

Guatemala 04 de abril de 2018

M.Sc. Gerardo L. Arroyo C.
Director General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala

Maestro Arroyo:

Adjunto a la presente el informe final **“Uso de ingredientes orgánicos de descarte en la alimentación del cangrejo azul *Cardisoma crassum* (Smith, 1870) en un cultivo piloto”** (4.8.26.7.01), coordinado por Lic. Andrea Mirell Ramírez Aguilar y avalado por el Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos.

Este informe final fue elaborado de acuerdo a la guía de presentación de la Dirección General de Investigación y revisado su contenido en función de los objetivos planteados y productos esperados, por lo que esta unidad de investigación da la aprobación y aval correspondiente. Así mismo me comprometo a dar seguimiento a la gestión del aval y la publicación del artículo científico.

Sin otro particular, suscribo atentamente,

“Id y enseñad a todos”

Ing. Carlos Salvados Gordillo
Coordinador
Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas

Vo. Bo. MSc. Hector Leonel Carrillo Ovalle
Director
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación
Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial

INFORME FINAL

**Uso de ingredientes de descarte en la alimentación del cangrejo azul
Cardisoma crassum (Smith, 1870) en un cultivo piloto.**

Equipo de investigación:

Licda. Andrea Mirell Ramírez Aguilar

Licda. Andrea Elizabeth Monzón Pineda

Guatemala, 04 de abril de 2018.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HIDROBIOLÓGICAS

Centro de Estudios del Mar y Acuicultura

Universidad de San Carlos de Guatemala

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Liuba María Cabrera de Villagrán
Coordinador del Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial

Lic. Andrea Mirell Ramírez Aguilar
Coordinador del Proyecto

Lic. Andrea Elizabeth Monzón Pineda
Investigadora

Partida Presupuestaria
4.8.26.7.01
Año de ejecución: 2017.

Índice

1	Resumen	8
2	Abstract	9
3	Introducción	9
4	Marco teórico y estado del arte	11
4.1	Generalidades de la especie	11
4.2	Consumo y comercialización de la especie	12
4.3	Acuicultura en Brachyuros	13
5	Objetivos	14
5.1	Objetivo general	14
5.2	Objetivos específicos	14
6	Materiales y métodos	14
6.1	Ubicación	14
6.2	Tipo de investigación	15
6.3	Fase descriptiva en los aportes nutricionales del cangrejo <i>C. crassum</i> (análisis adicional)	15
6.4	Siembra y técnicas de cultivo	17
6.5	Muestreo, obtención de datos y procesos estadísticos para tabla de contingencia	18
6.6	Análisis y principios de formulación de dietas	19
6.7	Muestreo, obtención de datos y procesos estadísticos en la determinación de dietas	20
6.8	Procesamiento de datos y modelos estadísticos	22
7	Resultados	22
7.1	Valores nutricionales del cangrejo azul <i>C. crassum</i>	22
7.2	Ingredientes con alta aceptación en el cultivo de <i>C. crassum</i>	27

7.3	Formulación y preparación de dietas a evaluar en el cultivo de <i>C. crassum</i>	28
7.4	Selección de dietas a partir de la ganancia de peso	28
7.4.1	Dietas elaboradas a base de camaronina	30
7.4.2	Dietas elaboradas a base de lombricompost	31
8	Análisis y discusión de resultados	33
8.1	Ventajas nutricionales del consumo de pulpa de cangrejo	33
8.2	Criterios de formulación y procedimientos	34
8.3	Evaluación de la dieta a partir de ganancia de peso	35
9	Conclusiones	36
10	Referencias	37
11	Apéndice	40
12	Actividades de gestión, vinculación y divulgación	42
13	Orden de pago	43

Índice de tablas

Tabla 1	Clasificación y aceptación según los niveles de consumo Estructura de formulación propuesta para la elaboración de dieta para <i>C.</i>	19
Tabla 2	<i>crassum</i>	19
Tabla 3	Aporte de energía de los principales macronutrientes	23
Tabla 4	Valores nutritivos en macronutrientes para el cangrejo azul <i>Cardisoma</i> <i>crassum</i>	25
Tabla 5	Elementos contenidos en la carne de cangrejo azul <i>Cardisoma crassum</i>	26
Tabla 6	Tabla de contingencia, niveles de aceptación del cangrejo, en la palatabilidad de los productos inorgánicos de descarte	27
Tabla 7	Formulación de dietas de ingredientes finales para la evaluación de alimento en <i>C. crassum</i> con base proteica de camaronina al 32%	29

Tabla 8	Formulación de dietas de ingredientes finales para la evaluación de alimento en <i>C. crassum</i> con base proteica de lombricompost	29
Tabla 9	Estadística básica de la dinámica de pesos en el cultivo de cangrejo con dietas elaboradas a base de camaronina	30
Tabla 10	Resumen estadístico del proceso de ANOVA con una prueba de SKN para las dietas con base de camaronina, en el cultivo de <i>C. crassum</i>	30
Tabla 11	Resumen estadístico descriptivo de la ganancia de peso de las dietas basadas en camaronina como fuente de proteína en el cultivo de <i>C. crassum</i>	31
Tabla 12	Resumen de estadística descriptiva en la ganancia de peso del cultivo de <i>C. crassum</i> . Para las dietas a base de lombricompost	32
Tabla 13	Resumen estadístico del proceso de ANOVA con una prueba de SKN para las dietas basadas en lombricompost, en un cultivo piloto de <i>C. crassum</i>	32

Índice de figuras

Figura 1	Cangrejo azul (<i>Cardisoma crassum</i>)	1
Figura 2	Ubicación de la Estación Experimental Monterrico, centro donde se realizó la investigación y parte de la franja de distribución del <i>C. crassum</i> .	15
Figura 3	Preparación de la muestra para estudios de bromatología del cangrejo del cangrejo azul <i>C. crassum</i> .	16
Figura 4	Estanques utilizados para cultivo de cangrejos <i>C. crassum</i>	17
Figura 5	Bandejas para evaluación de insumos más palatables	18
Figura 6	Biometrías semanales para la toma de datos de ganancia de peso	21
Figura 7	Dinámica en la ganancia de peso de los <i>C. crassum</i> alimentados con dietas a base de lombricompost	33

Uso de ingredientes orgánicos de descarte en la alimentación del cangrejo azul *Cardisoma crassum* (Smith, 1870) en un cultivo piloto.

1. Resumen

El cangrejo azul *C. crassum*, pertenecientes a los *brachyuros*, actualmente es consumido en la zona del Pacífico de Guatemala, como alimento es demandado por los pobladores. Con el fin de promover su consumo sin comprometer las poblaciones, se ha venido desarrollando técnicas de crianza en condiciones controladas. Su consumo contribuye a la diversificación de dietas alimenticias del área, aportando proteína de origen animal y una fuente de minerales. Se reutilizaron los desechos de verduras y frutas descartadas en las tiendas locales, posteriormente a través de una prueba de cafetería, se evaluó su aceptación en una tabla de contingencia, en donde el banano y la papa fueron los ingredientes de mayor consumo con 83.66 (11.23) y 57.16 (10.51) % respectivamente. A partir de esta selección, se formularon 10 dietas a evaluar, de esas, 5 fueron con camaronina y proporciones diferentes de banano y papa, (% camaronina + % papa y banano + % suplemento mineral) que fueron gradualmente de una total concentración de camaronina a una total concentración de papa y banano con minerales. El mismo proceso se realizó con las otras cinco dietas, estas con una base proteica de lombricompost (% lombricompost + % papa y banano + suplemento mineral). La evaluación de la dieta se determinó por su capacidad de hacer ganar peso a los organismos. En el proceso, el Anova con SKN concluye que no hay diferencia significativa para las 5 dietas a base de camaronina (p 0.1118) El mismo proceso muestra diferencia significativa para las dietas de lombricompost (p 0.0033). La dieta (99% lombricompost + 1% minerales) mostró el resultado más positivo con una ganancia de 10.87 (3.71) g. En cultivos de proyectos traspatio el cangrejo podría ser alimentado con subproductos orgánicos de casa que hayan sido procesados por un lombricompost más una adición de minerales. Lo que representa una dieta de bajo costo para una producción de alimentos de alto valor nutricional.

