

## **INFORME FINAL**

**M<sup>a</sup> José Sánchez-Muros Lozano**

Evaluación nutritiva de fuentes alternativas a la harina  
de pescado para la alimentación de camarón marino  
*Litopenaeus vannamei*

**Acuicultura**

**Universidad Técnica de Machala. Facultad de  
Ciencias Agropecuarias**

**15 enero-4 abril de 2014**

**26 de mayo-2 de octubre de 2014**

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....                                   | 2  |
| MARCO TEÓRICO .....                                  | 4  |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                      | 4  |
| DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....                | 6  |
| JUSTIFICACIÓN.....                                   | 7  |
| OBJETIVO GENERAL .....                               | 8  |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                           | 9  |
| RESULTADOS OBTENIDOS .....                           | 10 |
| PAPER INDEXADO O ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO ..... | 10 |
| 1.    CONTRIBUCIÓN AL PLAN DEL BUEN VIVIR .....      | 17 |
| 2.    DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS ALCANZADOS .....      | 18 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                 | 20 |
| LIMITACIONES.....                                    | 21 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                   | 21 |
| ANEXOS.....  | 23 |

## INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

### INTRODUCCIÓN

Es el comunicado esencia de la propuesta de trabajo, es decir, una descripción general de la misma. Se recomienda incluir lo siguiente:

- **Se debe mencionar el tema y los objetivos.**
- **Las hipótesis y breve justificación.**
- **Descripción breve de lo que se hizo.**

Respecto al componente de investigación se propuso un proyecto para el estudio de diferentes materias primas para su uso como ingredientes de balanceados para camarón. Este proyecto se fundamenta en que la harina de pescado es un recurso limitante en el desarrollo de la acuicultura y existe un creciente interés mundial por encontrar fuentes alternativas que permitan su sustitución en piensos tanto para peces como camarones. En este proyecto se ha estudiado el potencial nutritivo de varias materias primas y subproductos abundantes en la provincia del Oro, tales como subproductos del pollo, la harina de moringa, de cabeza de camarón, subproductos de la fabricación de la harina de banano, levadura, *Plukenetia volubilis* y harina de pescado artesanal. Los objetivos concretos del proyecto son:

- conocimiento del valor nutritivo de diferentes subproductos y/o fuentes alternativas para su utilización en la preparación de dietas balanceadas para camarón.
- diseño de una fórmula balanceada para camarón con un porcentaje de sustitución de la harina de pescado por una fuente alternativa que permita crecimiento similares a los elaborados con harina de pescado.

Se ha valorado el potencial nutritivo para camarón de siete materias primas y se han formulado las dietas. Las fuentes analizadas han sido subproductos del pollo, la harina de *Moringa oleífera*, de cabeza de camarón, subproductos de la fabricación de la harina de banano, levadura, *Plukenetia volubilis* y harina de pescado artesanal. Las harinas de subproducto de pollo (fundamentalmente piel y vísceras) y moringa se obtuvieron por desecación en estufa a 50°C hasta peso constante. Una vez desecada la materia prima se tritura en un molinillo de aspas. La levadura es de fuente comercial (levadura de panadero). Las harinas de camarón y pescado fueron suministradas por pequeños comercios de Machala (Ecuador) y son de producción artesanal. El subproducto de la harina de de banano fue suministrado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala (Ecuador), como subproducto de la fabricación de harina de banano. A estas harinas se les ha determinado la proteína bruta, grasa bruta, cenizas, humedad, materiales extractivos libres de nitrógeno, fibra bruta, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos y digestibilidad *in vitro* con un extracto enzimático obtenido a partir de hepatopáncreas del camarón. Además en el camarón se ha determinado el nivel de proteína del extracto de hepatopáncreas y la actividad proteasa.

En el proyecto original estaba planeado la formulación de dietas experimentales con la fuente que mejor valor nutricional tuviera. De las fuentes analizadas el camarón, el pollo, la *M oleífera* y la *P. volubilis*, presentaron los valores más altos de proteína. De todos ellos se decidió trabajar con *P. Volubilis* por disponibilidad de la harina y por que es una fuente no estudiada en organismos acuáticos, mientras que la harina de camarón, la de subproductos del pollo incluso moringa ha sido estudiada en camarones y/o peces. Para el estudio *in vivo* se ha formulado 2 dietas con diferentes niveles de inclusión *P. Volubilis* para camarón y otras dos para tilapia.

La carencia de instalaciones adecuadas para el mantenimiento de animales hizo que los animales sufrieran diferentes procesos infecciosos y estresantes teniendo que iniciar la experiencia 6 veces

se debido a la elevada mortandad. Para tratar de solventar el problema se realizaron diferentes tratamientos; desinfección de material, de las cubas, aplicación de antibióticos y probióticos. Sin embargo, los tratamiento no dieron los resultados esperado y ante la imposibilidad de controlar la calidad de agua y la medidas higiénicas se decidió trasladar el experimento a un pequeño acuario realizado por los alumnos. El acuario se situó en el laboratorio de biología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias donde comenzó a desarrollarse el experimento, sin embargo al ser un laboratorio de docencia parece que los alumnos de alguna de las clases que se imparte en este espacio, desconectaron las bombas de oxígeno y administraron una cantidad excesiva de balanceado provocando la muerte de los camarones lo que ha vuelto a retrasar el comienzo de la experiencia. Ante la imposibilidad de realizar este experimento en la FAC se ha decidido realizar el experimento en la camaronera Marxhop SA. Estos experimento comenzaron la tercera semana de septiembre y se prevee su finalización a finales de octubre. Además se ha decidido probar esta fuente en tilapia para lo cual se han acondicionado un estanque de media ha en la Facultad de Ciencias Agropecuarias donde se dispondrán la jaulas con los peces.

Además, de las fuentes analizadas la harina de banano mostro un buen potencial como sustituto del cereal incluido en los piensos para peces. Dada la poca producción de cereales de Ecuador la posibilidad de sustituir la harina de trigo por harina de banano supone una opción interesante desde el punto de vista de la formulación de balanceados, por lo que se ha decidido diseñar un experimento utilizando esta materia prima en balanceados para tilapia y ver el efecto que tiene la sustitución de la harina de trigo por harina de banano en el crecimiento, aprovechamiento de la dieta y en composición corporal de la tilapia.

Dentro de la actividad investigadora se ha solicitado un programa a la convocatoria de la Senescyt y u proyecto a la convocatoria de la UTMACH, ambos pendientes de resolución

La Universidad Técnica de Machala además me pidió incorporar dos objetivos mas a la matriz de actividades. Uno de los objetivo fue que, dadas las carencias de equipamiento para investigación que presenta esta universidad, se decidió planificar de un laboratorio de bromatología. Actualmente la Facultad de Ciencias Químicas posee un laboratorio de bromatología, sin embargo el equipamiento es prácticamente nulo y el poco que queda completamente obsoleto y en muy mal estado. Para el desarrollo del proyecto es necesario la determinación bromatológica de las materias primas estudiadas y de los componentes del balanceado que resulta casi imposible hacer con el equipamiento existente por ello la universidad me pidió la planificación de un laboratorio de bromatología eficiente con equipamiento adecuado para ofrecer resultados fiables y procesar un numero elevado de muestras.

El otro objetivo fue asesorar para el diseño de un acuario experimental. Debido a la falta de un acuario experimental las experiencias in vivo con las dietas experimentales no se han podido realizar , todos los intentos hecho han fracasado en su mayoría por problemas derivados de la calidad del agua y procesos infecciosos y /o estresantes. A raíz de esto la Escuela de Acuicultura me demanda asesoría para el diseño de un acuario experimental para lo cual se ha confeccionado una memoria que se adjunta en este informe.

La realización de este proyecto ha permitido consolidar líneas de investigación en el campo de la acuicultura con la formación de personal especializado y transferencia de tecnología en lo referente a metodologías actuales en el campo de la nutrición de organismos acuáticos.

