos como fuente de proteína y una mezcla de grillos, gusanos u orugas, también han elaborado alimento para mascotas con insectos y algunas lagartijas, salamandras, tritones,

ranas, aves o peces, con esta nueva demanda han abierto un mercado y el gobierno posiblemente apruebe granjas productoras de insectos.

2.5. Producción y cultivo de insectos

Los insectos de 19 especies son incluidos en las dietas tradicionales como alimento de 2 millones de personas, también cumplen con el equilibrio en el medio ambiente en la polinización de plantas, en fertilidad del suelo, control biológico como enemigos naturales para combatir plagas, productos y subproductos (seda, miel) y aplicaciones médicas, como la terapia larval (Rech, 2014).

Hay poco conocimiento de cosechar los insectos de forma sostenible, y el manejo forestal para aumentar o disminuir la población de insectos en sus nichos biológicos, muchos insectos son considerados plagas para arboles comerciales (Durst y Shono, 2010).

Existen varias experiencias acerca de la producción de larvas y huevos en el laboratorio, una de ellas es la de *Chironomus calligraphus* (*Chironomidae*, *Díptera*), en sustratos de arena o limo con niveles de minerales, donde la temperatura y pH, influyeron en la cantidad en masa de huevos, así el aumento en la temperatura incremento el número de masa de huevos, el número de huevos, y el número de larvas eclosionadas (369-374 huevos / masa) las larvas mejor nutridas se desarrollan mejor con niveles de minerales (Rech *et al.*, 2014).

"Criar insectos tiene un potencial mundial enorme tanto para forraje de animales como para la producción de comida. Ya estamos viendo productores crear forraje de animales con insectos como resultado de investigación aplicada. Y el desarrollo en comida también ocurrió alrededor del mundo en el que se incluye insectos a la cartas en restaurantes y alimentos procesadas." (FAO, 2012).

La producción y cosecha de insectos es recomendable en relación a criar animales como el pollo o ganando, aspectos determinantes en relación al ambiente, al espacio, energía, los insectos son más eficientes y tienen mayor porcentaje de proteína, los

primeros en cultivar insectos fueron agricultores que recolectaban larvas (Duckett y Call, 2000).

Una forma de producción de insectos es el manejo en semi-cautiverio, sinónimo de cultivarlos en lugares especializados, es un proceso que promueve el crecimiento y desarrollo de un organismo a través del uso de mano de obra, pero el material de partida está disponible en el medio silvestre y en general no se cultivan durante todas sus fases larvales. Un ejemplo las larvas del picudo, que se cultiva en recipientes de plástico en Venezuela (Cerdeira, Martínez, Briceno, Pizzoferrato, Manzi, Tommaseo Ponzetta, Marin y Paoletti, 2001).

En un trabajo realizado para capturar y producir escarabajos, utilizaron larvas y colocaron en sustratos de Palmaceae, *Acrocomia aculeata*, a la vez permitió obtener escarabajos de las larvas y con la fermentación del sustrato atrajo a más insectos, con este método se pudo conocer e identificar especies taxonómicas como *R. palmarum*, que es un alimento importante para los guaraníes de Pirajuí, también lo llaman Aramanday Guasu (Cajetano y Brand, 2012).

Tong, Yu, y Liu, (2011) indica que las polilla, crisálidas y larvas de gusanos de seda (*Bombyx mori*) liofilizadas fueron fuente de proteína animal para astronautas para durante los viajes espaciales. Además el gusano ha sido un modelo biológico en procesos de cría con dieta artificial sobre la base de morera, con la expectativa de poder criarlo todo el año en climas de cuatro estaciones: y/o realizar investigación que incluye también los primeros procesos de transgénesis animal para pasar al gen del pigmento de la sericina (goma) a la fibroína (seda), o la transferencia del gen que indujera la producción de insulina en la glándula sericígena de este insecto. El cambio en la matriz productiva mundial ha determinado la cría de este insecto para ser consumido como gusano liofilizado en polvo como agente lipemiente (Endora, Soria y Pozo, 2008)

2.6 *Rhynchophorus palmarum*

En la tabla 5 se describe la taxonomía de *R. palmarum* según Honduras Silvestre (1994).

Tabla 5. Descripción taxonómica de *Rhynchophorus palmarum* L.

Reino:	<i>Animal</i>
Phylum:	<i>Arthropoda</i>
Clase:	<i>Insecta</i>
Orden:	<i>Coleoptera</i>
Familia:	<i>Curculionidae</i>
Género:	<i>Rhynchophorus</i>
Especie:	<i>Palmarum</i>
Nombre vulgar:	<i>Chontacuro, Mayon, picudo negro, suri</i>

Fuente: Honduras Silvestre, (2014).

Zagatti, Rochat, Berthier y Nadarajan (1993) menciona que en Francia encontraron un porcentaje de incubación del 77% y sobrevivencia de larvas de *R. palmarum* sobre una dieta semisintética. Las hembras ovipositan en los agujeros que ellas mismas o el macho hacen para alimentarse; doblan los tarsos hacia arriba y se anclan al tejido con las espinas de las tibias, se apoyan en el tercer par de patas, se echan hacia atrás hasta poner en contacto el ovipositor con el sustrato. Luego cambia de sitio con un movimiento lateral del cuerpo, pero manteniendo el anclaje con el primer par de patas.