2. Abstract

The blue crab *C. crassum*, belonging to the brachyura, is one of the resources currently consumed in the Pacific region of Guatemala. This food is highly demanded by the inhabitants, in order to promote their consumption without compromising the populations, it has been developing breeding techniques under controlled conditions. Its consumption contributes to the diversification of diets in the area, providing protein of animal origin and a source of minerals. Wastes of discarded vegetables and fruits were reused in local stores, later through a cafeteria test, their consumption was evaluated in a contingency table, where banana and potato were the most accepted ingredients with 83.66 (11.23) and 57.16 (10.51)% of consumption respectively. From this selection, 10 diets were evaluated, of which 5 were determined with different proportions (% camarone + % potato and banana + % mineral supplement) that were gradually from a total concentration of camarone to a total concentration of potato and banana with minerals. The same process was carried out with the other five diets (% vermicompost + % potato and banana + mineral supplement). The evaluation of the diet was determined by its ability to gain weight to organisms. In the process, the Anova with SKN concludes that there is no significant difference for the 5 diets based on camarone (p 0.1118) The same process shows significant difference for the vermicompost diets (p 0.0033). The diet (99% vermicompost + 1% minerals) showed the most positive result with 10.87 (3.71) g. In backyard project farming, the crab could be fed organic home by-products that have been processed by a vermicompost plus an addition of minerals. What represents a low-cost diet for a production of foods of high nutritional value.

3. Introducción

La humanidad enfrenta la disyuntiva de resguardar los recursos naturales y al mismo tiempo generar técnicas que permitan la alimentación de una población que podría sobrepasar la capacidad de carga del planeta.

La acuicultura es una de las disciplinas que registra mayor crecimiento, logrando producir a escalas mayores la producción de alimentos gourmet con altos precios y también

de alta calidad a poco precio, desde la producción de crustáceos, peces, algas y especies no tradicionales que están surgiendo (Organización para las Naciones Unidas para la pesca y Acuicultura [FAO], 2016).

En Guatemala la acuicultura se ha limitado a cultivos de peces y camarones, siendo las principales especies: tilapia *Oreochromis* spp. trucha *Onchorhynchus mykiss*, camarón *Litopenaeus vannamei*, y algunos cultivos de especies no tradicionales como: machorra *Atractosteur tropicus*, robalito *Centropomus robalito*, ostras *Crassostrea gigas* y *Anadara tuberculos*, entre otros.

Gran parte de los esfuerzos de la acuicultura en el país es creada por la academia, con financiamientos estatales en investigación, que pretenden, diversificar la oferta de productos hídricos y al mismo tiempo generar cultivos que puedan nutrir a una población con los peores índices de desnutrición crónica infantil en América latina. Dentro de los esfuerzos por encontrar técnicas de reproducción y crianza, también se centra, aunque en menor interés, con crear repoblaciones de especies amenazadas.

El cangrejo azul *Cardisoma crassum* (Smith, 1870) es un recurso que actualmente se consume en toda la línea costera del Pacífico de Guatemala; alcanza altos precios (Q120.0 la docena) al tener un buen tamaño y durante la temporada previa a la reproducción. Es considerado un recurso cíclico, sin embargo se han localizado familias que consideran la extracción y comercialización de cangrejo como actividad económica principal y continua.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) recomendó en el año 1985 el estudio de la especie y la creación de proyectos traspatio de ella (1986), más adelante, Morales (2000) propone el uso adecuado del recurso, debido a la explotación sin legislación que este está teniendo, recomendando un plan de manejo que incluía vedas y temporalidades de consumo.

Villagran, Ramírez y Monzón (2017) describen a la especie como el organismo perteneciente a los *brachyura* con el menor índice de abundancia de la zona costera pacífico oriental, encontrándose en una densidad de 8.7 organismos/m².

Esta investigación busca generar bases técnicas que permitan evaluar e introducir la especie a la acuicultura local, con el fin de brindar a los pobladores información básica y sencilla de cómo generar pequeños proyectos de casa con bajos costos de producción y al mismo tiempo, evitar la sobre explotación del recurso, al disminuir la captura. A partir de ingredientes de bajo costo, se formularán dietas que serán evaluadas y la dieta con mejores resultados de crecimiento será recomendada.

4. Marco teórico o estado del arte

4.1 Generalidades de la especie:

Los cangrejos de manglar *C. crassum* pertenecen al sub orden *Brachyura*, o cangrejos verdaderos, se ha ordenado bajo la familia Gecarcinidae; distribuyéndose en la zona del Pacífico desde México hasta el Perú (Prahl & Manjarrés, 1984).

Su morfología difiere de algunas especies por la presencia de bellos en la región pterigostomianas (ambas) su coloración de caparazón es azul con tonos grisáceos, posee una pinza mayor de color amarilla o crema con una fuerte espina antero-lateral, el color de los dactilos pereiópodos es rojo escarlata, con dientes orbitales externos fuertes, puntiagudos y triangulares (Hendricks, 1995).



Figura 1. Cangrejo azul (*Cardisoma crassum*)

Estos cangrejos son clasificados como semi terrestres debido a que están presentes en zonas de manglar con área de suelo firme, donde construyen sus madrigueras en forma de “J” con profundidades de 1 a 2 m, el fondo de ellas alcanzan el nivel freático para mantenerse refrescados y sus cuevas pueden tener más de una salida; se le asocia a cuerpos de agua salinos y cercanos a la zona de manglar (Felix P, Holguin O, Campos E & Salgado J; 2003).

Su reproducción está relacionada con la época lluviosa, variando según la presencia de precipitaciones en cada sitio. Se registran épocas de madurez gonadal y desoves en los meses de enero a marzo en Ecuador y en los meses de junio a octubre para Guatemala (Uscovich-Garces, 2015; Villagram, Ramírez & Monzón, 2017). Los organismos viajan desde las zonas de manglar a la playa, en donde las hembras desovarán sus huevos, para que estos completen sus fases larvarias en el mar (Costlow & Bookhout, 1968; Wolcott & Wolcott, 1982) Algunas países cuentan con legislación para protegerlos, las épocas de veda en Ecuador están registradas del 15 de enero al 15 de febrero por reproducción, siendo de los pocos países que ha impuesto una veda periódica y repetitiva cada año.

Sus hábitos alimenticios son considerados herbívoros, alimentándose de hojarasca que arrastran e introducen y almacenan en sus madrigueras. A causa de ese mecanismo de almacenamiento, juegan un papel determinante en la incorporación de carbono al sub suelo, incremento en el reciclaje de nitrógeno y debido a la elaboración de sus cuevas, oxigenan el suelo profundo acelerando los procesos químicos asociados de la reacción de sulfuros (Uscovich-Garces, 2015; Sherman P, 2006)

Su crecimiento se genera a partir de la muda, que consiste en el recambio total de su exoesqueleto. Guatemala registró unas mudas en periodos de enero y febrero visto en organismos en cautiverio para observación.