A pesar de las dificultades anteriormente expuestas se a podido completar el componente de capacitación científica de personal de la escuela de Acuicultura en las técnicas de nutrición y alimentación, especialmente a mis contrapartes Dr. Patricio Rentería y PhD Lita Sorroza a los que se les ha formado en las técnicas y diseño experimental de experimentos de nutrición y de la redacción de paper que nos ha permitido redactar dos artículos y 4 comunicaciones a congreso. Como consecuencia de la consolidación de líneas de investigación, el Dr. Patricio Rentería ha comenzado a realizar, bajo mi dirección, el PhD. Su formación doctoral se realizara en la Universidad de Almería. España.

La formación y asesoramiento que han recibido estos profesores se ha hecho de forma personalizada a través de reuniones diarias para diseñar los experimentos, formular dietas, discutir los resultados y redactar las comunicaciones a congreso y los artículos.

En el componente de docencia de la investigación se proponía aportar técnicas nuevas que permitan aumentar las capacidades investigadoras de los estudiantes y preparación y ejecución de charlas técnico-científicas y talleres teórico-prácticos para demostrar conceptos esenciales de la nutrición de organismos acuáticos, además se ha asesorado a alumnos en sus tesis de grado

En cuanto relacionamiento estratégico interinstitucional a nivel nacional e internacional se ha firmado un convenio marco entre la universidad de Machala, Ecuador y de Almería, España, además se ha establecido un convenio específico para la realización de master y doctorado.

Fuera de los objetivos planteados en la matriz se ha realizado un asesoramiento al municipio de Chilla para la implantación de un sistema de producción de peces integrado en a la agricultura tradicional como parte de un plan de desarrollo rural y recuperación de la cuenca hidrográfica.

## MARCO TEÓRICO

**El objetivo que se busca, es que el lector pueda comprender ciertos términos técnicos empleados en el desarrollo del informe.**

La producción de alimentos se ha identificado como uno de los factores que contribuyen a la ocupación de tierra, acidificación del suelo, cambio climático, consumo de energía y agua dulce. Las necesidades nutritivas en el cultivo de peces y crustáceos incluyen gran cantidad de proteína de alta calidad. Desde un punto de vista nutricional las fuentes de proteína usadas para la alimentación animal deben tener gran cantidad de proteína, un perfil de aminoácidos adecuado, alta digestibilidad y un buen perfil lipídico. Por tanto, la valoración de nuevas materias primas para incluir en los balanceados de camarón deben incluir la determinación de todos estos componente nutritivos para establecer el porcentaje de inclusión en el balanceado y que propiedades nutritivas aporta. Para ello se ha analizado, en las materias primas elegidas, el contenido en proteína como proteína bruta, es decir  $N \text{ Kjeldahl} \times 6.25$ . También se determinado el contenido en lípidos como grasa bruta o extracto etéreo por el método Soxhlet. Además, se ha determinado los minerales como contenido en cenizas, la humedad que nos indica el contenido en agua de la muestra, y los materiales extractivos libres de nitrógeno que es equivalente al nivel de hidratos de carbono de la muestra exceptuando la fibra bruta que fue determina aparte, por digestión ácida y básica sucesivas. Además se ha analizado perfil de aminoácidos incluyendo los 20 aminoácidos proteicos para determinar si tiene un buen contenido en aminoácidos esenciales y un buen balance aminoácidos esenciales y no esenciales. El aporte de lípidos que hace la materia prima ha de ser considerado por que forma parte de su valor nutritivo y puede influir notablemente en la calidad y cantidad de lípidos aportados a la dieta por lo que es importante conocer el perfil de ácidos grasos de las materias primas. La digestibilidad de la proteína es un claro indicador de su aprovechamiento digestivo, por ello se ha analizado la digestibilidad *in vitro* realizada con un extracto enzimático obtenido a partir de hepatopáncreas del camarón y en el que se considera la actividad proteasa/ mg de proteína.

Todos estos datos proveen de información para una formulación mas ajustada de dietas experimentales.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**En este apartado puede plantearse:**

- **Breves antecedentes del problema.**
- **Situación del problema**
- **Efectos inmediatos y futuros.**
- **Causas probables y factores asociados.**
- **Datos que verifiquen que el problema es parte de un contexto en el que se conjugan otros problemas relativos.**
- **Actores y/o instituciones involucradas.**
- **Soluciones que se han intentado.**
- **Interrogantes fundamentales, que debe ser resueltas a través de la propuesta de trabajo.**

Las harinas de pescado junto a la soja presentan buenas cualidades nutritivas y son las fuentes proteicas más usadas en la alimentación animal, sin embargo son dos productos que producen gran impacto ambiental

La utilización masiva de harinas de origen vegetal conlleva numerosos problemas medioambientales como deforestación de áreas de importante valor biológico (Carvalho, 1999; Osava, 1999), alto consumo de agua (Steinfeld et al., 2006), utilización de pesticidas y fertilizantes (Carvalho, 1999) y uso de variedades transgénicas (García y Altieri, 2005), en el caso de la soja. Por otra parte, la harina de pescado es un recurso extraíble que depende de la pesca, y actualmente el deterioro del medio marino y agotamiento de los caladeros hace que sea un recurso económicamente y ambientalmente insostenible.

Esta situación pone de manifiesto la necesidad de buscar nuevas fuentes renovables de proteína para la alimentación animal, especialmente para la acuicultura ya que los organismos acuáticos, como el camarón y los peces que necesitan balanceados con gran cantidad de proteína de alto valor biológico (Manzano-Agugliaro et al., 2012).

En la provincia de El Oro, la segunda fuente de ingresos es la producción de camarón. El camarón es un producto de alto valor nutritivo y económico, de uso ampliamente extendido en mercados internacionales. Aproximadamente el 95% de la producción de camarón utiliza dietas con un contenido de harina de pescado entre el 25-50%, ya que es la fuente proteica con mejor valor nutritivo y se considera esencial para el cultivo de esta especie. Sin embargo, la harina de pescado es el ingrediente más caro de la dieta, lo que supone que los gastos de alimentación sean del 40-60% del capital circulante (Tan et al., 2005)..

Debido a su bajo precio numerosas fuentes de origen vegetal han sido evaluadas como: harina de soja (Lim y Dominy, 1990; Piedad-Pascual et al., 1990; Tidwell et al., 1993; Sudaryono et al., 1995), extractos solubles de la harina de algodón (Lim, 1996), harina de altramuz (Sudaryono et al., 1999), varias legumbres como caupí, frijol, mungo verde, (Eusebio, 1991; Eusebio y Coloso, 1998), harina de hojas de papaya y de camote (Penaflores, 1995). Sin embargo, casi todas ellas resultan deficientes en aminoácidos esenciales (especialmente lisina y metionina), y además presentan factores anti nutricionales y poca digestibilidad, por lo que su inclusión en dietas para camarón resulta limitada.

Las fuentes de origen animal tales como la harina de huesos, subproductos de matadero de pollos, harina de carne entre otros, tienen un nivel alto de proteínas (45-65% de proteína) y buena digestibilidad, además son una buena fuente de aminoácidos esenciales (Refstie et al., 1997; Refstie et al., 1998; Webster et al., 1995; Webster et al., 1992), sin embargo, su perfil lipídico no es adecuado para los organismos acuáticos.

Por otra parte, la sustitución de harina de pescado en dietas para *L. vannamei* ha tenido un éxito relativo como lo sugiere Lim (1996) donde demuestra que el extracto de harina de algodón solo puede sustituir hasta el 40% de la harina de pescado en la dieta, niveles mayores afectan al

crecimiento de los animales probablemente debido a la presencia de gossipol, aunque resultados similares se han obtenido con la sustitución de soja (Lim y Dominy, 1990). Sin embargo, en condiciones de cultivo intensivo, Davis y Arnold (2000) demuestran que el 80% de la harina de pescado puede ser sustituida por una mezcla de harina de soja, harina de subproducto de aves y huevos sin que afecte al crecimiento del camarón. Samocha et al (2004) logran un porcentaje de sustitución del 100% usando harina de subproductos de pollería con soja extrusionada en camarón mantenido en condiciones de cultivo intensivas. Estos resultados indican que es posible la sustitución de la harina de pescado en porcentajes altos con una adecuada mezcla de fuentes proteicas.