Un estudio realizado en el ciclo de vida de *R. palmarum* en condiciones controladas de laboratorio, demostró que todos sus estadios duraron un promedio de 120 días con un periodo de incubación de los huevo de 3,5 días, etapa larval de 60.5 días, con nueve estadios de desarrollo, el estado de pupa con 16 días, la fase adulto con 42 días. Las hembras colocan los huevos en perforaciones que hacen en el sustrato en donde se alimentan, el sustrato utilizado fue caña de azúcar en donde depositan de 13 a 18 huevos por día y por hembra, al eclosionar las larvas miden 4,0 mm y pesan 0,8 mg. En el estado adulto, las larvas miden 76,0 mm y pesan 9,39 g aproximadamente. Previo a la pupación, las larvas cesan de alimentarse por aproximadamente 24 horas, y luego construyen la cubierta pupal con fibras del sustrato (Mexzon, 1994).

Delgado, Couturier, Guy, Mathews, Mejia, (2008) explican la producción de suri (*R. palmarum*) por los kukamas Kukamlñlas en la Amazonia Peruana. El experimento lo realizaron en localidades de Nauta y Jenaro Herrera, tumbaron aguacate, realizaron cortes con aberturas, utilizaron masa de yuca fermentada u orina fresca, es un método que utiliza los grupos étnicos para atraer escarabajos, entre 45 a 70 días se procedió a abrir los troncos de forma manual, encontraron a las 70 días 18,3% de suris en estado adulto y la mayoría en el último estadio, a los 55 días se cosecharon larvas en un promedio de 224 por árbol además y en la parte apical presenta mayor desarrollo en forma general los chontacuros son una fuente de proteínas fácil de conseguir (55 larvas/m) que equivale 400 g de masa.

2.7 Uso y valor nutricional de *R. palmarum*

Las larvas de varios géneros de picudos (*Rynchophorous spp.*) Se consumen en diferentes partes del mundo así en Asia; *R. ferrugineus*, también en África; *R. phoenicis* y en América Latina *R. palmarum*. Por su delicioso sabor (Cerdeira *et al.*, 2001).

La población de Costa de Marfil utiliza la larva de *R. palmarum* como un alimento con propiedades curativas por su contenido de lípidos, ceniza aminoácidos esenciales (con histidina, treonina, lisina, fenilalanina) donde se promueve el consumo diario para mejorar las condiciones de salud y el consumo de aceite por el aporte de ácidos grasos insaturados (52,4%), parte de los cuales eran ácidos grasos esenciales (ácidos linoleico y linolénico) minerales (potasio, calcio, sodio, hierro y magnesio), una ventaja es que la larva se puede encontrar dentro de comunidades de este país (Gbogouri, 2013).

Las larvas del picudo (*R. palmarum*) constituyen un importante aporte nutricional en especial de proteína, son considerados apetecibles por sus características y además constituyen un significativo recurso económico local para los habitantes originarios quienes recolectan de diferentes especies de palmas, la forma de consumirlos varía de vivos o larvas preparados en platos especiales (Cerdeira *et al.*, 1999). También lo mencionan Huis *et al.*, 2013 que existen muchas especies, de

insectos que se cosechan en su estadio larval como el picudo (*R. palmarum*) y el picudo barbudo (*Rhinostomus barbirostris*).

Buckkens (1997) refiere que las larvas de picudo de *R. palmarum* tienen un contenido de proteína que oscila entre 23 y 36 g/100g en peso seco; sin embargo Cerda *et al*, (1999) reporta un valor significativamente inferior de 7,3 g/100g de proteína, valor pero que es superior al reportado en la leche (5g/100g), lo que permite suplir las necesidades proteicas de las comunidades que ingieren larvas y no tienen acceso a la ingesta de leche a diario.

R. palmarum tiene 61,4 g/100 g de humedad, factor determinante de estabilidad y la susceptibilidad a la contaminación microbiana, 9% de carbohidratos (Gbogouri, 2013).

Pérez (2013) explica en su trabajo de investigación que las larvas de mayon *R. palmarum* L. (*Coleoptera: Curculionidae*) es una fuente de nutrientes y que se constituye un alimento muy apetecible dentro y fuera de las comunidades en la provincia de Pastaza, para su estudio se enfocó también en la tala indiscriminada de palmas para su crianza, como resultado de su investigación en la utilización de materia prima de la zona para sustituir la palma utilizo tallos de papaya y caña de azúcar, materias tuvo un efecto positivo sobre el remplazo de palmito sin importar su porcentaje en función a su peso vivo y ganancia de peso.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

La investigación se llevó a cabo en la Provincia de Pastaza, cantón Pastaza, en la Universidad Estatal Amazónica ubicada en el km 2 ½ vía Napo, se utilizaron los laboratorios de Biología y Bromatología de la institución, el trabajo tuvo una duración de noventa días durante el proceso de diseño, implementación, trabajo de campo, análisis de laboratorio

3.2. Materiales utilizados

En el trabajo de investigación se utilizaron los siguientes equipos, insumos y material biológico.

Larvas de *R. palmarum*

- Recolectadas del medio silvestre en estadio tres
- Larvas adquiridas en el mercado local en estadio nueve como patrón en los análisis y comparaciones respectivas.