4.2 Consumo y comercialización de la especie:

Dentro de las familias de la región costera, los *C. crassum* son una fuente de alimento, algunas países de América latina donde se encuentra, lo reportan como alimento en escala de subsistencia (Colombia y Costa Rica) y en otros como un producto comercializable (Ecuador, el Salvador) (Restrepo & Vivas-Aguas, 2007). En Guatemala se

localizaron pequeños poblados en donde algunas familias se dedican permanentemente a la extracción y comercialización de este producto, alcanzando altos precios en el mercado local.

En algunos países la comercialización y demanda del recurso los ha llevado a diseñar plantas de procesamiento de cangrejo, que colocan diversos productos en el mercado nacional. La pulpa de cangrejo pasteurizada, pulpa de cangrejo en lata (ambos cuentan con registro sanitario en su país), pulpa de cangrejo mixta, patas gordas, grasa (usada en plantas de proceso) y el cangrejo vivo, son algunas de las presentaciones que se pueden encontrar en supermercados (Uscovich-Garces, 2015). Otro producto es la pasta de cangrejo enlatada que produce Perú, que si se distribuye en mercados internacionales.

El mercado en Guatemala demanda principalmente al cangrejo en presentación vivo, sin ningún valor agregado y se consume en diversos platillos específicos de la costa sur. Teniendo gran preferencia las hembras ovadas, debido al sabor que se degusta.

4.3 Acuicultura de brachiuros:

La Universidad del Pacífico con La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, en Colombia, llevaron a cabo un cultivo que pretende introducir a la especie al consumo de alimento balanceado, convirtiéndose en uno de los pioneros en investigación para la acuicultura de esta especie en esta región (Redacción: El País, 10 de noviembre de 2013).

Ecuador registró un proyecto de investigación en la provincia de Esmeraldas, en donde cangrejos *Cardisoma crassum* fueron introducidos a estanques circulares y se alimentaron con: piña, coco, plátano, caña y hojas de árboles de la zona. Se reportó alta mortalidad, pero buena aceptación al alimento suministrado (Vásquez, 2013).

En India, el cultivo de engorde de cangrejos de barro, como les llaman a los cangrejos del genero *Scylla* (familia *Portunidae*), se lleva a cabo por las familias de la zona, en estanques de tierra con pequeñas modificaciones, jaulas y antiguos estanques para camarón; se alimentan de dietas naturales, subproducto de animales, dietas balanceadas para camarón marino, suministrando entre el 3 al 10% de su biomasa. Generando divisas por una

suma de US \$18 millones provenientes de la exportación del cangrejo de barro vivo, capturados en las franjas costeras bajas de todo el país (Laxmappa, 2016).

5. Objetivos

5.1 General:

- Proponer un alimento que proporcione rendimiento en el crecimiento y ganancia de peso a partir del aprovechamiento de la materia orgánica de descarte en tiendas locales, para el cultivo piloto del cangrejo azul, *C. crassum*.

5.2 Específicos:

- Describir los beneficios nutricionales del cangrejo *C. crassum*
- Seleccionar y determinar la palatabilidad de los ingredientes propuestos a través de aceptación y rechazo.
- Evaluar y proponer las dietas con mejor aceptación y rendimiento a través del nivel aumento de peso en el cultivo de *C. crassum*.

6. Materiales y métodos

6.1 Ubicación:

Esta investigación se llevó a cabo en el municipio de Taxisco, aldea Monterrico; en las instalaciones de la Estación Experimental de Monterrico del centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Su temperatura oscila entre los 28 a 32 °C, con una precipitación acumulada de 500 a 1000 mm anuales y una humedad relativa de 65 a 70%. Los organismos fueron extraídos del medio silvestre a través de pobladores de la zona en la aldea El Dormido. (Figura 2).



Figura 2.

Ubicación de la Estación Experimental Monterrico, centro donde se realizó la investigación y parte de la franja de distribución del *C. crassum*.

6.2 Tipo de investigación:

Esta investigación presentó un enfoque **cuantitativo** con dos fases, siendo la primera **descriptiva** a partir de datos cualitativos extraídos por observación, **explicativa** al evaluar la aceptación o rechazo de los alimentos suministrados. Y **cuantitativa** al determinar las dietas más favorables según el rendimiento de la ganancia de peso de la especie bajo estudio.

6.3 Fase descriptiva de los aportes nutricionales en el consumo de cangrejo *C. crassum*

A lo largo de la investigación, se realizó un reajuste al planteamiento del proyecto, en donde se consideró importante evaluar y sumar a la investigación los valores nutricionales que aporta el consumo de cangrejo, para esto se seleccionaron cangrejos silvestres adultos de la especie en estudio, se cocinaron y posteriormente se segmentaron en cuatro muestras, siendo estas: pulpa o carne cocinada de abdomen, pulpa o carne cocinada de pereiópodos, muestra de contenido de cefalotórax (en esta muestra se incluyeron: gónadas maduras, en el caso de las hembras, branquias, hepatopáncreas, corazón y todo

órgano interno) no se consideró parte de esta muestra al limpiador de branquias, estomago pilórico, estomago cardiaco y sus contenidos alimenticios; la cuarta y última muestra fue constituida por toda la caparazón, los residuos del estómago y otras sustancias que no fueron incluidos en la muestra anterior, así como restos de patas vacías y algunas secciones con pequeñas fracciones de pulpa como los dácilios y propodios en donde la extracción de la carne era difícil.



Figura 3.

Preparación de la muestra para estudios de bromatología del cangrejo del cangrejo azul *C. crassum*.

Segmentadas las muestras se refrigeraron y trasladaron al laboratorio de bromatología de la facultad de veterinaria en la Universidad de San Carlos de Guatemala con la finalidad de realizar estudios de macronutrientes (apéndice 1), y posteriormente se llevaron muestras con similar proceso a la facultad de agronomía para evaluar contenido de minerales (apéndice 2).

Los datos obtenidos serán presentados en resultados.

6.4 Siembra y técnicas de cultivo

Los estanques fueron diseñados de tal forma que cada cangrejo pudiera hacer su propia cueva, esto con el fin de evitar ataques nocturnos o posible canibalismo en caso de presentarse una muda; al mismo tiempo, se construyó en una superficie que abarca el 20% un canal que contuviera agua fresca para proveer hidratación a los organismos, principalmente en horas de mayor repunte solar.

La batería de estanques fue cubierta con zarán de 80% sombra y 20% luz; y a cada estanque se le colocó una malla de gallinero para evitar los escapes, muy comunes en esta especie, adicional a esto se colocaron palmas de coco debido a la temperatura que se elevaba en horas de medio día.



Figura 4.

Estanques utilizados para cultivo de cangrejos *C. crassum*.

Los organismos eran alimentados cada día alrededor de las 5:00 pm, esto debido a que su mayor actividad se realiza por la noche y durante las primeras horas de la mañana. Sus recintos se limpiaban y cambiaban de agua cada mañana.

6.5 Muestreo, obtención de datos y tabla de contingencia:

Se utilizaron 5 estanques con 10 individuos, en un total de 50 cangrejos evaluados; la metodología consideraba alimentar a saciedad y se colocaban bandejas con todos los ingredientes disponibles (Figura 5).