En base a todo lo expuesto anteriormente, resulta importante determinar el valor nutricional de varias materias primas económicamente y/o medioambientalmente rentables, que puedan ser incluidas en los balanceados para camarón. Para ello se ha analizado la composición proximal, perfil lipídico, aminoacídico y digestibilidad *in vitro* de la harina del subproducto de la harina de banano, subproducto de pollo, harina de camarón, levadura, hojas de *M. oleifera*, harina de pescado artesanal y harina de *P. volubilis*.

La obtención de una fuente alternativa a la harina de pescado como efecto directo permitirá un ahorro de esta fuente, ya de por sí escasa y un abaratamiento del balanceado que repercutirá en precio del balanceado y por ende en el sector camaronero. En el caso de la *P. volubilis* supondría la explotación de un nuevo recurso filogenético.

## **DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

**En este apartado se establecerá descriptivamente la cobertura que tuvo la propuesta de trabajo en lo relativo a:**

- **Espacio geográfico, es decir, el lugar donde se realizó el trabajo.**
- **Sujetos y/u objetos que participaron en la realización del estudio.**
- **Tiempo, especificando el periodo de tiempo en el que fue realizado el trabajo**
- **Contenidos, la o las variables que se consideraron en el estudio.**

Este trabajo se ha llevado a cabo en la Universidad Técnica de Machala, (Machala, Ecuador) y se ha centrado en estudiar materias primas abundante y fáciles de conseguir en la provincia del Oro. Este trabajo se ha desarrollado a lo largo de mi periodo de vinculación centrándose en el primer periodo de mi vinculación la recogida de muestras y preparación de las harinas durante el mes de febrero. La composición proximal se analizo durante el mes de febrero marzo y junio Las deficiencias del laboratorio de bromatología ha hecho que el análisis se dilate en el tiempo ya que solo hay un puesto de análisis lo que obliga a dedicarle del mas de una semana a cada muestra para completar el análisis proximal. En este trabajo se ha colaborado con el servicio de Química del Centro de Investigaciones Biológicas (CSIC, Madrid, España) y la universidad de Almería (Almería, España) donde se ha determinado el contenido en aminoácidos y se ha puesto a punto la técnica para la determinación de la digestibilidad de la proteína *in vitro* con hepatopáncreas de camarón. El segundo periodo de mi estancia se ha determinado el valor nutritivo de la *Plunkenetia volubilis*. Además, durante este periodo de tiempo se han formulado la dietas experimentales y se ha intentado probarlas en el camarón en condiciones controladas de laboratorio. Lamentablemente, no hay unas instalaciones adecuadas para el mantenimiento de animales lo que provocado la propagación de vibriosis y de una infección con hongos de los camarones y la deficiencia en el sistema de provisión de agua hace que las condiciones fisicoquímicas de esta no

fueran las adecuadas. Los principales parámetros físicos y químicos afectados han sido contaminación de agua con hierro, control de la temperatura. Todos estos factores han hecho que sea imposible realizar el ensayo in vivo ya que los camarones entre los 3-7 días empezaron a morir. Debido a esto se decidió trasladar la experiencia a otra dependencia y utilizar todo el material nuevo, sin embargo a los pocos días de iniciada los camarones aparecieron muertos y con el sistema de provisión de oxígeno desconectado y una cantidad excesiva de balanceado en las cubas. El hecho que se puso en conocimiento de la autoridad académica, pues parece acto de gamberrada o sabotaje del experimento. Todos estos intentos se realizaron durante los meses de julio y agosto y septiembre.

Las variable estudiadas son las que afectan a la calidad nutritiva de las materias primas, es decir se determinó la proteína bruta, grasa bruta, cenizas, humedad, materiales extractivos libres de nitrógeno, fibra bruta, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos y digestibilidad *in vitro*. El estudio de estas variables nos indicara el potencial nutritivo de cada materia prima y son útiles para establecer los límites de inclusión en la formulación de balanceados.

## JUSTIFICACIÓN

**Este apartado debe reflejar la importancia y relevancia que tiene la propuesta de trabajo que se ha realizado, exponiendo argumentos tales como:**

- **Evidencias que demuestren la magnitud de la problemática o necesidad de éstas para profundizar en el análisis.**
- **Necesidad de corregir o diseñar medidas correctivas que contribuyan a la solución de los problemas expuestos.**
- **Demostrar o argumentar que la investigación constituye una estrategia para enfrentar la problemática mencionada.**
- **Mencionar los beneficios futuros que pueden obtenerse, tanto para las personas como para las instituciones y/o grupos sociales.**
- **Aplicabilidad en el futuro en campos productivos, de salud, etc.(áreas estratégicas de desarrollo)**

La harina de pescado se obtiene de las pesca, aproximadamente el 20,2% de las capturas es usada para la producción de harina y aceite de pescado (FAO, 2012). El aumento de demanda de harina de pescado ha hecho que aumente el precio de esta a niveles que afectan seriamente los precios de los balanceados usados en acuicultura. Desde hace años se ha hecho un gran esfuerzo investigador para disminuir la inclusión de harina de pescado en los balanceados para camarón. Fundamentalmente se han seguido dos estrategias ; mejor ajuste de la relación proteína energía o sustitución de la harina de pescado por otras fuente de proteína alternativas a la harina de pescado. Actualmente la fuente alternativa a la harina de pescado que mas se usa es la soja. La soja es uno de los cultivos mas extendidos por el mundo con un incremento anual de 1,4%. En 2009 la producción de soja alcanzo 210,9 millones de toneladas, lo que supone algo mas del 50% del total de la producción de semillas oleaginosas (FAO, 2012). Como características nutritivas presenta una alta digestibilidad, un elevado porcentaje de proteínas de buena calidad, buen balance aminoiácido de las fuentes vegetales, aún así su porcentaje de inclusión el limitado en el pienso, concretamente en piensos para peces no debe superar el 50% de sustitución sobre la harina de pescado además de problemas medio ambientales por lo que es necesario la búsqueda de nuevas fuentes de proteína que sea valiosas desde el punto de vista nutritivo, y económicamente y medioambientalmente sostenible.

La utilización de subproductos o materias primas abundante como un ingrediente alternativo en la dieta para camarones puede ser una solución a la escasez de harina de pescado. Una fuente que permita un porcentaje superior al 5% tiene una repercusión de toneladas de harina de pescado que



se ahorra en la fabricación de balanceados.

El presente proyecto estudia varias materias primas y subproductos disponibles en la provincia del Oro y que abren un amplio abanico de posibilidades para su inclusión en balanceados del que se beneficiaran directamente tanto las empresas productoras de balanceados como los productores de camarón. Además como beneficiarios secundarios serian los agricultores pues les permite explotar otros recursos filogenéticos y las industrias transformadoras de estos productos. Actualmente *P.volubilis* se esta comenzando a explotar en Ecuador pues el aceite tiene un alto valor. En el Ecuador la producción de esta planta a escala comercial se encuentra en incremento, existiendo unas 300 Hás en producción y se prevé la siembra de 1 200 Ha para el 2012, los rendimientos promedios obtenidos a partir del segundo año son de 1,5 t/Has. Las condiciones agroecológicas para su explotación son excelentes, a la vez se encuentra en desarrollo un programa de fomento del cultivo e industrialización con tecnología adecuada y un mejoramiento continuo en todos los aspectos agronómicos del cultivo, por lo que en pocos años el Ecuador podría convertirse en uno de los productores importantes de *P.volubilis*. La torta desengrasada es un subproducto interesante desde el punto de vista nutricional pues tiene un elevado porcentaje de proteína y además es, precisamente, su elevado nivel de grasa lo que limita su inclusión en el balanceado.