Equipos

- Estufa (% de humedad)
- Mufla (% de ceniza)
- Extractor Soxhlet (% de grasa)
- Equipo Kjeldahl destilación y digestión de proteína (% de proteína)
- Cámara de refrigeración
- Molino eléctrico
- Balanza digital

Insumos

Los insumos que se utilizaron para la preparación de los medios semi artificiales para la cría de *R. palmarum* fueron:

- Caña de azúcar picada
- Polvo de arroz
- Urea : $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$
- Vitaminas: B, C, D y K
- Minerales: Pecutrin
- Agua: H_2O

3.3. Factor de estudio

El factor de estudio fue probar el efecto al aplicar dietas semi artificiales nutricionales en la cría de *R. palmarum* en cautiverio, con tres tratamientos a base de *S. officinarum* (caña de azúcar) que fueron complementados con niveles proteicos para acercarse a la composición de diferentes especies de palmas donde se desarrollan normalmente estas larvas. Las variables dependientes fueron las ganancias de peso y la mortalidad, mientras que las variables independientes fueron las dietas.

3.4. Tratamientos

Para la determinación del comportamiento productivo se utilizaron larvas de *R. palmarum*. Se utilizaron dietas semi artificiales a base de caña de azúcar y otros elementos, como indicadores la ganancia de peso, mortalidad en cada uno de los niveles evaluados.

En la tabla 6 se describe el porcentaje de proteína cruda (base seca) para cada uno de los niveles evaluados o sustratos evaluados, que fueron ajustados en función de la relación con los valores nutricionales de las especies de palmas en las que se

desarrolla *R. palmarum* en la naturaleza, *Bactris gasipae* (chonta duro) con 2,5% de proteína, *Oenocarpus bataua* (hungurahua) con 3,7% de proteína y *Mauritia flexuosa* (morete) con 5 % de proteína.

Tabla 6. Contenido porcentual de proteína cruda en los niveles evaluados

Sustrato	Proteína cruda %
1	3,7
2	2,5
3	5,0

Los niveles de proteína cruda se alcanzaron con inclusión de urea como fuente de nitrógeno (N) no proteico de acuerdo a lo reportado por Cerda *et al.*, (1999) quienes describen los contenidos proteicos en las especies de palmas; *B. gasipae* con 2,5% de proteína, *O. bataua* con 3,7% y *M. flexuosa* con 5 % de proteína, palmas que son el alimento natural de las larvas de *R. palmarum*; sin embargo, el nitrógeno no proteico fue probado con un valor considerablemente alto debido a que no se encontraron investigaciones en función a este contenido. En la investigación se utilizó como materia prima elementos disponibles, fáciles de conseguir y que no compitieran con el ser humano, ni con el entorno.

Los insumos utilizados en los sustratos semi artificiales probados fueron *Sacharum officinarum* (caña de azúcar picada), polvo de arroz (*Oryza sativa*), urea, concentrado mineral y concentrado vitamínico como se lo describe en la tabla 7 para un posterior balanceo de las dietas con los valores presentados de materia seca y proteína cruda de los ingredientes utilizados.

Tabla 7. Composición porcentual de los ingredientes utilizados en la elaboración de los sustratos evaluados

Ingrediente	Materia seca %	Proteína cruda % (materia seca)
Urea ³	100,00	287,5
Caña de azúcar ²	33,00	4,00
Polvo de arroz ¹	89,00	11,00
Concentrado mineral ¹	100,00	0,00
Concentrado vitamínico ¹	100,00	0,00

¹valores declarados por el proveedor; ² FAO (2010); ³ 46% de nitrógeno x 6,25.

Los sustratos para el cultivo de las larvas fueron diseñados balanceando en función del contenido de humedad y proteína cruda como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Contenido porcentual de proteína cruda y humedad

	Tratamiento		
% en base fresca	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Proteína cruda %	3,73	2,5	5
Humedad %	75,04	75,01	74,96

A continuación con los datos presentados de la tabla 7 y 8 de la materia prima y los respectivos valores nutricionales y de humedad, se realizó un balanceo mediante exploración, para ajustar los valores a los correspondientes en las diferentes especies de palmas, en donde se desarrollan las larvas de *R. palmarum* de forma natural.

Tabla 9. Factor A, concentración porcentual de los ingredientes

Sustrato	Caña %	Polvillo de arroz %	Urea %	Agua %	Concentrado mineral %	Concentrado vitamínico %
N1	40,45	12,14	0,70	46,60	0,07	0,04
N2	41,34	12,34	0,26	45,95	0,07	0,04
N3	39,85	11,94	1,15	46,95	0,07	0,04

3.5. Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques completamente al azar con tres replicas y los datos obtenidos se analizaron con el software Statgraphics Centurión XVI (Statpoint technologies, 2012, tres niveles y tres replicas.

3.6. Mediciones experimentales

- Obtención y cría de larvas de *R. palmarum* estadio 3.

Las larvas fueron obtenidas del medio silvestre en el estadio tres.

- Peso final

Con una balanza se pesó las larvas de *R. palmarum* (peso inicial) en estadio tres, en grupos de 10, para determinar un promedio individual por larva, al momento que se empezó a aplicar los niveles y durante todo el proceso productivo hasta obtener el peso final. Se utilizaron gavetas para colocar las unidades experimentales, con 30 larvas cada uno que se ubicaron individualmente en tarrinas, dicha variable se registró en el libro de campo para tabular y procesar los datos estadísticamente.

- Mortalidad de las larvas

La mortalidad se evaluó mediante el porcentaje al final del proceso productivo.

Al finalizar el trabajo de campo se procedió en el laboratorio a la determinación proximal en materia seca (%), proteína bruta (%), grasa (%) y ceniza (%), para ello se utilizaron diferentes métodos, cuya norma para el análisis se cita a continuación, todas las muestras se analizaron por duplicado para minimizar el margen de error.

- Materia seca

Método de la A.O.A.C. 950.46-1991.

- Proteína bruta

Se utilizó la norma INEN 465.