Figura 5

Bandejas para evaluación de insumos más palatables

Para generar la base de datos, se registraba el peso inicial de los ingredientes, peso final a las 24 hrs y a través de aritmética se obtenía el dato de alimento consumido.

$$A = b - c$$

Dónde:

A alimento consumido

b alimento suministrado

c alimento no consumido.

Posteriormente se transformaron a valores en percentiles y se evaluó la aceptación de las dietas a través de una tabla de contingencia (tabla 1)

Tabla 1.

Clasificación y aceptación según los niveles de consumo

<i>Porcentaje de consumo</i>	<i>Evaluación</i>
76- 100 %	Alta palatabilidad (4)
51- 75 %	Moderada palatabilidad (3)
26- 50 %	Baja palatabilidad (2)
0- 25 %	Rechazada (1)

6.6 Análisis y principios de formulación de dietas

Debido a que los objetivos de la investigación son consecuentes, la formulación dependió de los resultados de la fase 1, en donde se evaluó y recomendó a las verduras o frutas de mayor palatabilidad, en la sección de resultados se mostrará la formulación total.

La dieta propuesta está conformada en una base proteica y gradualmente esa base se redujo, incrementando ingredientes previamente seleccionados (Tabla 2).

Tabla 2

Estructura de formulación propuesta para la elaboración de dieta para *C. crassum*

<i>Ingredientes de alta palatabilidad (%)</i>	<i>Dieta fuente de proteína (%)</i>	<i>Suplemento de minerales (%)</i>
0	99	0-1
24.5	74.5	1
49.5	49.5	1
74.5	24.5	1
99	0	1

6.7 Muestreo, obtención de datos y proceso estadístico en la evaluación de dietas a través de la ganancia de peso en el cultivo de *C. crassum*

Para evaluar las dietas, se introdujeron 125 organismos, repartidos en 25 estanques (5 cangrejos/ estanque), los individuos fueron distribuidos de forma estratificada en peso, con una diferencia no mayor a 15 g cada grupo (la estratificación se debe a que el cangrejo grande lastima y ataca al pequeño perdiendo gradualmente pinzas y pereiópodos en cada ataque, mientras que si permanecen con tallas similares evitan agresiones).

Los *C. crassum* fueron liberados y nuevos organismos tomaron su lugar para evaluar las siguientes 5 dietas.

Se repartieron las 5 primeras dietas al azar, en los veinticinco estanques, generando 5 repeticiones para cada dieta.

Ese procedimiento se llevó a cabo dos veces, las primeras con 5 Dietas a base de camaronina; y la segunda con otras 5 dietas a base de lombricompost, siguiendo el mismo modelo de muestra y evaluación.

Los organismos eran pesados en una balanza gravimétrica de marca Meter Toledo, con una sensibilidad de 0.1 g - 6 Kg. Los muestreos se repetían una vez por semana, generando una base de datos, registrando valores de peso, talla y características de cada individuo (Figura 6).



Figura 6

Biometrías semanales para la toma de datos de ganancia de peso

Posterior a tener las bases de datos, se realizó un análisis de estadística descriptiva. Y se generaron valores de ganancia de peso:

$$Gp = P_{2,3,4,5 \dots} - P_1$$

Donde:

Gp= ganancia de peso

P1= peso inicial

P2= peso de segundo muestreo...

P3, 4,5... = pesos según el número de semana

Posteriormente, se evaluó la base de datos de ganancia de peso por estanque y se realizó un ANOVA a través del procedimiento SKN para valores no normales, en donde se evaluó si existió diferencia significativa en la ganancia de peso.

6.8 Procesamiento de datos y modelos estadísticos:

A través del programa Infostat, en la versión gratuita, se llevó a cabo el análisis de datos, en donde se generaron procesos de estadística descriptiva para cada serie de valores; posteriormente se evaluaba la normalidad de las series de datos y finalmente se realizó un Anova con un SKN para ambas series de datos (datos no normales), con el fin de obtener la diferencia significativa y las dietas con mejor rendimiento.

7. Resultados

7.1 Valores nutricionales del cangrejo azul *C. crassum*

Macronutrientes:

Los carbohidratos solubles (azúcares y almidones) fueron evaluados en las cuatro muestras, la muestra de pereiópodos mostró los más altos niveles (19.31), seguido por la muestra del contenido interno del cefalotórax (14.21) mientras que el exoesqueleto y desechos únicamente registró 1.60 y la muestra más baja en carbohidratos fue la de carne de abdomen (0.94). Se resalta el hecho de que los carbohidratos de origen de cangrejo contienen minerales que junto con estos azúcares deberían ser la principal fuente de energía en la alimentación humana.

La energía, como alimento, a partir de las proteínas y lípidos (Tabla 3) aportan una suma de 116.13 de la muestra de subproducto, 64.36 la muestra equivalente al contenido de la cavidad abdominal (branquias, corazón, tracto digestivo y gónadas), 58.42 en la carne de la zona abdominal y 42.54 en la muestra de pereiópodos. Mientras que la energía aportada por carbohidratos oscila por las muestras desde 3.48 a 71.45 %, siendo las muestras más bajas en energía (calorías) la carne de zona abdominal y el caparazón, elevándose en la carne de pereiópodos y el contenido del cefalotórax.

Tabla 3

Aporte de energía de los principales macronutrientes.

<i>Muestras</i>	<i>Energía por carbohidratos %</i>	<i>Energía por lípidos %</i>	<i>Energía por proteínas %</i>	<i>Energía total %</i>
<i>Carne de zona abdominal</i>	3.48	5.58	52.84	61.9
<i>Carne de pereopodos</i>	71.45	0.90	41.64	113.99
<i>Contenido de branquias, corazón tracto digestivo y gónadas maduras</i>	52.58	4.68	59.68	116.94
<i>Caparazón (subproducto)</i>	5.92	62.73	53.4	122.05

Las proteínas presentaron valores variables, siendo el valor más alto 73.28 % en valor seco, en la muestra de contenido de cefalotorax (gónadas, branquias, hepatopáncreas y otros), le continua con 68.20 % la presentación del subproducto (exoesqueleto y contenido estomacal), mientras que la carne de abdomen y la carne de pereiópodos les continúan con 49.29 y 37.32 % respectivamente, como muestras de menor valor (tabla 4).

La carne de cangrejo en materia seca contiene altas cantidades de agua, oscilando desde el 64.61 % que representa la carne de la zona abdominal, hasta 79.64 % que lo conforma el contenido del cefalotórax (hepatopáncreas, branquias, corazón, tracto digestivo y gónadas maduras). El subproducto elevó sus niveles de humedad debido a que también se sumó al exoesqueleto el contenido estomacal de la cámara cardiaca y pilórica.

Los lípidos, en muestra procesada como alimento, presentaron en cada segmento valores en diferentes proporciones, la muestra de subproducto presentó mayor concentración con 30.39 %, seguida por la pulpa de segmento abdominal con 0.62 %, le

continúa la muestra de contenido de la cavidad del cefalotórax con 2.54 % y la muestra mínima es 0.48 % que corresponde a la carne de pereiópodos (tabla 4).

La fibra cruda total estuvo presente en tres de las cuatro muestras evaluadas, estando ausente en la carne de pereiópodos, los niveles en materia seca se registran en 0.44 en la muestra de sub producto y 0.51 el contenido de la cavidad del cefalotórax, el mayor nivel lo registró con 10.20 la muestra de segmento abdominal, quedando fuera de lectura la muestra de musculo del abdomen.

Tabla 4.