El desarrollo de este proyecto contribuye a asegurar la soberanía alimentaria, reduciendo la importación de harina de pescado por una fuente proteica de producción nacional permitiendo el intercambio justo en mercados y el acceso a recursos productivos y a evitar la dependencia de importaciones de alimentos. Esto contribuye a alcanzar los objetivos expuesto en el Programa de Gobierno 2013-2017 (Movimiento Alianza PAIS, 2012) que define cambios en la estructura productiva para diversificar la economía, dinamizar la productividad, garantizar la soberanía nacional en la producción y el consumo internos, y salir de la dependencia primario-exportadora que afecta a la producción del camarón

## OBJETIVO GENERAL

**El propósito final, que se pretende lograr con la consecución de los objetivos específicos y las actividades planificadas a lo largo de la propuesta de trabajo, es decir deben expresarse como proposiciones orientadas a definir los logros que se esperan obtener a partir de los resultados que arroja la investigación.**

El objetivo de este proyecto es estudiar posible **fuentes de proteína como alternativa a la harina de pescado** en piensos para camarones, y obtener una harina que permita cierto nivel de sustitución de harina de pescado en dietas para esta especie de interés acuícola. Este proyecto contribuye al desarrollo de la acuicultura pues en última instancia, busca abaratar los costes de producción de camarón de una forma sostenible utilizando diferentes subproductos como lo producidos en la fabricación de la harina de banana, harinas de cabeza de camarón o subproductos del pollo, o abriendo nuevas posibilidades con productos como la moringa o la levadura de panadero, también se valoro harina de pescado de producción artesanal con la idea de ver si es una harina de calidad que merezca su fabricación a gran escala.

También contribuye al conocimiento del valor nutritivo de varios productos susceptibles de ser utilizados en la alimentación animal en general, y de camarones y peces en particular.

Por otra parte, este proyecto ha contribuido a la formación de personal científico especializado que favorezcan el desarrollo Agropecuario.

Respecto a la capacitación en investigación del profesorado, se ha concretado en la capacitación investigadora de mis contrapartes y se ha centrado en el dominio de las técnicas, análisis de datos y el manejo en la práctica de los conceptos de la nutrición y alimentación.

Otro objetivo es la formación del alumnado en nutrición y alimentación que se ha desarrollado con la impartición en varios talleres a los alumnos de la escuela de Acuicultura y de Medicina veterinaria y zootecnia. Además se ha asesorado en 4 tesis de grado y diversos trabajos de investigación de los alumnos de la escuela de Acuicultura.

En cuanto relacionamiento estratégico interinstitucional a nivel nacional e internacional se ha firmado un convenio marco entre la universidad de Machala, Ecuador y de Almería, España, además se ha establecido un convenio específico para la realización de master y doctorado

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Estos se derivan del objetivo general y son las metas a conseguir a través de la ejecución de la propuesta de trabajo. Cada objetivo específico cuenta con una cantidad determinada de actividades que ayudarán a lograr la consecución de los objetivos específico.**

Dentro de los objetivos específicos está el de identificar que productos se generan en la provincia del Oro y son susceptibles de usar en la alimentación acuicultura. Para ello se consideraron una serie de criterios tales como que sean abundantes, baratos y ecológicamente sostenibles. También se han estudiado productos nuevos como la harina de hojas *M. oleífera* y la *P volubilis* cultivos se están tratando de implantar en Ecuador. Como consecuencia de han logrado identificar numerosos productos pero imposibles de valorar todos, por lo que se hizo una selección de bajo el criterio de que fueran muy abundantes, fáciles de conseguir y sin necesidad de mucha transformación o que su estudio fuera completamente nuevo.

Una vez elegidas las fuentes se procedió a su análisis bromatológico considerándose como un objetivo específico el análisis de cada una de las fuentes. Las fuentes elegidas para determinar su valor nutritivo fueron subproductos del pollo, la harina de *Moringa oleífera*, de cabeza de camarón, subproductos de la fabricación de la harina de banano, levadura, *P volubilis* y harina de pescado artesanal. En cada objetivo específico las actividades realizadas han sido: determinación de la proteína bruta, grasa bruta, cenizas, humedad, materiales extractivos libres de nitrógeno, fibra bruta, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos.

Otro de los objetivos específicos en el campo de la investigación ha sido poner a punto la técnica de digestibilidad *in vitro* de la proteína con extracto enzimático obtenido a partir de hepatopáncreas del camarón a fin de determinar la digestibilidad de la proteína de las diferentes fuentes analizadas.

Para determinar cómo se afecta la eficiencia digestiva sobre la proteína en camarones alimentados con diferentes dietas es necesario establecer la eficiencia digestiva bajo una situación nutritiva estándar. Para ello es necesario determinar la cantidad de proteína y actividad proteasa y por tanto poner a punto el protocolo de determinación de actividad proteasa en camarón lo que ha constituido otro objetivo específico, necesario, a su vez, para determinar la digestibilidad *in vitro* de la proteína.

El objetivo de formación de personal investigador se ha llevado a cabo con una serie de objetivos específicos como son:

-Aplicación de técnicas y métodos conocidos a la alimentación animal en general y de peces en particular a la investigación. Las actividades que han constituido este objetivo específico han sido talleres teórico-práctico que han recibido los alumnos de la Escuela de Acuicultura y los de Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. También se ha asesorado a alumnos en su trabajo de grado y en experimentos realizados en varias asignaturas. Con mis contrapartes la actividad ha sido mas personalizada, a través de su participación en el diseño de los experimentos, fijando los objetivos y discutiendo el diseño del experimento y parámetro e índices que se van a registrar para comprobar la hipótesis de partida.

-Puesta a punto y de técnicas y métodos de laboratorio. En este caso se han estudiado los protocolos experimentales y su puesta a punto para su utilización en camarón. La actividades de este objetivo se centraban en el desarrollo de las habilidades de investigación en el laboratorio y acuario. Aunque el deficiente equipamiento científico de la Universidad ha hecho difícil el desarrollo de esta actividad, se han podido realizar varios análisis. Con la colaboración de los laboratorios de la Universidad de Almería se ha podido poner a punto los protocolo para la extracción del extracto enzimático de hepatopáncreas de camarón y la determinación de proteasa y proteína en el mismo.

-Análisis de los resultados obtenidos. En este sentido se ha analizado que información nos da los resultados de los análisis, como se aplica a la nutrición animal, como se expresan esos resultados en función de la información que queramos obtener y como utilizarla.

-Redacción de trabajos científicos. La falta de publicaciones es una de las carencias mayores de la Universidad Técnica de Machala. Esta viene dada por una falta de tradición investigadora que se manifiesta en la falta de equipamiento, falta de organización y la falta de publicaciones. Considerando esto se ha tratado de escribir dos artículos y dos comunicaciones a congresos. El primer artículo es una revisión de las fuentes alternativas de proteína en la alimentación de camarón es te artículo surge de la revisión bibliográfica que el Dr Renteria ha de hacer como parte de su tesis y que es necesaria para situar el estado del problema que va a desarrollar en su tesis. Este artículo no se ha concluido debido a la gran carga académica que tiene el Dr Renteria que le imposibilita dedicar tiempo a la redacción del artículo. Por otra parte la idea de publicarlo en una revista indexada en el Journal Citation Reports hace que tenga que ser escrito en ingles, lo que contribuye a retrasar su redacción.

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### **PAPER INDEXADO O ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO**

Esta sección debe contener el paper indexado o artículo científico publicado, en caso de no publicarse todavía, incluir un abstract y el nombre de la revista donde se publicará la investigación realizada, debidamente redactado y cumplir con los parámetros establecidos en los formatos internacionales para que la SENESCYT lo pueda publicar.

Durante esta vinculación se han escrito dos artículos y dos comunicaciones a congresos.