- **Grasa**

Se utilizó el método de la A.O.A.C. 991.36.

- **Ceniza**

Se utilizó la norma INEN 467.

3.6.1 Análisis de varianza.

Se determinó el análisis de varianza al experimento considerando el diseño de bloques completamente aleatorizado para cada variable en estudio.

3.6.2 Prueba de significación

Se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% para la comparación de medias.

3.7. Manejo del experimento

En el trabajo de investigación se utilizaron larvas de *R. palmarum* L de tres cm de largo, a las cuales se les aplicó los niveles. Cada nivel y réplica en su dieta tenían un peso de 5 kg, los sustratos se cambiaron cada quince días durante los 45 días que duró la fase de desarrollo larvario. Se realizaron tres suministros de alimentos como lo describe (Martín y Cabello, 2006).

Las raciones o niveles aplicados fueron:

1. Caña 40,45%, polvo de arroz 12,14%, urea 0,70%, agua 46,60, minerales 0,07% y vitaminas 0,04
2. Caña 41,34%, polvo de arroz 12,34%, urea 0,26%, agua 45,95%, minerales 0,07 % y vitaminas 0,04%
3. Caña 39,85%, polvo de arroz 11,94%, urea 1,15%, agua 46,95%, minerales 0,07% y vitaminas 0,04%

3.7.1 Producción semi artificial de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L.

1. Determinación del sitio

La investigación tuvo lugar en la Universidad Estatal Amazónica, se utilizaron larvas de *R. palmarum* de tres cm, para la crianza semi artificiales en recipientes plásticos individuales para evitar el canibalismo.

2. Obtención Material Biológico y cría de larvas de *R. palmarum* L

Las larvas de tres cm se recolectaron a los 15 días de infestación del medio silvestre, se tumbaron chontas (*B. gasipaes*) cuyo tallo se dividió en trozos de un metro de longitud, en el sector de la isla, parroquia Madre Tierra.

En el inicio del experimento, y para tener un peso promedio de las larvas, se pesaron en grupos de 10 larvas, luego fueron colocadas en los recipientes plásticos individuales para evitar el canibalismo durante su crecimiento y desarrollo.

Se elaboró cinco kg de sustrato para cada nivel y réplica, cada sustrato se preparo tres días antes, debido a la presencia de la urea (nitrógeno no proteico) que en combinación con los demás elementos se estabilicen para que se fermente y puedan ser asimilados por las larvas.

3. Peso final

Al final de la etapa productiva, se determinó el peso final de las larvas desarrolladas en cada nivel y replica, considerando el código para el registro y posterior tabulación de datos.

4. Mortalidad de larvas

La mortalidad de larvas al final de la investigación se calculo, de los datos tomados del proceso productivo en el que se anoto el número de las larvas muertas para el cálculo del porcentaje de mortalidad.

Una vez terminado el proceso productivo las larvas se lavaron, pesaron y se colocaron en bolsas plásticas ziplock luego se sometieron a temperatura de congelación ($-12 \pm 2^{\circ}\text{C}$) para provocar su muerte y garantizar los valores nutricionales. Finalmente se llevó al laboratorio para los análisis proximales de cada nivel y replica de los análisis proximales.

3.7.2 Análisis proximales de materia seca, proteína, grasa y ceniza

1. Deshidratación o materia seca

Cada nivel y replica con su código fueron colocados en una estufa a 55°C para obtener la materia seca, al tercer día se pesó en repetidas ocasiones hasta tener un peso constante, basados en la norma A.O.A.C. 950.46-1991, como producto final se genera la materia seca.

2. Extracción de Grasa

Con la materia seca obtenida a través del método de la A.O.A.C. 991.36-2005, 2006 se extrajo y determino el porcentaje de grasa.

Periódicamente se colocó la materia seca en un mortero para preceder a triturar, luego se elaboró una bolsa de papel filtro de 40 g en la que se colocó el material triturado, para la extracción de grasa se empleó el equipo extractor Soxhlet durante 2 horas, como solvente se utilizó nafta, como producto se obtiene aceite y materia seca desgrasada.

El aceite obtenido se colocó en tubos de ensayo con su respectiva etiqueta para el análisis del perfil de aminoácidos.

$$\%rendimiento = (extraccion - pesobalon) / pesomuestra * 100$$

3. Pulverización

La materia seca desengrasada se pulverizó en un molino eléctrico con el objetivo de generar partículas diminutas para facilitar los análisis posteriores.

4. Ceniza

Según la norma INEN 467 se coloca 1 gr de materia seca en un crisol y luego se introdujo en la mufla a 600 °C durante 2 h, para la determinación del porcentaje de ceniza.

$$\%ceniza = \frac{(pesocrisol + ceniza) - pesocrisol}{(pesodelcrisol + muestra) - pesodelcrisol} * 100$$

5. Proteína

Se utilizó la Norma INEN 465

6. Proceso de digestión

El proceso de digestión duro dos horas, se coloco 1 g de materia seca, 20 ml de H₂SO₄ con una pastilla Gendar y 5 perlas de cristal.