Valores nutritivos en macronutrientes para el cangrejo azul *Cardisoma crassum*

<i>Muestra</i>	<i>Base</i>	<i>Agua</i> %	<i>Materia Seca</i> <i>Total</i> %	<i>Lípidos</i> %	<i>Fibra Cruda</i> %	<i>Proteína</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Carbohidratos</i> <i>(azúcares y</i> <i>almidones)</i>
<i>Carne de zona abdominal</i>	<i>Seca</i>	64.61	35.39	1.75	10.20	37.32	49.79	0.94
	<i>Como alimento</i>	*	*	0.62	3.61	13.21	17.62	*
<i>Carne de pereopodos</i>	<i>Seca</i>	78.89	21.11	0.48	0.0	49.29	31.23	19.31
	<i>Como alimento</i>	*	*	0.10	0.0	10.41	6.50	*
<i>Contenido de branquias, corazón tracto digestivo y gónadas maduras</i>	<i>Seca</i>	79.64	20.36	2.54	0.51	73.28	9.46	14.21
	<i>Como alimento</i>	*	*	0.52	0.10	14.92	1.93	*
<i>Caparazón (subproducto)</i>	<i>Seca</i>	77.05	22.95	30.39	0.44	68.20	9.37	1.60
	<i>Como alimento</i>	*	*	6.97	0.10	13.35	2.15	*

Micronutrientes

Minerales:

Se realizó lectura de los minerales más importantes en cuanto a requerimientos nutricionales.

El fósforo, calcio y magnesio estuvieron presentes en todas las muestras de los diferentes segmentos de cangrejo, siendo la muestra de subproducto la de mayores niveles de concentración (tabla 5).

El hierro y cobre están presentes más abundantes en la muestra de contenido de cavidad de cefalotórax con 80 y 215 ppm respectivamente. Disminuyendo notoriamente el resto de muestras, en donde el cobre solo registra 5 ppm para músculo de pereopodos y abdomen, el hierro presentó en la muestra de músculo de abdomen 10 ppm y no se registró su lectura en la muestra de pereopodos. En las muestras de caparazón los valores de cobre y hierro son elevados también (35 y 120 ppm respectivamente) (tabla 5).

Tabla 5.

Elementos contenidos en la carne de cangrejo azul *Cardisoma crassum*.

Muestra	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
	%				Ppm				
Abdomen	0.31	1.44	1.63	0.19	0.50	5	70	10	5
Pereiópodos	0.29	1.13	0.63	0.14	0.63	5	120	0	5
Contenido de y gónadas maduras	0.73	0.69	1.56	0.20	1.19	80	100	215	30
Caparazón (subproducto)	1.01	0.61	23.75	1.99	0.56	35	35	120	95

Analizados los macronutrientes y minerales, el cangrejo azul *C. crassum*, es un alimento con buenas condiciones nutricionales, con alto contenido proteico y una fuente de

minerales; el recurso está al alcance de las poblaciones rurales de escasos recursos con poco acceso a variedad de dietas.

7.2 Selección de ingredientes según la aceptación durante el cultivo de cangrejo *C. crassum*

El banano fue la fruta más aceptable por los organismos con 83.66 (11.23) %, consumido continuamente durante el tiempo que los organismos fueron observados; seguido por la papa 57.16 (10.51) % y lechuga 51.42 (12.01) %, mientras que la zanahoria y la remolacha estuvieron por debajo, con clasificación de baja palatabilidad para la zanahoria 33.84 (5.51) %, y 23.72 (3.76) % para remolacha, que fue clasificada en rechazo (tabla 6).

Tabla 6.

Tabla de contingencia, niveles de aceptación del cangrejo, en la palatabilidad de los productos inorgánicos de descarte.

<i>Ingrediente</i>	<i>Media</i> (%)	<i>D.E.</i>	<i>CV</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>	<i>Clasificación</i>
<i>Banano</i> (<i>Musa</i> spp)	83.66	11.23	13.42	64.6	92.9	Alta palatabilidad
<i>Lechuga</i> (<i>Lactuca sativa</i>)	51.42	12.01	23.37	33.4	63.2	Moderada palatabilidad
<i>Papa</i> (<i>Solanum tuberosum</i>)	57.16	10.51	18.38	43.4	70.9	Moderada palatabilidad
<i>Remolacha</i> (<i>Beta vulgaris</i>)	23.72	3.76	15.86	19.4	29	Rechazada
<i>Zanahoria</i> (<i>Daucus carota</i>)	33.84	5.51	16.29	29	42.7	Baja palatabilidad

Por su valor en aceptación y niveles de consumo, se consideró al banano, papa y la lechuga como ingredientes para considerar en la formulación de las dietas a evaluar.

7.3 Formulación en las dietas a evaluar

Posterior a la selección de los ingredientes, Banano y papa fueron los ingredientes más palatables, se eliminó la lechuga quien seguía en posición de aceptación, debido a su poco aporte nutricional.

Los ingredientes fueron analizados, su composición química indicó bajos contenidos proteicos y altos niveles de carbohidratos, a partir del análisis se reformuló una dieta que poseyera una base de proteína de camaronina (C) y una base proteica alterna, siendo esta el lombricompost (L), que era alimentado por los residuos de los ingredientes no aceptados por el cangrejo y otros compuestos orgánicos disponibles (tabla 7).

Es importante señalar que la selección de los ingredientes que actualmente se están considerando, ya están disponibles en las tiendas y se pierden continuamente sin darles un mayor uso, a partir de ese excedente es que se busca crear un alimento de buena respuesta en el crecimiento de los cangrejos.

Para la dieta C1, no se consideró la aplicación de minerales adicionales, debido a la completa formulación de un alimento balanceado, sin embargo al resto de dietas en donde proporcionalmente se iba disminuyendo la base de camaronina, se adicionó el 1% de minerales y en la dieta C5 en donde se substituía totalmente la formulación balanceada, se aplicó el 2% del suplemento de minerales (tabla 7).

Tabla 7.

Formulación de dietas de ingredientes finales para la evaluación de alimento en *C. crassum* con base proteica de camaronina al 32%

<i>Dieta</i>	<i>Base proteica %</i>	<i>Papa %</i>	<i>Banano %</i>	<i>Pecutrin ® x %</i>	<i>Total %</i>
C1	100	0	0	0	100
C2	74.5	12.25	12.25	1	100
C3	49.5	29.75	19.75	1	100
C4	24.5	49.75	24.75	1	100
C5	0	69	29	2	100

En el lombricompost el criterio fue similar, sin embargo, el suplemento mineral se mantiene desde la dieta L1 en donde el 100% era el compostaje, y se duplica a 2% hasta la dieta L5 donde se substituye totalmente el lombricompost por los ingredientes seleccionados (tabla 8).

Tabla 8

Formulación de dietas de ingredientes finales para la evaluación de alimento en *C. crassum* con base proteica de lombricompost

<i>Dieta</i>	<i>Base proteica %</i>	<i>Papa %</i>	<i>Banano %</i>	<i>Pecutrin ® x %</i>	<i>Total %</i>
L6	99	0	0	1	100
L7	74.5	12.25	12.25	1	100
L8	49.5	29.75	19.75	1	100
L9	24.5	49.75	24.75	1	100
L10	0	69	29	2	100

7.4 Selección de dietas a partir de la ganancia de peso de los organismos

7.4.1 Dietas elaboradas a base de camaronina

El peso inicial fue entre organismos de 55 a 131.5 gr, con una media de siembra entre 75 (12.43) a 94.86 (21.03) g; el peso final registró una lectura mínima de 53 g y un máximo peso de 128.5, con una media de entre 74.37 (10.97) a 98.47 (21.88) g (tabla 9).