#### Artículos

##### Artículo 1:

Revista de Biología Marina y Oceanografía

**Valor nutritivo de diferentes materias primas para la alimentación del camarón patiblanco  
(*Litopenaeus vannamei*).**

**Nutritional value of different raw materials for feeding whiteleg shrimp (*Litopenaeus  
vannamei*)**

M<sup>a</sup> José Sánchez-Muros<sup>ab\*</sup>, Carolina de Haro<sup>a</sup>, Jeremy Mendoza<sup>b</sup>, Patricio Rentería<sup>b</sup>, M<sup>a</sup> José Fariás<sup>c</sup>, Lita Sorroza<sup>b</sup>, y Roberto A. Santacruz-Reyes<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. 04120 Almería. España

<sup>b</sup>Escuela de Acuicultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Km 5½ vía a Pasaje. Machala. Ecuador

<sup>c</sup>Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Técnica de Machala. Km 5½ vía a Pasaje. Machala. Ecuador

Resumen

En este trabajo se ha estudiado el valor nutritivo de 5 materias primas abundantes en la provincia de El Oro, Ecuador, como ingredientes novedosos en la alimentación de camarones. Las fuentes estudiadas han sido: subproducto de pollo, moringa, levadura, harina de camarón, harina de pescado y subproducto de la harina de de banano. Las determinaciones realizadas han sido: proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta, cenizas, materiales extraíbles libres de nitrógeno, perfil de ácidos grasos, perfil de aminoácidos y digestibilidad de la proteína *in vitro*. Los resultados obtenidos indican que la harina de camarón y pollo presentan buenas cualidades como fuentes alternativas de proteína a la harina de pescado para la alimentación del camarón, mientras que la moringa presenta una capacidad más limitada para su inclusión en dietas. La harina de subproducto de la harina de de banano sería un posible ingrediente a estudiar como fuente de hidratos de carbono, mientras que, la harina de pescado de producción artesanal muestra unas características nutricionales francamente malas por lo que sería importante un control de calidad de estas harinas.

Abstract

We studied the nutritional value of 5 abundant raw materials in El Oro province, Ecuador, as new ingredients in shrimp feeding. Sources studied were chicken byproducts, moringa, yeast, shrimpmeal, fishmeal and banana bran. For each source raw protein, ethereal extract, raw fiber, ashes, nitrogen free extractable materials, fatty acid profile, aminoacid profile, and in vitro protein digestability. Results obtained indicate that shrimp meal and chicken byproducts show good qualities as alternate sources of protein for feeding shrimp, while moringa shows a more limited capacity for its inclusion in shrimp diets. The banana bran meal appears as a possible ingredient to be studied as a source of carbohydrates, while the artisanally produced fishmeal shows bad nutritional characteristics and therefore quality controls are needed.

Palabras clave: valor nutritivo, subproductos del pollo, moringa, levadura, harina de camarón, harina de pescado y subproducto del bananao

Key words: nutritive value, chicken byproducts, moringa, yeast, shrimpmeal, fishmeal, banana bran, *litopenaeus vannamei*

\*Autor correspondiente: Tel.: +34 950015002; fax: +34 950015476. E-mail address: [mjmuros@ual.es](mailto:mjmuros@ual.es)

## Artículo 2

Revista: Reviews in Aquaculture

<http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/%28ISSN%291753-5131>

### **Alternative ingredients for farmed shrimp (*litopenaeus vanamei*) feed.**

M<sup>a</sup> José Sánchez-Muros<sup>ab\*</sup>, Patricio Rentería<sup>b</sup>, Lita Sorroza<sup>b</sup>, Roberto Santacruz-Reyes<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. 04120 Almería. España

<sup>b</sup>Escuela de Acuicultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Km 5½ vía a Pasaje. Machala. Ecuador

Abstrac:

Shrimp are one of the most important cultures in aquaculture with an estimate production of 4,5 millions MT. The 27% of the total of fishmeal used in the manufacture of aquaculture feed it is for shrimp feeding.

The present review presents alternative dietary ingredient sources for shirimp. The nutritive values, inclusion levels, constraints are discussed. In this review it is study ingredients such as fishery by-products, terrestrial animal by-products, oilseed plants, aquatic plants, single cell proteins, grain legumes, plant protein concentrates and cereal by-products, with enphasys in novel raw materials : algae, insect meal or biofloc.

\*Autor correspondiente: Tel.: +34 950015002; fax: +34 950015476. E-mail address: [mjmuros@ual.es](mailto:mjmuros@ual.es)

### Comunicaciones a congresos

#### Comunicación 1

Congreso: VII Foro iberoamericano de los recursos marinos y de la acuicultura. 18-21 de noviembre de 2014 Machala, Ecuador.

Estado: enviada y aceptada

#### **Valoración bromatológica de diferentes subproductos agropecuarios de la provincia de El Oro (Ecuador) para su utilización en la alimentación del camarón.**

de Haro C. <sup>a</sup>, Renteria P. <sup>b</sup>, Sorroza L. <sup>b</sup>, Santacruz R. <sup>b</sup> Farias M.J.y Sánchez-Muros M.J <sup>ab</sup>

<sup>a</sup> Dpto. Biología y Geología. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. España

<sup>b</sup> Escuela de Acuicultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Ecuador

Actualmente los piensos utilizados en acuicultura y en particular aquellos utilizados para el cultivo de camarón son muy caros, superando en muchos casos el dólar por kilogramo, lo que afecta de manera importante a los gastos de producción. En concreto la alimentación supone del orden del 40-60 % de los gastos de producción, siendo la harina de pescado el ingrediente mas caro. La provincia de El Oro es uno de los mayores productores mundiales de camarón, sin embargo, Ecuador no es un gran productor de harina de pescado por lo que esta es mayoritariamente importada. En este trabajo se estudia la composición de varios subproductos y fuentes abundantes en esta región como sustitutos de la harina de pescado.

Los subproductos analizados son: harina de camarón (*Litopenaeus vannamei*), harina de afrecho de banano (*Musa sp.*), levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), subproducto de la pollería (*Gallus gallus domesticus*) y harina de moringa (*Moringa oleifera*).

La composición proximal de las fuentes fue analizada por el método AOAC (2000): humedad por método gravimétrico, lípidos por método Soxhlet, proteína como nitrógeno por Kjeldahl, cenizas por combustión a 500°C. Los aminoácidos fueron determinados mediante HPLC y los ácidos grasos por cromatografía de gases y la digestibilidad *in vitro* de la proteína por el método descrito por García-Carreño et al. 1997.

Los resultados obtenidos muestran que la harina de pescado presenta valores muy pobres en proteína y aminoácidos y PUFAS, y muy altos en cenizas y fibra, así como mala digestibilidad, lo que indica una elevada adulteración del producto. Respecto al resto de las harinas analizadas, la harina de camarón y pollo tienen los mejores valores de proteína y contenido en aminoácidos seguida de la moringa. En cuanto al perfil de ácidos grasos, tan solo la harina de moringa muestra cierta cantidad de DHA, encontrándose trazas en el resto de las harinas analizadas. La digestibilidad de la proteína resulta mayor en la harina de camarón, pollo y moringa, mientras que las digestibilidades más bajas se encontraron para la harina de afrecho de banano y la harina de pescado, lo que confirma la adulteración de esta última.

De estos datos se concluye que la harina de camarón y de desperdicios de pollo son las que mejores resultados ofrecen como sustitutos de la harina de pescado. Por otra parte, estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de regular la calidad de las harinas de pescado disponibles en el mercado, ya que estas pueden ser adulteradas con otras fuentes más baratas.

-AOAC (2000) *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International*, AOAC International, Gaithersburg, USA.

-García-Carreño, F.L., Navarrete Del Toro, A. and Ezquerro, J.M., 1997. Digestive shrimp proteases for evaluation of protein digestibility *in vitro*, (1): the effect of protease inhibitors in protein ingredients. *J. Mar. Biotechnol.* 5, 36–40.

### **Agradecimientos:**

Este trabajo ha sido financiado por: Consejería de Innovación y Ciencia (project AGR5273), European Regional Development Funds (FEDER funds), Campus de Excelencia Internacional Agroalimentaria (CEI3), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CElmar), Ministerio de Educación (Spain) y Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

### Comunicación 2

Congreso: VII Foro iberoamericano de los recursos marinos y de la acuicultura. 18-21 de noviembre de 2014 Machala, Ecuador.

Estado: enviada y aceptada

## **Efectos tóxicos del metabisulfito de sodio en especies del sector El Coco, Machala (Ecuador)**

Niola A<sup>1</sup>. Ruiz-González M<sup>1</sup>. Sorroza L<sup>1</sup>. Rivera L<sup>1</sup>. Sánchez-Muros Ma.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

<sup>2</sup> Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Almería, España

[alvaro\\_niola@hotmail.com](mailto:alvaro_niola@hotmail.com)

### **RESUMEN**

La cría comercial de *Litopenaeus vannamei* se extiende a lo largo de zonas marinas, estuarinas y humedales, de Asia y América. Dicha actividad es la base económica de muchas regiones. Un problema que afecta a la cosecha y distribución del camarón es que a las pocas horas post-cosecha los ejemplares sufren melanización de la cutícula, lo que deteriora la calidad del producto. Usualmente, se aplica una disolución de metabisulfito sódico al 8% y hielo por inmersión de los animales, sacrificándolos y conservándolos. Tras su uso, el volumen de agua contaminada con el conservante se vierte al canal de salida. Se ha observado una alta mortalidad de distintas especies nativas en los esteros durante los tres a ocho días post-vertido. En nuestro proyecto hemos estudiado la tasa de supervivencia de cuatro especies, *L. vannamei* y tres representantes del estero: millonaria (vertebrado), ermitaño (artrópodo) y caracol (gasterópodo), a tres concentraciones diferentes de metabisulfito sódico: 0, 0.0005, 0.001 y 0.01% durante 96 horas. El experimento se llevó a cabo en condiciones controladas de laboratorio, con aireadores independientes y sin recirculación del agua en 36 peceras de 2 litros de volumen con diez individuos en cada una y tres réplicas por tratamiento. Durante 96 horas se tomaron nueve observaciones. Los resultados muestran que existe una fuerte interacción entre tratamiento, tiempo y especie ( $p < 0,001$ ). A las 96 horas los controles mostraron la siguientes tasas de supervivencia: 66.67, 93.33, 96.67 y 100% para *L. vannamei*, millonaria, artrópodo y gasterópodo, respectivamente. A las 12 horas de exposición, la concentración mayor de metabisulfito de sodio (0.01%) afecta a la tasa de supervivencia obteniéndose un 0% para el camarón y millonaria, 90% para el ermitaño y 100% para el caracol, aunque en estas dos últimas especies la tasa de supervivencia a las 96 horas disminuye a 23,33 y 43,33% respectivamente, estableciéndose el LC 50 a las 66 horas para el ermitaño y a las 32 horas y entre las 20-36 horas para el caracol. Las otras dos concentraciones testada (0.001 y 0.0005%) la tasa de supervivencia es similar a su control, salvo para el camarón que sigue siendo 0%. Como conclusión, lo resultados obtenidos muestran el vertido de metabisulfito sódico a concentraciones de 1330 veces menores que los niveles usuales normales usados en la camaronera tiene un importante impacto ecológico sobre los distintos grupos taxonómicos.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

### Comunicación 3

Congreso: VII Foro iberoamericano de los recursos marinos y de la acuicultura. 18-21 de noviembre de 2014 Machala, Ecuador

En redacción

### **Efecto del Cianuro en la supervivencia de *Pseudocurimata patiae***

Escobedo, R.<sup>1</sup>, Ruiz-González, M. X.<sup>1</sup>, Sorroza, L.<sup>1</sup>, Rivera-Intriago, L.<sup>1</sup> & Sánchez-Muros, M. J.<sup>1,2</sup>



<sup>1</sup> Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

<sup>2</sup> Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Almería, España

[mjmuros24@gmail.com](mailto:mjmuros24@gmail.com)

Las minas de oro de Portovelo y Zaruma, al sur de Ecuador, están causando un impacto ambiental considerable en parte debido a la descarga de cianuro y metales pesados como el mercurio en la cuenca del río Puyango. La concentración de cianuro en esta zona excede los criterios de calidad medioambiental. Esto causa cierto impacto en la biodiversidad y, en el caso del cianuro, un efecto letal directo sobre la biota reduciendo la biodiversidad acuática en esta zona. Según la literatura científica la contaminación por cianuro libre alcanza en esta zona es de 5200  $\mu\text{g l}^{-1}$  en el río Calera y 6300  $\mu\text{g l}^{-1}$  de cianuro total en la época seca (datos del año 99) sin embargo en la época húmeda no sobrepasa los 3  $\mu\text{g l}^{-1}$  de cianuro libre y 9  $\mu\text{g l}^{-1}$  de cianuro total

Siendo menores en el resto de la cuenca del río Puyango. En este trabajo se ha determinado la mortalidad de diferentes concentraciones de cianuro en la supervivencia de *Pseudocurimata patiae*. Para ello, se aplicaron 3 tratamientos con una concentración de 10, 5, 1 ppm de cianuro de sodio y un control con 0 ppm de cianuro de sodio. De cada tratamiento se realizaron 4 replicas en acuario de 2 L a una densidad de 10 peces/acuario. Durante los 4 días que dura el experimento los acuarios se mantuvieron a temperatura constante ( $28\pm 1^\circ\text{C}$ ) y fotoperiodo natural y aireación constante y sin renovación de agua.

Para establecer la tasa de mortalidad los peces de cada acuario se contaron cada 8 horas. Los resultados muestran que la exposición a concentración de 5 ppm o superiores causa la muerte del 100% en las primeras 8 horas, mientras que no se aprecian diferencias significativas entre la concentración de 1 ppm y 0. Estos datos revelan la necesidad de controlar el vertido de cianuro a la cuenca de estos ríos para evitar que supere niveles que pueda afectar a la fauna piscícola de la zona.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

#### Comunicación 4

Congreso: VII Foro iberoamericano de los recursos marinos y de la acuicultura. 18-21 de noviembre de 2014 Machala, Ecuador

En redacción

**Utilización del yodo como método de desinfección de larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)**

Montenegro D.<sup>1</sup>, Ruiz-González, M. X.<sup>1</sup>, Sorroza, L.<sup>1</sup>, Rivera-Intriago, L.<sup>1</sup> & Sánchez-Muros, M. J.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Acuicultura. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador

<sup>2</sup> Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería. Almería, España

[mjmuros24@gmail.com](mailto:mjmuros24@gmail.com)

Ecuador es un importante productor de camarón y uno de los principales productos exportados por este país. El desarrollo de enfermedades víricas y bacterianas suponen un importante inconveniente en la cría del camarón llegando a producir la pérdida del 90% de la producción en los países afectados. Generalmente las larvas se desinfectan con antibióticos o diversos productos químicos antes de su introducción en los tanques de producción. Sin embargo el uso de antibióticos tiene efectos secundarios diversos y ay los agentes químicos como el formaldehido glutaradehido o cloro se han asociado con cierto riesgo para los humanos . Los compuestos fenólicos son peligrosos para humanos y animales. La utilización del yodo es una alternativa ya que es fácilmente disponible y se neutraliza directamente en el agua, aunque su toxicidad y efecto sobre la larva no ha sido ampliamente estudiados.

El objetivo de este trabajo es ver la eficacia del yodo como desinfectante de larvas de camarón. Para ello se dispusieron tres diluciones diferente (1/10;1/100 y 1/1000)de una alicuota obtenida por la homogenización de 25 larvas en 1ml de agua y se procedió a la siembra en placa de Petri con agar TCBS como medio de cultivo. Este mismo procedimiento se realizo con larvas tratadas previamente con 5 gotas ( 0,25 ml) de yodo adicionadas al acuario (5l). Los resultados muestra una reducción del porcentaje de UFC del 30.45% para la solución madre (25larvas/1ml) 31,16 para la dilución 1/10, del 37,11% para la dilución 1/100 y del 55.7% para la dilución 1/1000. Estos resultados muestra que el yodo es un efectivo desinfectante, sin embargo se necesitan estudios posteriores para determinar el efecto en la supervivencia del camarón.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Programa Prometeo (Ecuador).