7. Proceso de destilación

De lo obtenido del proceso de digestión se le añade 65 ml de agua destilada + 60 ml de NaOH, para posterior titulación con 35 ml de ácido bórico y tres gotas de indicador tashiro

$$\%proteina = consumo(titulacion) * 0,198 * 0,014 * 100 / 1gr * 6,25$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a. Mortalidad de larvas de *R. palmarum*

Los resultados estadísticos obtenidos en los tres niveles destacan la existencia de diferencias estadísticas significativas para mortalidad. El nivel que presentó menor mortalidad fue el nivel 3 con 12%, el nivel 2 con 28,88% y con mayor mortalidad el nivel 1 con más del 50% los tres niveles se ubican en rangos diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 5% para mortalidad

Posiblemente el factor que implicó que exista mayor mortalidad en este resultado se deba a efectos de manejo del experimento, asociados al cambio de sustrato y toma de datos. Pues la evaluaciones se realizaron en orden y el periodo de abstinencia de alimento y exposición a condiciones de desecamiento o stress para la larva fue el fue mayor para el nivel 1 y 2 que exhiben la mayor mortalidad situación similar se ha dado en la cría de larvas de otros insectos como *Bomby mori* de acuerdo a lo reportado por Endara, *et al* (1999). Esta experiencia permite sistematizar la modalidad de manejo de *R. palmarum* bajo condiciones semi artificiales de las cuales no habían referencias previas.

En la tabla 10 se muestra que en los niveles si existe diferencia significativa, nivel 3 media de 12,11% (a), nivel 2 28,8867% (b) y Nivel 1 52,2233% (c), se sugiere el nivel 3 por presentar menor mortalidad en relación al nivel 1 que refleja una mortalidad de la mitad de animales.

Tabla 10. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para mortalidad de larvas

Factor _A	Casos	Media
3 ^a	3	12,11
2 ^b	3	28,8867
1 ^c	3	52,223

b. Ganancia de Peso

En la tabla 11 se detalla las medias para los tres niveles correspondientes a la prueba de rango múltiple de Duncan, que exhibe la ausencia de significación en los niveles probados para la variable ganancia de peso.

Tabla 11. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para ganancia de peso de larvas

Factor _A	Casos	Media
2 ^a	3	9,85
3 ^a	3	10,4067
1 ^a	3	10,66

En la ganancia de peso los resultados obtenidos indicaron que el nivel que presento mayor ganancia numérica de peso es el nivel 1, la dieta balanceada contenía 40,45% de caña, 12,14% polvo de arroz y 0,7% de urea que cumple la función de nitrógeno no proteico para la micro flora digestiva que mejora la eficiencia y conversión, también como lo reporta Cerda *et al.*, (1999) de un promedio de peso de 9,6 g para larvas de *R. palmarum* criadas en (*Mauritia flexuosa*); 9,4 g criadas en cucurito (*Maximiliana regia*); y 4,6 g para seje (*Jessenia batua*) esto nos indica que la ganancia de peso de la presente investigación tiene mejor rendimientos a los expuesto por Cerda *et al.*, (1999).

c. Contenido de materia seca

El mayor promedio de materia fue 33,87% en el nivel 3, debido a que ayuda a una mejor conversión alimenticia en el nivel 2 con 30,58% y el nivel uno con 29,88, datos que se resumen en el grafico 12 y que tampoco muestran diferencia estadísticas significativas para los niveles.

Tabla 12. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para materia seca

Factor _A	Casos	Media
1 ^a	3	29,8833
2 ^a	3	30,5867
3 ^a	3	33,8767

Se realiza que la mayor materia seca el nivel tres con 33,87% resultado que se obtiene de la cría en un sustrato semi artificial construido con la constitución nutritiva parecida al morete y que a demás comparado con las naturales tiene 38,7% de materia seca en relación al del porcentaje presente en las larvas de *R. palmarum*, esto nos indica que el material biológico de estudio tuvo una alta capacidad de síntesis en su contenido de nutrimentos, en cambio Cerda *et al.*, (1999) en larvas de *R. palmarum* criadas en morete y que además 28,3% ; también Pérez (2013) en sustrato de caña de azúcar presenta un 21,38% valores inferiores al presente estudio en cambio Delgado *et al.*, (2008) con un 40,4% y Elemo *et al.*, (2011) 56, 54% valores superiores, Ekpo y Onigbinde (2005) en larvas de *R. phoenicis* se asemeja al de mejor rendimiento de este experimento con 34,96% de materia seca.

d. Contenido de proteína cruda

La tabla 13 muestra que no existe diferencia estadísticas para los niveles probados ; sin embargo, el nivel tres contiene una media de 19,44%, el nivel uno el 23,74% y donde se presenta mayor porcentaje de proteína fue en el nivel dos con 23,8 %.

Tabla 13. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para proteína cruda

Factor _A	Casos	Media
3 ^a	3	19,4467
1 ^a	3	23,7467
2 ^a	3	23,8733

En los resultados obtenidos con larvas criadas en condiciones naturales en cuanto al contenido de proteína fue de 22,77% en cambio el nivel que presento mayor porcentaje fue el nivel 2, que fue equilibrado en función del contenido de la chonta con 23,87% que al compararlo con los resultados obtenidos de larvas naturales se obtuvo mayor contenido 2,5% de proteína igual porcentaje al de la palma de chontaduro en su composición, la importancia de las proteínas que aportan así al cuerpo todos aquellos elementos y nutrientes complejos, con este estudio es un

indicador del potencial que se puede aprovechar este recurso proteico, también otros resultados expuesto por Pérez (2013) utilizando caña de azúcar refleja 23,29% de proteína valor que se aproxima al presente resultado, Cerda *et al.*, (1999) menciona un valor superior de 25,80%, como se observa el resultado obtenido del estudio está entre los valores mencionados por los autores citados.

e. Contenido de grasa

El nivel 3 tiene mayor porcentaje de grasa con 60,60%, nivel dos 54,93% y el nivel uno con 52,08% valores que no son estadísticamente diferentes (tabla 14). El nivel que presenta mayor cantidad de grasa fue equilibrado en función de *M. flexuosa*, planta con mejores niveles nutricionales.

Tabla 14. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para composición de grasa.

Factor _A	Casos	Media
1 ^a	3	52,0867
2 ^a	3	54,93
3 ^a	3	60,5033

Los resultados obtenidos en la investigación señalaron que el nivel 3 contiene mayor contenido de grasa con 60,50 %; en cambio el porcentaje de grasa de las larvas de *R. palmarum* criadas en sustratos naturales reportaron 64.75% por lo que no existe diferencias estadísticas que también fueron reportados por Sancho *et al.*, (2013) con un 56,21% de grasa.

f. Contenido de Ceniza

Los resultados obtenidos para la composición de ceniza en la tabla 15, muestra que el nivel que presento mayor porcentaje fue el 2 con 2,6%, en los otro niveles se reportaron para el nivel 1 con 2,4% y menor porcentaje de ceniza en el nivel 3 con

2,14%, valores que no difieren estadísticamente entre sí; sin embargo un factor determinante es que la dieta semiartificial 2 fue balanceada en función a la chonta (*B. gasipae*).

Tabla 15. Pruebas de rango múltiple de Duncan al 5% para composición de ceniza de larvas

Factor _A	Casos	Media
3 ^a	3	2,14
1 ^a	3	2,48333
2 ^a	3	2,61333

En larvas de *R. palmarum* criadas en medios naturales se registró un contenido de 0,61% de ceniza, también el factor que presenta mayor porcentaje de ceniza fue el nivel 2 con 2,6%, según otros autores como Cerda *et al.* (1999) reportan un 2,12% y Sánchez *et al* (1997) de 2,27% de *R. palmarum* valores inferiores en relación

5. CONCLUSIONES

En la evaluación del comportamiento productivo de larvas de *R. palmarum* L. criadas a base de caña de azúcar (*S. officinarum*) en condiciones semiartificiales y durante todo el proceso productivo, se concluyó que las dietas o niveles resultó para el cultivo de este insecto, con mejor resultado en ganancia de peso corresponde al Nivel 1 con un promedio de 10,66% en cambio en el nivel 3 presento menor mortalidad con 12,11% .

El valor nutritivo de las larvas *R. palmarum* L. utilizando sustratos a base de caña de azúcar (*S. officinarum*), determino una composición de resultado en proteína cruda con 23,87% y ceniza 2,41% en el nivel 2. En materia seca 33,87% y grasa 60,50% le corresponde al nivel 3, resultados que no cambian los valores nutricionales de la larva al compararla con los resultados de la cría en medios naturales.

La composición proximal de las larvas de *R. palmarum* L. en los resultados de estudio, existe mayor porcentaje de proteína que los naturales, mientras que en materia seca y grasa no existe diferencia significativa, y se adaptaron a las dietas sin cambiar los valores nutricionales.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda promover la cría semi artificial de *R. palmarum* para mejorar la calidad de vida de la humanidad.
- Se recomienda seguir con investigaciones que ayuden a mejorar la calidad de vida de la humanidad utilizando alternativas como los expuestos en la presente investigación, pues está en auge el consumo de insectos a nivel mundial y urge una legislación al respecto.

.

7. RESUMEN

Las larvas de chontacuro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) cumplen un rol importante como fuente de nutrientes y es el sustento de comunidades en la provincia de Pastaza. En la actualidad para la crianza se tala las diferentes especies de palmas, en esta investigación buscó evaluar un método de crianza semi artificial utilizando sustratos a base de caña de azúcar que es materia prima disponible en la zona. Las larvas se criaron en recipientes plásticos individuales para evitar el canibalismo. Se midió el peso final, mortalidad, proteína, grasa, materia seca y ceniza. Cumpliendo con los objetivos, la dietas semiartificiales de la investigación causó un efecto positivo en la crianza de las larvas, en el comportamiento productivo el Nivel 1 se obtuvo mayor peso final con 10,66% y menor mortalidad el nivel 3 con 12,11%. El análisis bromatológico realizado se evidencia que el Nivel 2 existe mejor rendimiento de 23,87% de proteína cruda y ceniza de 2,41% en diferencia a los otros niveles y en comparación con los naturales en este nivel existe mayor % de proteína, en cambio presento mejor resultado en materia seca con 33,87% y grasa con 60,50% valores que comparados con larvas naturales no existe diferencia.

Palabras claves: *Rhynchophorus palmarum*, canibalismo, análisis bromatológico

8. SUMMARY

The larvae of *Rhynchophorus palmarum* chontacuro L. (Coleoptera: Curculionidae) play an important role as a source of nutrients and is the livelihood of communities in the province of Pastaza. Today for breeding different species of palms logging, this research sought to evaluate a semi artificial breeding method using substrates based on sugar cane is the raw material available in the area. The larvae were reared in individual plastic containers to avoid cannibalism. The final weight, mortality, protein, fat, dry matter and ash was measured. Fulfilling the objectives, the semi artificial diets of research caused a positive effect in raising larvae in the productive performance Level 1 higher final weight level 3 was obtained with 10.66% and 12.11 lower mortality %. The compositional analysis was performed Level 2 evidence exists best performance 23.87% crude protein and ash of 2.41% in contrast to the other levels and compared with natural at this level higher% protein exists in change presented better results in dry matter with 33.87% and 60.50% fat values compared to natural larvae there is no difference.

Keywords: *Rhynchophorus palmarum*, cannibalism, compositional analysis

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ambrosio, G., Nieto, C., Aguilar S., & Espinoza, A. (2010). *Los insectos comestibles: un recurso para el desarrollo local en el centro de México*. Trabajo presentado en el 116th EAAE Seminar "Spatial dynamics in agri-food systems: implications for sustainability and consumer welfare", Parma (Italy).
2. Araujo, Y., & Beserra, P. (2007). *Diversidad de invertebrados consumidos por las etnias Yanomami y Yekuana del alto Orinoco, Venezuela*. *Interciencia*, 318 - 323.
3. Arnaldos, M., Garcia, M. & Presa, J. (2010). Entomofagia. Recuperado de: <http://digitum.um.es/jspui/bitstream/10201/23494/1/EFentomofagia>.
4. Banjo, A.D., Lawal, O.A. & Adeyemi, A.I. (2006). The microbial fauna associated with the larvae of *Oryctes monocerus*. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(11): 837–843.
5. Banjo, A.D., Lawal, O.A. & Songonuga, E.A. (2006). *The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria*. *African Journal of Biotechnology*, 5(3): 298–301.
6. Barragán, Á., Dangles, O., Cárdenas, R., & Onore, G. (2009). The History of Entomology in Ecuador. *Ann. soc. entomol. Fr.*, 410 - 423.
7. Bukkens, Sandra. (1997). The nutritional value of edible insects, *Ecology of Food and Nutrition*, 36:2-4, 287-319. Recuperado en <http://dx.doi.org/10.1080/03670244.1997.9991521>
8. Cajetano, S. & Band, S. (2012). *Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio (ejemplos para animales de América latina)*. Wildlife Conservation Society Bronx, NY.
9. Cerda, H., Martinez, R., Briceno, N., Pizzoferrato, L., Manzi, P., Tommaseo Ponzetta, M., Marin, O. & Paoletti, M.G. 2001. Palm worm (*Rhynchophorus palmarum*): traditional food in Amazonas, Venezuela. Nutritional composition, small scale production and tourist palatability. *Ecology of Food and Nutrition*, 40(1): 13–32.
10. Cerda, H., Martínez, R., Briceño, N., Pizzoferrato, L., Hermozo, 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, 25 - 32.

11. Costa-Neto, E., & J. Ramos-Elorduy. (2006). *Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación.* Bol. Soc. Entomol. Aragonesa 38: 423-442
12. Costa-Neto, Eraldo. (2003). Insetos como fontes de alimentos para o homem: valoração de recursos. Interciencia pag. 136-140. Recuperado en <http://search.proquest.com/docview/210134090?accountid=152754>
13. DeFoliart, Gene. (1997). An overview of the role of edible insects in preserving biodiversity, Ecology of Food and Nutrition, 36:2-4, 109-132. Recuperado en <http://dx.doi.org/10.1080/03670244.1997.9991510>.
14. Delgado, César., Couturier, Guy., Mathews, Paul & Mejia, Kember. (2008). Producción y comercialización de la larva de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophtoridae) en la Amazonía peruana. 407-412.
15. Duckett, Jodi & Call, Morning. (2000). The wonderful world of edible insects many cultures believes bugs are a delicacy, but americans still squirm at the thought. Morning Call Retrieved from. Recuperado en <http://search.proquest.com/docview/392881922?accountid=152754>.
16. Durst, P.B. & Shono, K. 2010. Edible forest insects: exploring new horizons
17. Egan, B.A., Toms, R., Minter, L.R., Addo-Bediako, A., Masoko. P. (2014). Nutritional Significance of the Edible Insect, *Hemijana variegata* Rothschild (Lepidoptera: Eupterotidae), of the Blouberg Region, Limpopo, South Africa. African Entomology, 22(1):15-23. Recuperado en <http://www.bibone.org/doi/full/10.4001/003.022.0108>.
18. Endora, L., Soria, S. y Pozo, F (2008). Medicina tradicional andina y plantas curativas y nutritivas para vivir dignamente en armonía con la naturaleza.

19. FAO/WUR. 2012. Expert consultation meeting: assessing the potential of g insects as food and feed in assuring food security. Summary report, 23–25 January 2012, Rome.
20. Fernández, Ana Isabel. (2012a). Innovacion ancestral. El Sol, S.A. de C.V.. Guadalajara, Mexico. Recuperado en 152754. <http://search.proquest.com/docview/1019206234?accountid=152754>.
21. Fernández, Ana Isabel. (2012b). Vanguardia que salta. El Sol, S.A. de C.V.. Guadalajara, Mexico. Recuperado en <http://search.proquest.com/docview/1019206125?accountid=152754>.
22. Gálvez, M. (2009). Gusanos chontacuros son parte de la dieta indígena en la Amazonía.
23. Gbogouri, Grodji, Maxwell, Grah., Brou, Kouakou ., Atchibri, Ocho. & Lindera, Michel. (2013). *Rhynchophorus palmarum* l. larva, an edible insect in côte d'ivoire : nutritional value and characterization of the lipid fraction. *Int. J. Chem. Sci.*: 11(4), 1963.
24. Giblin-Davis, R.M. & Howard., F. 1989. Vulnerability of stressed palms to attack by *Rhynchophorus cruentatus* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Economic Entomol.* 82:1185-1190.
25. González, P., & García, U. (1992). *Ciclo biológico de Rhynchophorus palmarum (Col.: Curculionidae)* sobre *Washingtonia robusta* en laboratorio. *Revista Peruana de Entomología*, 60 - 62.
26. Harris, M., (2002), Bueno para comer. Enigmas de alimentación y cultura, Madrid: Alianza Editorial
27. Honduras Silvestre (2014) Honduras: Educación Helvética S.A., Base de Datos, Honduras Silvestre, Versión 3.0, div. Animalia & Plantae, 1/8/2012. Consulta: 25/9/2015. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037818442003000300004&script=sci_arttext.
28. Huis, Arnold., Itterbeeck, Joost., Klunder, Harmke., Mertens, Esther., Halloran, Afton., Muir, Giulia & Vantomme, Paul. (2013). Edible

- insects. Future prospects for food and feed security. food and agriculture organization of the united nations Rome.
29. Medeiros, E. (2003). Insectos como alimento para los seres humanos.
 30. Mexzón, R., Chinchilla, C., Castrillo, G., & Salamanca, D. (1994). *Biología y hábitos de Rynchophorus palmarum L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica*. ASD Oil Palm Papers(8), 14 - 21.
 31. Miller, E. A. (2000). The role of the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* as a vector of the red ring disease of coconuts.I.Results of preliminary investigations.J. Econ. Entomol. 56:375-380
 32. Pérez, M (2013). Nutrición y Alimentación Humana. Recuperado de: <https://www.nhd.es/>.
 33. Ramos -Elorduy, Julieta. 2006. Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 2(51): 1–10.
 34. Ramos Elorduy, J., Costa-Neto, E.M., Pino, J.M., Cuevas Correa, M.S., Garcia-Figueroa, J. & Zetina, D.H. (2007). Conocimiento de la entomofauna útil en la Purísima Palmar de Bravo, Puebla, México. Biotemas, 20(2): 121–134.
 35. Ramos-Elorduy, Julieta. (2008). Energy Supplied by Edible Insects from Mexico and their Nutritional and Ecological Importance, Ecology of Food and Nutrition, 47:3, 280- 297,. Recuperado en <http://dx.doi.org/10.1080/03670240701805074>.
 36. Ramos-Elorduy, Julieta. (1997). The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico, Ecology of Food and Nutrition, 36:5, 347-366, Recuperado en <http://dx.doi.org/10.1080/03670244.1997.9991524>.
 37. Rech, Karine., Guerreschi, Renata., Torres, Katia. & Nuñez, Alex Pires de Oliveira . (2014) .Subsidies for production of *Chironomus calligraphus* larvae (Chironomidae, Diptera) in the laboratory, Invertebrate Reproduction & Development, 58:3, 199-206.Recuperado en <http://dx.doi.org/10.1080/07924259.2014.894947>
 38. Sánchez, P., Jaffé, K., Hernández, J., & Cerda, H. (1993). *Biología y comportamiento del picudo del cocotero Rhynchophorus palmarum*

- L. (COLEOPTERA:CURCULIONIDAE)*. Boletín de Entomología Venezolana, 8(1), 83 - 93.
39. Sanchez, Pedro., Jaffe, Klauss., & 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>.
 40. 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.
 41. Smith, A.B.T. & Paucar, C.A. 2000. Taxonomic review of *Platycoelia lutescens* (Scarabaeidae: Rutelinae: Anoplognathini) and a description of its use as food by the people of the Ecuadorian highlands. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(3): 408–414.
 42. Sotomayor Hugo., Mahecha, Dany., Cabrera, Gabriel, & Torres, María Lucía. (1998). La nutrición de los Nukak Una sociedad Amazónica en proceso de contacto. *MAGUARE*, 13, 117-142.
 43. Tagliabue, John. (2011). Want a side of worms with that?; New campaign aims to sell Dutch consumers on the joy of eating insects. *Edmonton Journal* E.4
 44. Tello, J., & Moreno, A. (2002). Valor nutritivo de los insectos comestibles. *Terralia*, 30, 73-75.
 45. Tong, L., Yu, X., & Liu, H. (2011). Insect food for astronauts: Gas exchange in silkworms fed on mulberry and lettuce and the nutritional value of these insects for human consumption during deep space flights. *Bulletin of Entomological Research*, 101(5), 613-22. Traditional practices.

Universidade Federal de Alagoas. Departamento de ciências biológicas. Brasil.

46. Valderrama, Luisa. (1997). Comida baja en calorías. Venga y coma un insecto. General Interest Periodicals—Mexico. Recuperado en <http://search.proquest.com/docview/311453549?accountid=152754>
47. Vantomme, Paul. (2010). *Los insectos forestales comestibles, una fuente de proteínas que suele pasar por alto*. Unasylva, 61(236), 19-21.
48. Vera, Cajetano & Brand, Antonio. (2012) Aramanday guasu (*Rhynchophorus palmarum*) como alimento tradicional entre os Guaraní Nandéva na aldeia Pirajuí*/Aramanday guasu (*Rhynchophorus palmarum*) como alimento tradicional entre os Guaraní Nandéva na aldeia Pirajuí. Tomo 12, 23 97-126. Recuperado en <http://search.proquest.com/docview/1523896018?accountid=152754>
49. Viesca, F., & Romero, A. (2009). *La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales*. El Periplo Sustentable, 57 - 83.
50. Villanueva, Paloma. (2013). Insectos: el futuro de la nutrición. El Sol, S.A. de C.V. Mexico. Recuperado en <http://search.proquest.com/docview/1372337990?accountid=152754>
51. Zagatti, P., Rochat, D., Berthier, A. & Nadarajan, L., 1993. Continuous rearing of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* in the laboratory. Oleagineux (Francia). 48 (5):213-21.