Tabla 9.

Estadística básica de la dinámica de pesos en el cultivo de cangrejo con dietas elaboradas a base de camaronina.

Dietas	Peso				Peso			
	inicial	D.E.	Mín	Máy	Final	D.E.	Mín	Máy
D1	94.86	21.03	57.5	131.5	98.47	21.88	56.5	128.5
D2	83.14	11.86	69	109.5	80.38	21.67	53	111
D3	83.16	15.45	56	107.5	85.97	14.38	66.5	107
D4	75	12.43	55	104.5	74.37	10.97	56	95.8
D5	82.38	12.88	56	97	78.71	14.81	53	96

La serie de datos de ganancias de peso muestra que no existe valor significativo a lo largo del ensayo de cultivo (p 0.1118) la variación de dietas con base de concentrado para camarón no influyó en el desarrollo de ganancia de peso (tabla 10).

Tabla 10.

Resumen estadístico del proceso de ANOVA con una prueba de SKN para las dietas con base de camaronina, en el cultivo de *C. crassum*.

F. V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Modelo	89.94	4	22.49	1.92	0.1118
Dieta	89.94	4	22.49	1.92	0.1118
Error	1226.84	105	11.68		
Total	1316.79	109			

Los valores de ganancia de peso se mostraron oscilantes y sin ningún patrón de que las dietas hayan generado algún beneficio (tabla 11).

Tabla 11.

Resumen estadístico descriptivo de la ganancia de peso de las dietas basadas en camaronina como fuente de proteína en el cultivo de *C. crassum*.

<i>Dieta</i>	<i>Estanque</i>	<i>Ganancia de peso</i>	<i>D. E.</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
D1	6	3.93	1.28	2.50	5.70
D1	10	-6.10	2.84	-10.17	-3.40
D1	12	0.0	1.14	-1.60	1.40
D1	24	0.73	3.03	-2.72	3.90
D2	2	1.16	1.32	-1.0	2.30
D2	3	0.23	1.25	-1.45	1.93
D2	5	0.93	1.40	-0.75	2.63
D2	16	0.28	1.33	-1.92	1.45
D3	9	3.10	0.84	1.90	4.23
D3	11	-2.70	1.71	-4.10	0.10
D3	21	1.82	3.69	-4.25	5.50
D3	23	3.19	5.33	-1.20	10.20
D3	25	1.43	2.57	-0.93	5.40
D4	1	4.30	2.08	2.40	7.50
D4	8	-4.39	3.66	-8.44	-1.0
D4	13	1.61	1.12	0.08	2.80
D4	19	0.46	0.69	-0.60	1.0
D4	22	4.88	4.98	-0.80	11.70
D5	4	0.67	1.43	-0.78	2.80
D5	15	-3.42	0.91	-4.30	-2.00
D5	18	-1.20	1.30	-3.20	0.20
D5	20	0.52	0.65	-0.50	1.30

7.4.2 Dietas elaboradas a base de lombricompost

En las dietas con base de lombricompost, los organismos sembrados en muestras segmentadas presentaron en su introducción al ensayo un peso mínimo de 38 g en el grupo de menor valor y un peso máximo de 129 g en el grupo de mayor valor, con unas medias para cada dieta de entre 60.32 (7.84) a 86.36 (18.21) g, en el muestreo final, el valor

mínimo de peso era de 42 y el máximo de 173 g. su promedio osciló entre 58.19 (9.62) a 105.23 (38.79) g (tabla 12).

Tabla 12

Resumen de estadística descriptiva en la ganancia de peso del cultivo de *C. crassum*. Para las dietas a base de lombricompost.

<i>Dietas</i>	<i>Peso</i>				<i>Peso</i>			
	<i>inicial</i>	<i>D.E.</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>	<i>Final</i>	<i>D.E.</i>	<i>Mín</i>	<i>Máx</i>
<i>L6</i>	60.32	7.84	47	79.5	79.48	21.63	53	144
<i>L7</i>	76.58	16.82	43.5	105.5	77.52	12.36	56.5	96.5
<i>L8</i>	86.36	18.21	54.5	129	105.23	38.79	56	173
<i>L9</i>	65.85	13.43	38	88	58.19	9.62	42	84
<i>L10</i>	83.26	16.15	55	113.5	69.2	13.83	43	98.5

Los valores de ganancia de peso fueron procesados y se encontró diferencia significativa entre el patrón de crecimiento asociado a las dietas suministradas (p valor 0.003) (tabla 13).

Tabla 13

Resumen estadístico del proceso de ANOVA con una prueba de SKN para las dietas basadas en lombricompost, en un cultivo piloto de *C. crassum*.

<i>F. V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo</i>	5410.47	4	1352.62	4.27	0.0030
<i>Dieta</i>	5410.47	4	1352.62	4.27	0.0030
<i>Error</i>	33222.28	105	316.40		
<i>Total</i>	38632.76	109			

La dieta L6 mostró un aumento de ganancia de peso de 10.87 (3.71) gr, siendo la dieta con mejores resultados en el aumento, le continua la dieta L8 con una ganancia de

4.42 (3.63) y la dieta L7 con 0.26 (3.88) gr; mientras que las dietas L9 y L10 su peso disminuyó en -1.99 (4.08) gr y -9.86 (3.71) gr (figura 7).

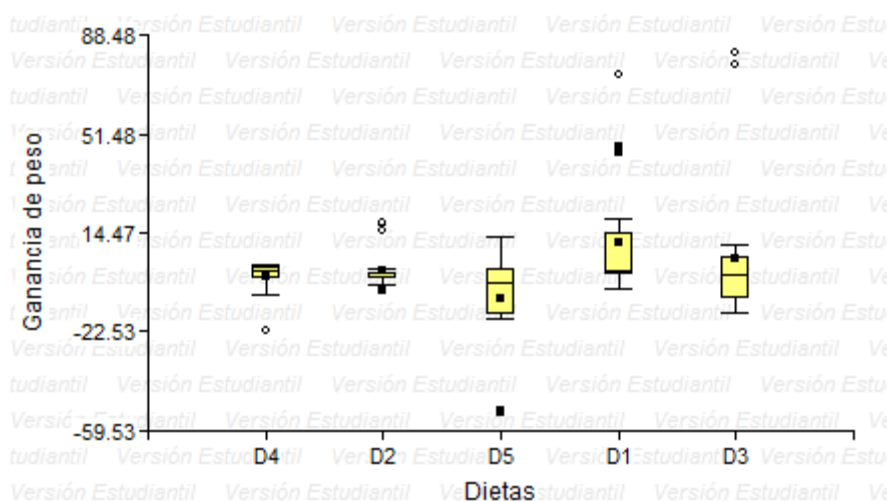


Figura 7

Dinámica en la ganancia de peso de los *C. crassum* alimentados con dietas a base de lombricompost.

8. Análisis y discusión de resultados

Ventajas nutricionales del consumo de pulpa de cangrejo:

Las muestras fueron segmentadas con el propósito de evaluar la variabilidad de concentraciones, sin embargo la alimentación de la pulpa completa, presenta números favorables en relación a la ingesta de proteína animal y minerales.

El cangrejo presentó niveles favorables de fuentes energéticas, considerando a la energía como base en el metabolismo basal y la actividad física (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [Incap], 2012). Los carbohidratos al asociarse con la presencia de minerales como calcio, zinc, hierro y otros oligoelementos, generan mejores resultados en sus funciones. En la carne de zona abdominal se localizaron los niveles más bajo de energía, las personas que buscan consumir productos con bajos niveles de calorías deben considerar el consumo de esa presentación de pulpa de cangrejo. Uscovich-Garces (2015) menciona que consumir de 1 a 2 cangrejos aporta 200 Kcal/día.