## 1. CONTRIBUCIÓN AL PLAN DEL BUEN VIVIR

**En este apartado, indicar como su propuesta contribuyó a nivel macro y según los lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir. (Revisar meta y objetivos del plan)**

El plan nacional del buen vivir estipula que la “transformación de la matriz productiva debe suponer una interacción con la frontera científico-técnica, en la que se producen cambios estructurales que direccionan las formas tradicionales del proceso y la estructura productiva actual, hacia nuevas formas de producir que promueven la diversificación productiva en nuevos sectores”. En este sentido, el proyecto propuesto supone una interacción científico –técnica entre el conocimiento empírico y el científico aplicando este a sectores primarios como es la producción de camarón como a la industria transformadora especialmente a la relacionada con la alimentación animal, tanto la de fabricación de piensos balanceados como la de fabricación de materias primas,

ya que el uso de cualquiera de las fuentes analizadas requiere del desarrollo de un proceso industrial y que permita la transformación de la materia prima en una harina susceptible de ser usada en la fabricación de alimentos para animales que permitan procesos con alta productividad, competitivos, sostenibles, sustentables, o incluso diversificación de la producción agraria de cultivos como la *M. oleifera* o *P. Voluvis* y por consiguiente de la matriz productiva.

La economía ecuatoriana está basada en la extracción de sus recursos naturales y a pesar del crecimiento que ha experimentado, en los últimos veinte años no se observa un cambio estructural en los patrones de producción. En este sentido es importante una reestructuración que permita un cambio/disminución de las importaciones. La balanza comercial en este sector para el país en el año 2010 es deficitaria en 133,9 millones de dólares, ya que al año 2007 Ecuador exportó 72,95 millones de dólares e importamos 206,89 millones. Sin embargo, las exportaciones ecuatorianas de balanceados presentan en el período 2003-2010 una evolución positiva con un crecimiento del 183,8%, lo que permite observar un potencial en el desarrollo de este sector, si se procesara la materia prima en territorio nacional. Sin embargo la inversión en I+D del este sector es prácticamente nula. solamente el 2% de las empresas encuestadas, dedicadas al sector balanceados destinan recursos para gasto en investigación y desarrollo (0,005% de los ingresos generados por el sector), y el 3% para capacitación y formación (0,026% de los ingresos generados),

El objetivo 10 del plan nacional del buen vivir invita a promover “la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales articulando la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémica, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el desarrollo de nuevos conocimientos”. Dentro de este marco se incluyen los resultados de este proyecto que proporciona información para la diversificación de la matriz productiva ofreciendo información científica sobre el valor nutritivo de nuevos productos o subproductos para ser utilizados en la alimentación no solo del camarón si no el sector pecuario. En el caso de los subproductos analizados como la harina de cabezas de camarón, la de subproductos de pollo, permite la creación de industrias transformadora para la obtención de las harinas.

Por otra parte, la innovación y tecnología como componentes fundamentales del proceso productivo permitirá el desarrollo de materias primas nacionales ayudara a fomentar la sustitución selectiva de importaciones, en este caso de piensos para camarón .

Aunque el proyecto desarrollado requiere de estudios mas profundo, sin embargo sienta las bases para la introducción de nuevas materias primas en la alimentación del camarón y contribuye a alcanzar las metas propuestas en el plan del buen vivir respecto a la reducción de importaciones de bienes primarios (10.2) e incluso permitiría la exportación de estas materias primas incrementando la participación de exportaciones de productos con intensidad tecnológica alta, media, baja y basado en recursos naturales como indican las metas del objetivo 10.1 del plan del buen vivir

## 2. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS ALCANZADOS

**Enlistar y realizar un breve descripción de los productos alcanzados es decir el / los resultado (s) del proyecto de investigación /docencia, donde se reportan los hallazgos y las conclusiones de la investigación. Incluye, patentes, libros, posters u otros similares verificables como planes de mejoramiento en mallas curriculares, acuerdos logrados, proyectos y programas complementarios, entre otros. Los productos completos serán entregados en CD a excepción de los libros.**

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las fuentes alternativas de proteína en el camarón, concretamente en *Litopenaeus vannamei*. El objetivo de esta revisión es conocer el estado del problema a la vez que sirva de entrenamiento al Dr Renteria en su formación en cuanto a

comprensión de la literatura científica y redacción de artículos. Con la bibliografía consultada se está redactando un artículo de revisión para publicar en el *Reviews in Aquaculture*

El análisis de diferentes materias primas nos ha permitido conocer su valor nutritivo y su composición bromatológica. Los resultados obtenidos nos han permitido la redacción de un artículo científico donde se exponen y discuten los resultados. Las principales conclusiones obtenidas son que de las fuentes estudiadas, la harina de camarón y pollo presentan buenas cualidades como fuentes alternativas de proteína a la harina de pescado para la alimentación del camarón, mientras que la moringa presenta una capacidad más limitada para su inclusión en dietas para estos animales. Respecto a la harina de subproducto de la harina de banano, sería un posible ingrediente a estudiar como fuente de hidratos de carbono y por tanto sustituto de los cereales, con una posible ventaja económica por ser un subproducto de la fabricación de la harina de banano. Además, destacar que la harina de pescado de producción artesanal muestra unas características nutricionales francamente malas por lo que sería importante un control de calidad de estas harinas.

Estos resultados se recogen en un artículo enviado para su publicación a la *Revista de Biología Marina y Oceanografía*.

De las fuentes estudiadas se decidió hacer las pruebas *in vivo* con *P. Volubilis* ya que presenta un elevado nivel de proteína es la única en la que no hemos encontrado literatura sobre la utilización de esta fuente en la alimentación ni del camarón ni en peces. Con esta fuente se formularon las dietas experimentales sin embargo la carencia de instalaciones de la Universidad Técnica de Machala ha hecho imposible el desarrollo del experimento, por lo que tras varios intentos fallidos se decidió realizar el experimento en una camaronera, actualmente esta en desarrollo. Los datos de este experimento pretenden publicarse en la revista *Aquaculture*.

Dentro de los objetivos de investigación además he participado activamente en la redacción de dos proyectos de investigación, uno solicitado a la universidad en convocatoria propia y un programa solicitado a la senescyt en la convocatoria de programas y/o proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico.

Respecto a la formación estudiante se ha realizado varios talleres, cursos:

- Determinación de fibra bruta.
- Taller de diseño experimental para ensayo de dietas
- Alimentación y nutrición de peces
- Formulación de dietas para peces.
- Alimentación y nutrición proteica.
- Métodos matemáticos para formulación de dietas

A parte de esto se ha formado alumnos a través de su participación en los experimentos realizados.

Respecto a los resultados de la formación en investigación del profesorado, se centra especialmente en la formación de mis contrapartes, con los que se ha iniciado una línea de investigación entorno a la nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Con la PhD Lita Sorroza se ha iniciado una línea de salud y nutrición en peces y crustáceos. Respecto al Dr Patricio Rentería ha iniciado su Ph bajo. Debido a que en la universidad de Machala no existen estudios de postgrado el Dr Rentería está en proceso de matriculación en el programa de doctorado en Ciencias Aplicadas al Medioambiente de la universidad de Almería.

Otro de los objetivos alcanzados ha sido la dotación de un laboratorio de bromatología. La Universidad Técnica de Machala carecía de instalaciones adecuadas para el análisis de materias primas piensos balanceados y alimentos por lo que se decidió planificar un laboratorio de bromatología con un equipamiento moderno y eficaz que permita el análisis de varias muestras y pueda satisfacer las necesidades de investigación de la Universidad Técnica de Machala y además permita ofertar el servicio a empresas y particulares de la provincia del Oro. Actualmente el equipamiento ha sido adquirido y está en fase de entrega.

Por otra parte la carencia de un acuario experimental en la Universidad Técnica de Machala ha hecho que no se pueda llevar a cabo en la fecha prevista uno de los objetivos propuestos. Como consecuencia de la falta de esta instalación la realización de experimentos *in vivo* está francamente limitada en la escuela de Acuicultura ya que necesita un aporte continuo de agua y no tiene las tomas necesarias ni de agua del mar ni dulce. Para ello la Escuela de Acuicultura me pidió asesoramiento para la realización de un acuario experimental con sistema cerrado (se adjunta memoria)

Con objeto de mejorar la infra estructura científica, equipamiento de laboratorios ect... se ha solicitado dos proyectos uno a la convocatoria de la senescyt y otro a la convocatoria del plan propio de la Universidad Técnica de Machala

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**Se debe anotar las conclusiones y recomendaciones obtenidas del proceso de investigación, se recomienda que por cada conclusión se realice una o más recomendaciones.**

Las conclusiones del proyecto realizado son:

-Las materias primas analizadas presentan buenas características para ser usadas en la alimentación animal. Como estaba previsto en este proyecto se han formulado dietas con una de las fuentes. Sin embargo, recomendamos que sean probadas *in vivo* otras de las fuentes analizadas o buscar la mezcla de fuentes adecuadas para obtener un balanceado de calidad.

-La solicitud de programas y proyectos de investigación permite, en caso de ser concedidos, consolidar las líneas de investigación emprendidas y afianzar la cohesión del grupo de investigadores, además servirán para el desarrollo del doctorado del doctor Rentería. Sería recomendable que en caso de que no sean concedido ni el proyecto ni el programa se acuda a nuevas convocatorias tanto del gobierno de Ecuador como del gobierno de España o las propias de la Unión Europea. Para elevar el nivel investigador de la Universidad técnica de Machala es necesario la obtención de proyectos que permitan desarrollar las líneas de investigación consolidadas y otras nuevas y que doten de materiales y reactivos necesarios para desarrollarlas. Por otra parte, el desarrollo de investigación permitirá elevar el nivel académico a través de una formación de postgrado.

- La creación de un laboratorio de bromatología y de un acuario experimental son las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la investigación en la Facultad de Ciencias Agropecuarias e imprescindibles para el desarrollo de investigación en nutrición y alimentación, cultivo de nuevas especies y cualquier otro campo de investigación. Ambas infra estructuras pueden ser aprovechadas no solo por la escuela de Acuicultura, si no que pueden dar servicio a toda la universidad.

## LIMITACIONES

**Este apartado debe reflejar las restricciones que tiene la propuesta de trabajo, para poder expandir o generalizar los resultados, así como el reconocimiento de las incidencias de otras variables que en el proceso de la propuesta de trabajo no se controlan. Debe evitarse mencionar limitantes que puedan proveerse antes de realizar el trabajo, tales como tiempo, costos, falta de información y otras propias de los investigadores.**

Las principales limitaciones que ha sufrido el proyecto de derivan de la falta de equipamiento en los laboratorios tanto de aparatos , reactivos o pequeño equipamiento así como la falta de un acuario experimental donde desarrollar diferentes experimentos. Seria recomendable que la senescyt garantice la existencia del equipos necesario para desarrollar los objetivos de los proyectos propuestos.

Por otra parte, el mecanismo de adquisición de reactivos es ineficaz produciendo retrasos de hasta de 9 meses como en mi caso.

Otro limitación importante ha sido la carga lectiva de la contraparte que ha sido u claro factor limitante en su formación. La elevada carga lectiva así como el exhaustivo seguimiento , mediante informes de las actividades realizadas por los profesores suponen una inversión de tiempo que impide el desarrollo de las labores de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

**Detallar la bibliografía que pueden ser útil para los argumentos y propósitos de la propuesta de trabajo, se recomienda revisar la literatura de artículos, estudios, libros específicos, a fin de extraer y recopilar información relevante.**

Carvalho, R., 1999. A Amazônia rumo ao 'ciclo da soja'. Amazônia Papers No. 2. São Paulo, Brazil: Programa Amazônia, Amigos da Terra: 8 pp. URL.

Davis, D.A., Arnold, C.R., 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture 185, 291– 298.

Eusebio, P., 1991. Effect of dehulling on the nutritive value of some leguminous seeds as protein sources for tiger prawn, *Penaeus monodon*, juveniles. Aquaculture 99, 297– 308.

Eusebio, P., Coloso, R.M., 1998. Evaluation of leguminous seed meals and leaf meals as plant protein sources in diets for juvenile *Penaeus indicus*. Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 50, 47–54.

FAO, 2012. Report of the sixth session of the Sub-Committee on Aquaculture, 26-30 March 2012. <http://www.fao.org/docrep/016/i2765t/i2765t.pdf> FAO, Cape Town, South Africa.

Garcia, M.A., Altieri, M.A., 2005. Bulletin of Science Technology Society August 25:335-353. Transgenic Crops: Implications for Biodiversity and Sustainable Agriculture. Bulletin of Science, Technology & Society 25, 335-353.

Lim, C., Dominy, W., 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture 87, 53– 64.

- Lim, C., 1996. Substitution of cottonseed meal for marine animal protein in diets for *Penaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 27, 402– 409.
- Manzano-Agugliaro, F., Sanchez-Muros, M.J., Barroso, F.G., Martínez-Sánchez, A., Rojo, S., Pérez-Bañón, C., 2012. Insects for biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 3744-3753
- Osava, M., 1999. ENVIRONMENT-BRAZIL: Soy Production Spreads, Threatens Amazon. <http://www.ipsnews.net/1999/09/environment-brazil-soyproduction-spreads-threatens-amazon/>, Inter Press Service
- Penaflores, V.D., 1995. Growth and survival of juvenile tiger shrimp fed diets where fish meal is partially with papaya (*Carica papaya* L.) or camote (*Ipomea batatas* Lam.) leaf meal. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 47, 25–33
- Piedad-Pascual, F., Cruz, E.M., Sumalangcay Jr., A., 1990. Supplemental feeding of *Penaeus monodon* juveniles with diets containing various levels of defatted soybean meal. *Aquaculture* 89, 183– 191
- Sudaryono, A., Tsvetnenko, E., Hutabarat, J., Supriharyono, A., 1999. Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals. *Aquaculture* 171, 121–133
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C.p.R.F., 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/>. FAO, Rome, Italy.
- Tan, B., Kangsen, M., Shixuan, Z., Qicun, Z., Lihe, L., Yu, Y., 2005. [Replacement of fish meal by meat and bone meal in practical diets for the white shrimp \*Litopenaeus vannamei\*](#). *Aquac. Res.* 36, 439–444.
- Tidwell, J.H., Webster, C.D., Yancey, D.H., D'Abramo, L.R., 1993. Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and distillers' by-products in diets for pond culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Aquaculture* 118, 119– 130.
- Refstie, S., Helland, S.J., Storebakken, T., 1997. Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 153, 263-272.
- Refstie, S., Storebakken, T., Roem, A.J., 1998. Feed consumption and conversion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with fish meal, extracted soybean meal or soybean meal with reduced content of oligosaccharides, trypsin inhibitors, lectins and soya antigens. *Aquaculture* 162, 301-312.
- Webster, C.D., Goodgame-Tiu, L.S., Tidwell, J.H., 1995. Total replacement of fish meal by soybean meal, with various percentages of supplemental Lmethionine, in diets for blue catfish, *Ictalurus furcatus* (Lesueur). *Aquaculture Research* 26, 299-306.
- Webster, C.D., Yancey, D.H., Tidwell, J.H., 1992. Effect of partially or totally replacing fish meal with soybean meal on growth of blue catfish (*Ictalurus furcatus*). *Aquaculture* 103, 141-152.

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| FIRMA DEL INVESTIGADOR /DOCENTE   |  |
| FIRMA CONTRAPARTE INSTITUCIONAL 1 |  |
| FIRMA CONTRAPARTE INSTITUCIONAL 2 |  |

## ANEXOS

Aquí se ubicarán secciones adicionales que han sido necesarios para el desarrollo del trabajo y que no se ha considerado otro lugar para ellos en el documento, el objetivo es presentar información adicional importante, ya sea para prolongar la explicación de los datos, como también para confirmarlos. Cabe indicar que un ANEXO NECESARIO es la “Carta Final de la Institución”, formato el cual se le envía adjunto, para que al final del periodo de vinculación sea redactado por la Institución de acogida.

Ejemplo de anexos: copias de documentos, mapas, planos, cuestionarios, guías de entrevista y observación, proyectos, cuadros, gráficos, diagramas, resultados de laboratorios, cronogramas, presentación de la exposición y los productos finales completos.