Las proteínas de origen animal poseen altos valores de aminoácidos esenciales, que son clave en la síntesis de tejido, creatina, péptidos, ácidos nucleicos y hormonas o transportadores; el cangrejo mostró altos niveles de proteína, al compararse, la tortilla (que es generalmente la base nutricional del guatemalteco con pocos recursos económicos) que contiene 5.40; el cangrejo presenta entre 10.41 a 14.92 %; siendo el cangrejo una opción para agregar proteína de alta calidad a la ingesta.

Los minerales son oligoelementos muy importantes en la fisiología y proceso de nutrición; El calcio, fosforo y magnesio estuvieron presentes en todas las muestras, en la lectura de caparazón los niveles se elevan debido a la presencia principalmente de calcio en el exoesqueleto.

Uno de los hallazgos que se observa es que en la muestra donde se contabilizaron las gónadas maduras, el hierro y cobre se eleva muy por arriba de las otras muestras (215 y 80), eso podría asociarse a la mayor cantidad de fluidos nutricionales que se requieren durante la época de madurez gonadal. Para futuras formulaciones que tengan como objetivo promover ovas y larvas de calidad, se debe considerar estos minerales como micronutrientes a adicionar en sus dietas.

El cobre, zinc y magnesio son importantes como cofactores enzimático, siendo más favorable para la ingesta la muestra de hepatopáncreas en el caso de hierro y cobre y el magnesio preferiblemente consumirlo a través de un suplemento a partir del subproducto, que es la dieta que alcanzó la mayor lectura (1.99%).

8.2 Criterios de formulación y procedimiento

El banano y la papa son vegetales que presentan altos niveles de carbohidratos, el que los cangrejos lo hayan preferido, podría deberse a su necesidad de ingerir dietas con altos contenidos de celulosa y hemicelulosa, Linton y Greenaway (2007) mencionaron en su revisión bibliográfica la capacidad que tienen los brachyuras en nutrirse a partir de una alta relación de carbono comparado con el nitrógeno disponible, sintetizando altas cantidades de hojarasca y compuestos vegetativos.

Sin embargo, se consideró que al no conocer los requerimientos nutricionales del *C. crassum*, se debería incluir como base una fuente de proteína. Fueron seleccionadas dos bases proteicas, siendo una de ellas seleccionada por la cercanía filogenética (camaronina) y la segunda seleccionada por la disponibilidad a partir de su bajo coste económico (lombricompost con ingredientes rechazados por los cangrejos) y disponibles en desechos de tiendas.

Debido a que estos organismos necesitan la adición de micro nutriente como cobre, que realiza funciones específicas en la oxigenación y circulación de los crustáceos, calcio y manganeso en la estructura del exoesqueleto y formación de nuevas mudas, hierro posiblemente en la transportación de nutrientes, entre otros. Se consideró la aplicación de un suplemento mineral; por lo que se aplicó pecutrin® en diferentes dosis a lo largo de la formulación de dietas.

8.3 Evaluación de la dieta a partir de la ganancia de peso

8.3.1 Dietas a base de camaronina, papa, banano y suplemento de minerales

Para las dietas basadas en camaronina, no hubo diferencia significativa, esto podría deberse a que las formulaciones no aportaron las necesidades nutricionales que la especie requería, resultados similares se observaron en cangrejos de río *Provamburus aztecus*, para quienes al utilizar alimento para trucha y alimento para tortuga de agua dulce, no se registró una diferencia significativa (Ramírez, Ortiz & Hernández; 2004). Tampoco se registró diferencia significativa en la evaluación de crecimiento de *C. crassum*, basadas en una dieta de concentrado para tilapia al 24% (Tabares-Beron & Rodriguez-Forero, 2016).

8.3.2 Dietas a base de lombricompost, papa, banano y suplemento de minerales

Para las dietas a base de lombricompost, se encontró diferencia significativa (0.003), favoreciendo el crecimiento de los *C. crassum* las dietas L6 a L8, mostrando resultados positivos en la ganancia de peso la dieta L6 con 10.87 (3.71) g, la dieta contenía: 99% lombricompost + 1% pecutrín, esto podría deberse a: la combinación de vegetales degradados con restos de lombriz y compostaje; este tipo de mezclas variadas también se observó en un hábitat natural en *Armasas cinereum*, donde se analizó sus hábitos

alimenticios y su desarrollo a partir de las dietas, registrándose una ingesta de materia orgánica, hojarasca, basura, gasterópodos (Buck, et al., 2003). La presentación de la dieta también pudo suponer una ventaja, si bien es cierto que todas estaban hechas una emulsión con el banano como aglutinante, la previa degradación por la lombriz, pudo favorecer el aprovechamiento del alimento. Brosing y Turkay (2011) mencionan que el tamaño y forma de sus dientes gástricos podría definir la suspensión de los alimentos y por ende su absorción.

La aplicación del suplemento mineral comercial se debe a que los crustáceos están altamente asociados a la necesidad de oligoelementos, se debe aplicar en las dietas suministradas a organismos en cautiverio para evitar la mortalidad en el proceso de muda.

9. Conclusiones

La carne de cangrejo es recomendable para consumo humano, todas las muestras (pulpa de diferentes segmentos o subproducto) posee aportes nutricionales que mejoraran la alimentación, permitiendo un desarrollo físico y cognitivo de mejor calidad para quienes lo consuman.

El subproducto de cangrejo *C. crassum* puede ser utilizado como suplemento alimenticio humano o para la reutilización en harinas para concentrado de animales y otros cultivos, principalmente por sus niveles a proteínas y minerales.

El banano (*Musa* spp) y la papa (*Solanum tuberosum*) fueron los ingredientes de descarte en el mercado que los *C. crassum* más consumieron, sin embargo esto no supone un buen desarrollo en el uso exclusivo de ellos como dieta alimenticia única.

Los cangrejos presentan conducta y características metabólicas que sugieren una potencialidad en la introducción a la acuicultura.

La dieta elaborada con lombricompost al 99% añadiéndole un 1% de suplemento mineral es la dieta que muestra resultados positivos, reflejados en la ganancia de peso de los *C. crassum*.

10. Referencias

- Brösing, A. & Türkay, M. (2011) Gastric teeth of some thoracotreme crabs and their contribution to the Brachyura phylogeny. *Journal of Morphology* (272) 1109-1115.
- Buck, T., Breed, G., Pennings, S., Chase, M., Zimmer, M. & Carefoot, T. (2003) Diet choice in an omnivorous salt-marshcrab: different food types, body size, and habitat complexity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (292) 1.3-116.
- Felix, E. F., Holguin, O. E., Campos E., & Salgado, J. (2003). *Cangrejos (Decapoda: Brachyura) de los sistemas lagunares con mangles de la costa oriental de Baja California Sur*, (2). 191- 203.
- Hartnoll, r. G., & Clarck p. F. (2006). A mass recruitment event in the land crab *Gecarcinus ruricola* (Linnaeus, 1958) (Brachyura: Grapsoidea: Gecarcinidae) and description of the megalop. *Zoological Journal of the Linnean Society* (146), 149-164.
- Hendrixck, M.E. (1995). *Cangrejos Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacífico Centro-Oriental (I)* Roma: FAO.
- Laxmappa, B. (1 julio de 2016). *Cultivo de cangrejo de Barro*, Telangana, India. Recuperado de www.aquafeed.co/cultivo-del-cangrejo-de-barro/
- Linton, S., & Greenaway, P. (2007). A review of feeding and nutrition of herbivorous land crabs: adaptations to low quality plant diets. *J comp Physiol B* (177), 269-286.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Alimentación y Pesca (2014). *Magap reforma veda del cangrejo rojo*. Ecuador. Recuperado de <http://www.agricultura.gob.ec/magapreforma-veda-del-cangrejo-rojo/>

Morales, R. (2000). Caracterización ecológica y propuesta de manejo del cangrejo azul *Cardisoma crassum* (Decapoda: Gecarcinidae) en manglares del Paredón (La Gomera, Escuintla) y el Chapetón (Chiquimulilla, santa Rosa). (*Licenciatura en biología*) Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y humanidades, Guatemala.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1987). *La situación de la pesca y acuicultura para Guatemala y los lineamientos para su desarrollo futuro (Informe Técnico de consultoría)*. Recuperado <http://www.fao.org/documents/card/es/c/95b2a8aa-3a5a-5c3c-b4e2-3d257686bcd0/>
Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (s.f.).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura, contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>

Prahl, H., V., & Manjarres G. (1984). Cangrejos gecarcinidos (Crustacea; Gecarcinidae) de Colombia. *Revista Caldasia*, 14(66), 149-168.

Ramírez, A., Ortiz, A., & Hernández, J. (2004). Comparación del incremento de peso del cangrejo de río *Procambarus aztecus* bajo el efecto de dos dietas en condiciones de laboratorio. *Comunicación Técnica CIVA*. 51-57.

Restrepo J., & Vivas-Aguas, L. J. (2007) *Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica: piangua y cangrejo azul*. Instituto de Investigaciones Marino Costeras –INVEMAR- Santa Marta. 40p. [Serie de publicaciones generales No. 21]

Risi, D., & Mujica, A. (2014). Descripción de la primera Zoea del cangrejo ermitaño *Pagurus perlatus* (Milne Edwards, 1848). (Decapoda: Anomura: Paguridae) obtenida

en laboratorio. *Lat. Am. J. Aquat. Res*, 42(3) 658- 661. DOI: 103856/vol42-issue3-fulltext-24

Sherman, P., (2006). Influence of land crab *Gecarcinus quadratus* on distribution of organic carbon and roots in a Costa Rica rain forest. *Revista Biología Tropical*, (54) 149-161.

Solano, F., & Moreno, J. (2009). Cangrejo Rojo (*Ucides occidentalis*) un análisis durante el período de veda reproductiva 2009. *Boletín Científico y Técnico* 20(3), 37-45.

Tabares-Beron, A., & Rodríguez-Forero A. (2016) P. & Rodríguez-Forero (2016) Evaluación del crecimiento del cangrejo azul (*Cardisoma crassum*) usando alimento comercial. *Revista Investigación Pecuaria* (Ponencia oral) 64-65.

Tabares –Beron, P., (2015). *Evaluación del crecimiento del cangrejo azul Cardisoma crassum (Crustacea, Gecarcinidae), sometido a diferentes densidades de siembra bajo condiciones controladas.* Recuperado <http://www.unipacifico.edu.co:8095/unipaportal/noticias.jsp?opt=179>

Taissoun, E., (1974). *El Cangrejo de tierra Cardisoma guanhumí (La traille) en Venezuela: Distribución, ecología, biología y evaluación de las poblaciones.* Universidad del Zulia, Consejo de Desarrollo Científico y Humanidades. Maracaibo, Venezuela. 51.

Thiercelin N., & Schubart C. D. (2014). Transisthmian differentiatismian differentiation in the tree-climbing mangrove crab *Aratus H.* Milne Edwards, 1853 (Crustacea, Brachyura, Sesarmidae), with description of a new species from the tropical eastern Pacific. *Zootaxa* 3793(5) 545- 560. DOI org/10.11646/zootaxa.3793.5.3

Universidad del Pacífico [UnidelPacífico], (9 septiembre 2014) *Investigando ando. El Cangrejo azul (Cardisoma crassum).* [Video file] Recuperado de https://www.youtube.com/results?search_query=cangrejo+azul+cardisoma+crassum

- Uscocovich-Garces, G. (2015). *Reproducción y densidad poblacional del cangrejo azul C. crassum en la Isla Cerritos, Estuario del Río Chone, Manabí Ecuador*. (Tesis de Maestría) Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Vásquez, C. P. (2013). *Cultivo del cangrejo azul*. Recuperado de <http://cardisomacrassum.blogspot.com/>
- Villagrán, E., Ramírez, A., & Monzón, A. (2016) distribución, Aspectos biológicos y Ensayo de cultivo de los cangrejos de manglar *Cardisoma crassum* (Smith, 1879) y *Gecarcinus quadratus* (Saussure, 1853) En el área del Canal de Chiquimulilla, en los municipios de: Taxisco, guazacapán y Chiquimulilla de Santa Rosa, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala (Repositorio) <http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2016-40.pdf>
- Wolcott, t. G., & Wolcott, D. L. (1982). Larval loss and spawning behavior in the land crab *Gecarcinus lateralis* (Fremenville). *Journal of Crustacean Biology*, 2(4). 477- 485.

11. Apéndice



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: C E M A, USAC
FECHA DE INGRESO: 11/9/2017

ANÁLISIS DE CANGREJO AZUL

IDENT	%					ppm			
	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
M-1 Abdomen	0.31	1.44	1.63	0.19	0.50	5	70	10	5
M-2 Patas	0.29	1.13	0.63	0.14	0.63	5	120	0	5
M-3 Hepatopancreas	0.73	0.69	1.56	0.20	1.19	80	100	215	30
M-4 Caparazón	1.01	0.61	23.75	1.99	0.56	35	35	120	95



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PASEO JUANER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 13, GUATEMALA
CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24181106, (502) 24188000 EXT 1542 Ó 1769

Apéndice 1. Resultados de evaluación de minerales.

12. Actividades de gestión, vinculación y divulgación

Se informó a las comunidades a cerca del seguimiento de la investigación en cangrejos, en donde gran parte de los comunitarios, especialmente de la aldea El dormido consideraron como positivo el impacto a establecer el proyecto.



Así como una reunión con niños de escuelas en donde se compartió información acerca de la preservación del recurso y la selección de tallas en la captura.



Debido al enfoque de la investigación, se buscaron diálogos con personal a cargo de INCAP, con quienes nos reunimos con el fin de comunicar la investigación y afinar

intereses basados en la nutrición y alimentación de la población; durante la reunión se definió la necesidad de generar más evaluaciones en donde se buscaran las concentraciones de minerales, como elementos traza y que actualmente no están presentes en la gran mayoría de dietas de los guatemaltecos.

12. Orden de pago

Listado de todos los integrantes del equipo de investigación

Andrea Mirell Ramírez Aguilar	Porfirio Donis Hernández
Andrea Elizabeth Monzón pineda	

Contratados por la Dirección General de Investigación

Andrea Mirell Ramírez Aguilar		
Andrea Elizabeth Monzón Pineda		
Porfirio Hernández Donis		

Lic. Andrea Mirell Ramírez Aguilar
Coordinador de la Investigación

M. Sc. Liuba Cabrera de Villagrán
Coordinadora de Programa Universitario en Desarrollo Industrial

Vo. Bo. Ing. Agro. MARN
Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas
