

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

NUEVAS REFERENCIAS SOBRE MATERIA PRIMA DE ORIGEN
VEGETAL APLICABLES EN ELABORACIÓN DE ALIMENTO
BALANCEADO

CUEVA DAVILA EDISON FRANCISCO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

NUEVAS REFERENCIAS SOBRE MATERIA PRIMA DE ORIGEN
VEGETAL APLICABLES EN ELABORACIÓN DE ALIMENTO
BALANCEADO

CUEVA DAVILA EDISON FRANCISCO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

NUEVAS REFERENCIAS SOBRE MATERIA PRIMA DE ORIGEN VEGETAL
APLICABLES EN ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO

CUEVA DAVILA EDISON FRANCISCO
INGENIERO ACUÍCULTOR

RENTERIA MINUCHE JORGE PATRICIO

MACHALA, 09 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
09 de diciembre de 2020

NUEVAS REFERENCIAS SOBRE MATERIA PRIMA VEGETAL APLICABLES EN ALIMENTO BALANCEADO.

por Edison Francisco Cueva Davila

Fecha de entrega: 24-nov-2020 08:09p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1456571974

Nombre del archivo: Reactivo_Parafrasis.docx (285.8K)

Total de palabras: 5384

Total de caracteres: 28776

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, CUEVA DAVILA EDISON FRANCISCO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Nuevas referencias sobre materia prima de origen vegetal aplicables en elaboración de alimento balanceado, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 09 de diciembre de 2020



CUEVA DAVILA EDISON FRANCISCO
0705637155

RESUMEN

El desarrollo de la industria acuícola está directamente asociado con el incremento de la producción de alimentos balanceados dirigidos a la alimentación de animales acuáticos, sin embargo, el costo del balanceado es encarecido debido a elevados niveles de inclusión de harina de pescado, una solución viable al respecto es la sustitución de ésta fuente proteica por harinas vegetales que permitan optimizar la nutrición de estos organismos, es así que, los alimentos balanceados se encuentran constituidos por una variedad de materias primas elegidas cuidadosamente de modo que permitan cubrir los requerimientos nutricionales de las especies, la elección de materias primas para la producción de piensos destinados a la alimentación animal se conoce como formulación de dietas, por su parte, en la industria acuícola la existencia de numerosos estudios nutricionales en los que se han propuesto una amplia diversidad de dietas dirigidas a un extenso número de especies ha dado lugar al análisis de múltiples tipos de insumos vegetales en donde se incluye una variedad de legumbres, cereales, oleaginosas, entre otros, éstas investigaciones han proporcionado resultados alentadores principalmente cuando se trata de inclusiones a base de soya, no obstante, la presencia de componentes antinutricionales en ingredientes vegetales responsables de disminuir el crecimiento de las especies cultivables ha conducido a una disminución en su uso, a pesar de estos inconvenientes, gracias a diversos métodos se ha logrado una reducción notable contribuyendo a una mejora en la calidad de estos recursos y como tal garantizando un uso favorable para la producción de alimentos funcionales.

Palabras clave: Harina, dietas, vegetales, producción, materias primas.

ABSTRACT

The development of the aquaculture industry is directly associated with the increase in the production of balanced feeds aimed at feeding aquatic animals, however, the cost of balancing is more expensive due to high levels of inclusion of fishmeal, a viable solution to regarding, it is the substitution of this protein source for vegetable flours that allow optimizing the nutrition of these organisms, thus, balanced foods are made up of a variety of raw materials carefully chosen so that they allow to cover the nutritional requirements of the species, the choice of raw materials for the production of feed intended for animal feeding is known as diet formulation, for its part, in the aquaculture industry the existence of numerous nutritional studies in which a wide variety of diets aimed at an extensive number of species has led to the analysis of multiple types of vegetable inputs which include a variety of legumes, cereals, oilseeds, among others, these investigations have provided encouraging results mainly when it comes to soy-based inclusions, however, the presence of antinutritional components in responsible plant ingredients decreasing the growth of cultivable species has led to a decrease in their use, despite these drawbacks, thanks to various methods, a notable reduction has been achieved, contributing to an improvement in the quality of these inputs and as such guaranteeing a favorable use for the production of functional foods.

Keywords: Flour, diets, vegetables, production, raw materials.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	7
2. DESARROLLO	9
2.1. Generalidades de insumos proteicos vegetales aplicados en acuicultura	9
2.2. Disponibilidad de las principales materias primas	9
2.3. Composición de la materia prima	10
2.4. Descripción de las materias primas	12
2.4.1. Familia Fabaceae (Leguminosas)	12
2.4.1.1. Harina de soya (<i>Glycine max</i>)	13
2.4.1.1.1. Disponibilidad de Soya	14
2.4.1.2. Harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	15
2.4.1.2.1. Disponibilidad de Garbanzo	15
2.4.2. Familia Gramineae	15
2.4.2.1. Harina de gluten de maíz (<i>Zea mays</i>)	16
2.4.2.1.1. Disponibilidad de Maíz Duro Seco	16
2.4.2.2. Almidón de sorgo (<i>Sorghum spp.</i>)	17
2.4.2.2.1. Disponibilidad de Sorgo	18
2.4.2.3. Harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	18
2.4.2.3.1. Disponibilidad de Trigo	19
2.4.2.4. Salvado de arroz (<i>Oryza sativa</i>)	20
2.4.2.4.1. Disponibilidad de Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	20
2.4.3. Algas	21
2.4.3.1. Harina de kelp (<i>Macrocystis pyrifera</i>)	22

2.4.4. Otras fuentes vegetales.....	22
2.4.4.1. Harina de canola (<i>Brassica sp.</i>).....	23
2.4.4.1.1. Disponibilidad de canola	23
2.4.4.2. Harina de Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	24
2.4.4.2.1. Disponibilidad de Quinoa.....	24
2.4.4.3. Harina de semilla de algodón (<i>Gossypium sp.</i>)	25
2.4.4.3.1. Disponibilidad de Algodón	26
2.4.4.4. Harina o expeller de girasol (<i>Helianthus annuus</i>).....	26
2.4.4.4.1. Disponibilidad de Girasol.....	27
2.4.4.5. Torta de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)	28
2.4.4.5.1. Disponibilidad de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>).....	28
2.5. Inconvenientes en la aplicabilidad de insumos vegetales para la formulación de dietas acuícolas.....	29
3. CONCLUSIONES	32
4. BIBLIOGRAFÍA	33

ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1: Composición proximal de las materias primas (los valores se expresan cómo % por peso del producto).	11
Tabla 2: Componentes antinutricionales presentes en fuentes vegetales.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Estructura de la composición de las materias primas.....	10
Figura 2: Producción de soya en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.....	14
Figura 3: Producción de maíz en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.	17
Figura 4: Producción de sorgo en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.	18
Figura 5: Producción de trigo en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.....	20
Figura 6: Producción de arroz en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.....	21
Figura 7: Producción de quinua en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.	25
Figura 8: Producción de algodón en el Ecuador durante el periodo 1990 al 2018.	26
Figura 9: Producción de girasol en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.	28

1. INTRODUCCIÓN

La materia prima de origen marino como la harina de pescado ha venido presentando una elevada demanda para la producción de piensos por lo que desde el 2015 la FAO estimó que alrededor del 33,1% de las poblaciones silvestres de peces comerciales no se han recuperado debido a que se ejerce sobre éstas una pesca insostenible siendo considerada como sobrepesca FAO (2018), es por esta causa como también porque ha venido presentado un elevado costo que Smith et al. (2000) reporta que desde hace algunos años ha aumentado la tendencia de ser reemplazado este tipo de materia prima por insumos vegetales que presenten buenas características nutricionales para la elaboración de balanceados en acuicultura, sin embargo Molina-Poveda (2015) señalan que aún continúa como un desafío el reemplazo tanto de la harina como del aceite de pescado por materias primas vegetales en organismos carnívoros, no obstante, para organismos omnívoros y herbívoros estos insumos pueden ser considerados como materias adecuadas para la formulación de dietas balanceadas.

Si tenemos en cuenta que los alimentos concentrados constituyen aproximadamente del 50 al 70% de los costos totales de producción, es de vital importancia que estos sean nutricionalmente eficientes y sean suministrados en forma adecuada a los organismos cultivados, es por esto que se ve la necesidad de reemplazar, ya sea total o parcialmente la harina de pescado por fuentes que presenten un menor costo como es el caso de los insumos vegetales y que a su vez cuenten con perfiles nutricionales adecuados (Bautista et al., 2017).

Por su parte las harinas provenientes de recursos vegetales son fuentes nutricionalmente importantes si tenemos en consideración la elección correcta de las materias primas que cuenten con perfiles nutricionales que permitan suplir los requerimientos de nutrientes de los organismos cultivables, de modo que se puedan producir alimentos que tengan un menor costo y que además

sean eficientes, por otra parte es importante que los procesos de fabricación de los alimentos se realicen de la mejor forma de manera que garanticen la calidad de estos (Bautista et al., 2017).

La existencia de diversas investigaciones en las que se han manifestado resultados alentadores acerca de la utilización de insumos vegetales para la formulación de dietas en acuicultura, han impulsado al desarrollo del presente estudio, mismo que tiene como finalidad exponer las diversas materias primas de origen vegetal que son útiles como insumos proteicos en la elaboración de dietas balanceadas para animales acuáticos.

2. DESARROLLO

2.1. Generalidades de insumos proteicos vegetales aplicados en acuicultura

En las formulaciones de dietas para la fabricación de balanceados, la elección correcta de las diferentes materias primas juegan un papel importante en cuanto a características nutricionales se refiere ya que el 70% de la calidad de un alimento balanceado va a depender de las propiedades nutritivas de estas, mientras que solo el 30% dependerá del proceso de elaboración; para garantizar la calidad del balanceado los fabricantes deberán en lo posible adquirir los ingredientes desde el productor y ser inspeccionados antes de su ingreso al proceso de fabricación, con el fin de adquirir un conocimiento previo acerca de todos los factores tanto positivos como negativos que se encuentren presentes en los insumos y que a su vez puedan influir en la calidad del pienso según lo señalado por Sapag & Sapag (2008), en su libro “Elaboración y valoración de proyectos”.

2.2. Disponibilidad de las principales materias primas

Previamente a la fabricación de las dietas se debe tener en cuenta la disponibilidad de las diversas materias primas en el mercado, así como también su stock disponible y su costo, pues la presencia y la variación en los precios de los ingredientes determinará finalmente el éxito en su elaboración y su costo de producción, por lo tanto, es muy importante contar con la cantidad necesaria y suficiente de estas materias primas en stock y saber su composición nutricional respectiva de modo que permita cubrir los requerimientos nutricionales de la especie objetivo indicó Chachapoya (2014), en su trabajo de tesis “Elaboración de dietas balanceadas en una fábrica localizada en el Cantón Cevallos”.

2.3. Composición de la materia prima

Las materias primas se encuentran constituidas por una estructura bioquímica formada por diversos componentes que se encuentran en diferentes proporciones y formas, estos elementos otorgan a los insumos la textura, estructura, color, sabor y su valor nutritivo; la composición global de una materia y la forma en que se encuentran organizados sus componentes le proveen las cualidades particulares que las diferencia a unas de otras reveló Araneda (2020), en su reseña “Estructura y cualidades de los alimentos”.

En la siguiente figura se expone los diferentes componentes nutricionales presentes en las materias primas.

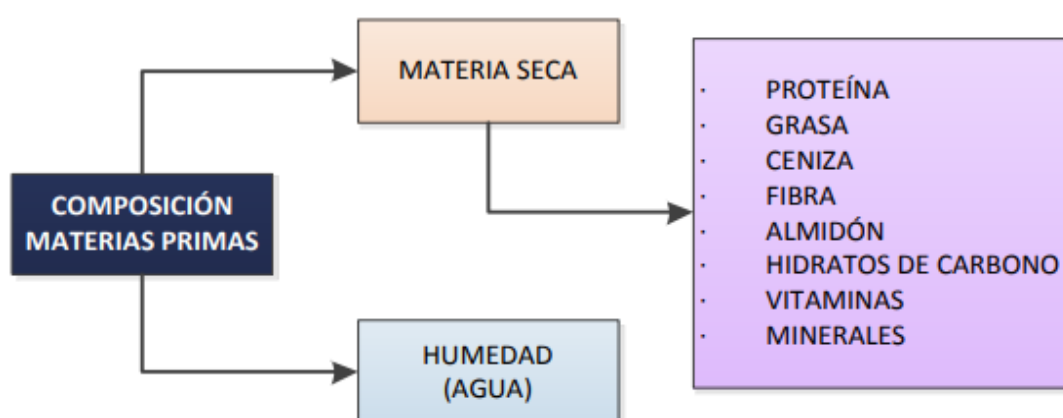


Figura 1: Estructura de la composición de las materias primas.

Fuente: Pérez & Sánchez (1991) citado en Chachapoya (2014).

En la siguiente tabla se expresa cuantitativamente los componentes nutricionales presentes en los distintos insumos vegetales usados en formulaciones de dietas.

Tabla 1: Composición proximal de las materias primas (los valores se expresan cómo % por peso del producto).

Materias primas	Humedad	Composición nutricional							Referencias
		Proteína cruda	Lípidos o Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Extractos Libres de Nitrógeno	Cenizas	Calcio	Fósforo	
Harina de soya (<i>Glycine max</i>)	11.18	48.76	1.22	7.77	23.3	7.24	0.26	0.61	Fenucci et al. (2007)
Harina de garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	8.62	22.62	7.81	3.39	54.42	3.14	0.17	0.29	Ponce-Fernández et al. (2019); FAO (1989)
Harina de gluten de maíz (<i>Zea mays</i>)	9.9	45.8	2.7	3.7	34.7	3.2	0.10	0.43	FAO (1989)
Almidón de sorgo (<i>Sorghum spp.</i>)	13.0	8.9	2.7	2.1	71.9	1.4	0.02	0.30	FEDNA (2016)
Harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	12.0	11.7	1.2	1.3	73.3	0.5	0.03	0.18	FAO (1989)
Salvado de arroz (<i>Oryza sativa</i>)	10.0	12.2	11.8	12.3	40.6	13.1	0.12	1.38	FAO (1989)
Harina de kelp (<i>Macrocystis pyrifera</i>)	5.46	5.13	0.52	4.45	53.41	31.03	1.24	0.25	Cruz et al. (2000)
Harina de canola (<i>Brassica sp.</i>)	10.0	35.0	3.5	12.0	33.4	6.1	0.62	1.07	Fenucci et al. (2007)
Harina de Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	11.20	13.50	6.30	9.50	58.3	1.20	0.086	0.022	Ogungbenle (2009)
Harina de algodón (<i>Gossypium sp.</i>)	11.06	50.67	0.73	13.67	17.01	6.86	0.24	1.08	Ma et al. (2019)
Harina o expeller de girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	11.53	29.48	14.63	3.20	35.51	5.65	0.72	0.22	Hossain et al. (2018)
Torta de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)	7.15	51.23	4.84	4.79	26.5	5.19	0.08	0.53	Hurtado (2013)

Datos obtenidos de diversas fuentes, incluyendo: FAO (1989); Fenucci et al. (2007); Ponce-Fernández et al. (2019); FEDNA (2016); Cruz et al. (2000); Ogungbenle (2009); Ma et al. (2019); Hossain et al. (2018); Hurtado (2013).

Elaboración: Autor

2.4. Descripción de las materias primas

Lavayen (2015), en su trabajo de tesis “Diseño de un oportuno procedimiento de supervisión de costos para la producción de camarón en la Granja ARCARIS S.A. localizado en la Isla Puná perteneciente al cantón de Guayaquil, que permita contribuir al mejoramiento de los bienes humanos y recursos materiales” mencionó que las fuentes vegetales empleadas en la formulación de los alimentos balanceados se encuentran compuestas por una diversidad de insumos como, maíz, trigo, soya, y una variedad de subproductos, entre los que se encuentran, la torta de soya, torta de algodón, gluten de maíz, sorgo, salvado de trigo y salvado de arroz según lo citado por Trinidad (2020) en su estudio “Alimentos empleados en Acuicultura”, no obstante, a pesar de ser estas las más investigadas por su aporte nutricional en piensos existen otras que también presentan estudios en avances nutricionales acuícolas con resultados alentadores pudiendo mencionar la harina de garbanzo, harina o expeller de girasol, harina de canola, harina de quinua, harina de kelp, torta de sachá inchi, etc.

A continuación, se muestra los tipos de insumos vegetales más usados para la elaboración de balanceados acuícolas.

- Insumos procedentes de la familia Fabaceae “leguminosas”
- Insumos provenientes de la familia Gramineae “cereales”
- Insumos derivados de algas
- Insumos de otras fuentes vegetales

2.4.1. Familia Fabaceae (Leguminosas)

Olvera & Olivera (2000), en su investigación “Capacidad de la utilización de las leguminosas como suministro proteico en dietas para peces” estipularon que las leguminosas se han considerado como la principal fuente de proteínas vegetales debido a su alto contenido, a más de incluir vitaminas y minerales como hierro y fósforo, no obstante, su aplicabilidad se ve afectada por los componentes antinutricionales que estas presentan destacándose los inhibidores de proteasas. Fraile et al. (2007), en su publicación “Alimenticias y agradables: aprenda sobre leguminosas usadas en la alimentación parte I. Vainas, semillas y hojas” exponen que las leguminosas contienen entre dos y tres veces más proteínas que los cereales lo que puede variar entre el 10 al 30% e incluso más dependiendo de la especie, además de contener aproximadamente el 60% en carbohidratos encontrándose el almidón principalmente, en la mayor parte de las especies el contenido de fibra varía entre el 1 y el 3%.

2.4.1.1. Harina de soya (*Glycine max*)

Bautista et al. (2017), en su artículo “Valoración de una dieta formulada para camarón (*L. vannamei*) con incorporación de harina de soja” manifestaron que es posible la sustitución de un 85% de harina de pescado por harina de soja misma que provee requerimientos de nutrientes similares garantizando un óptimo desarrollo de los organismos, sin embargo, debido a la presencia de componentes antinutricionales en ésta última se debe añadir complementos lo cual resulta en un costo del alimento casi similar al costo de las dietas elaboradas a base de harina de pescado; por otro lado, Tesser et al. (2019), en su estudio “Sustitución de aceite y harina de pescado por aceite y harina (concentrado proteico) de soja en las formulaciones de alimentos utilizados en el periodo de engorda del camarón *Litopenaeus vannamei* producido con tecnología biofloc” sugieren que tanto la harina como el aceite de pescado pueden ser sustituidos hasta un 75% por concentrado proteico y aceite de soja respectivamente puesto que no encontraron

diferencias significativas en los crecimientos y engorde de los organismos a los que se alimentaron.

Novriadi (2017), en su reseña “Una perspectiva de metaanálisis para la sustitución de harina de pescado con harina de soya fermentada: impactos sobre crecimiento de los peces y la tasa de conversión alimenticia” analizó 14 estudios en donde llegó a la conclusión de que una inclusión de este producto por arriba del 40% de sustitución de harina de pescado podría conducir a una disminución en el peso del pescado por lo que recomienda no incluir más allá de este valor en las dietas, además concluye que la harina de soya fermentada podría convertirse en un extraordinario candidato para la formulación de alimentos debido a su elevado contenido de proteínas.

2.4.1.1.1. Disponibilidad de Soya

En el siguiente gráfico se da a conocer la producción de soya en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2014 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste lapso de tiempo es de 33.535 TM.

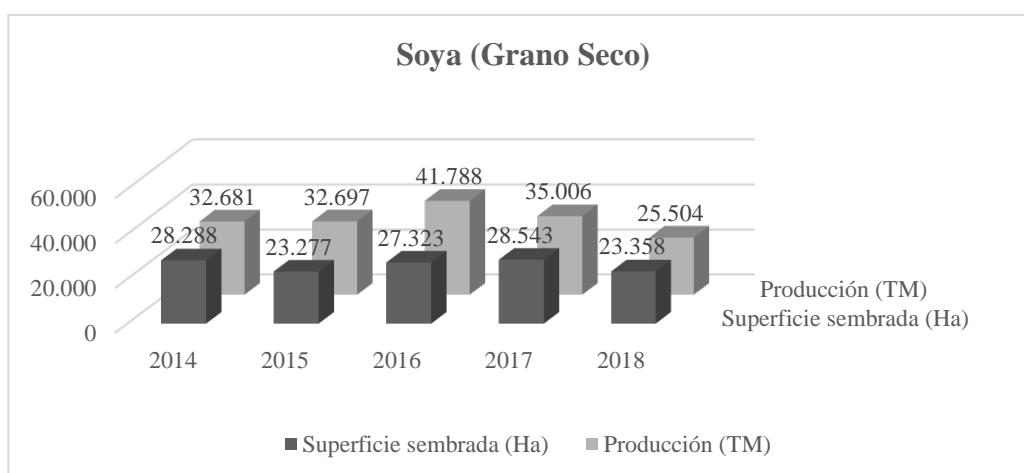


Figura 2: Producción de soya en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: ESPAC (2014); ESPAC (2015); ESPAC (2016); ESPAC (2017) & ESPAC (2018).

Elaboración: Autor

2.4.1.2. Harina de garbanzo (*Cicer arietinum*)

Tejeda (2016), en su trabajo de tesis “Efecto de la harina de garbanzo extruído y harina de lombriz *Eisenia foetida* en la actividad enzimática del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*” afirmó que el garbanzo al ser un alimento con un elevado nivel de proteínas e hidratos de carbono se considera como una materia prima óptima para la elaboración de balanceados acuícolas, además informó que este insumo tiene componentes antinutricionales por lo que para ser usado deberá pasar por un proceso de extrusión mejorando de este modo sus características nutricionales, la sustitución del 60% de la harina de pescado por harina de garbanzo luego de un proceso de extrusión de éste no logró afectar la supervivencia y el crecimiento del camarón, asimismo concluyó que este vegetal presenta un potencial en el aprovechamiento para formular y desarrollar alimentos.

2.4.1.2.1. Disponibilidad de Garbanzo

Gutiérrez (2014), en su trabajo de tesis “Programa de comercio para la exportación de aperitivos de garbanzo hacia El Salvador” señala que en nuestro país se ha reportado una superficie de producción total de 14,62 Ha en los últimos 10 años, además manifestó que de una superficie sembrada de 24,90 Ha se obtuvo un total de 4,12 TM de producción.

2.4.2. Familia Gramineae

Allance (2018), en su publicación “Procesos tecnológicos de peletización y extrusión en acuicultura” sustentó que las principales materias primas de esta familia empleadas para la producción de piensos en acuicultura son los cereales como el maíz, trigo, arroz, entre otros y sus subproductos, mismos que son empleados junto a otros insumos para su procesamiento bien sea por tecnologías de peletizado o de extrusión, el autor en mención concluyó que a pesar de que el proceso tecnológico de peletización es ampliamente usado el de extrusión se usa en mayor medida debido a las ventajas que posee sobre el primero encontrándose entre estas una digestibilidad más alta ya que mejora las características nutricionales de los insumos vegetales sustancialmente, y recomienda que debe tenerse en consideración que las dietas acuícolas no deberán contener elevados niveles de hidratos de carbono y fibras de fuentes vegetales debido a una limitada asimilación y aprovechamiento principalmente por los peces.

2.4.2.1. Harina de gluten de maíz (*Zea mays*)

De acuerdo a Molina-Poveda et al. (2014), en su investigación “Uso de harina de gluten de maíz como suministro de proteínas en la alimentación del camarón *Litopenaeus vannamei*”, recomiendan que estos organismos requieren un nivel de harina de gluten de maíz inferior al 11% tanto en sistemas de cría en estanques como en laboratorio ya que el uso de cifras mayores conducen a la obtención de crecimientos reducidos debido a un bajo nivel en la palatabilidad del pienso así como una baja digestibilidad de las proteínas y un contenido de lisina y metionina deficiente, no obstante, estos autores reportan que el reemplazo parcial o completo de la harina de pescado por harina de gluten de maíz no afectó la supervivencia.

2.4.2.1.1. Disponibilidad de Maíz Duro Seco

En el siguiente gráfico se muestra la producción de maíz duro seco en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2014 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste tiempo es de 1.451.621 TM.

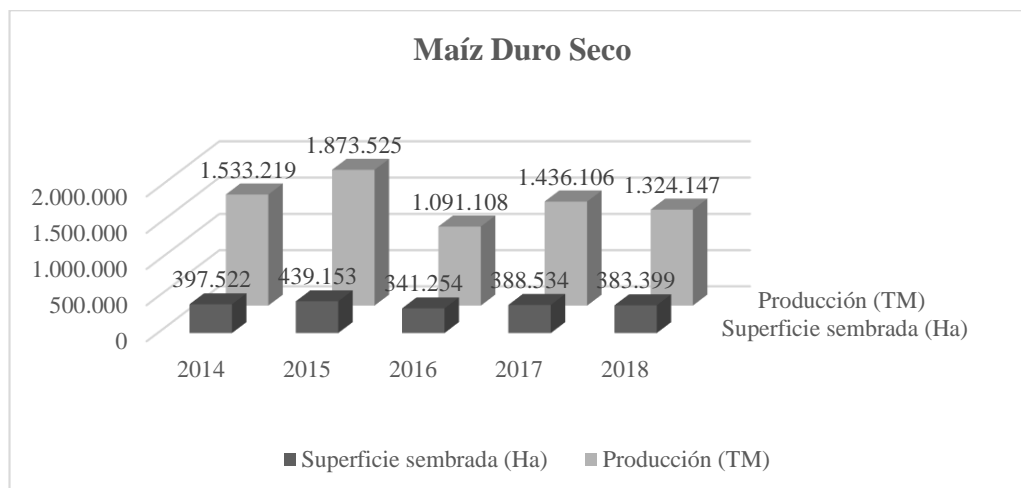


Figura 3: Producción de maíz en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: ESPAC (2014); ESPAC (2015); ESPAC (2016); ESPAC (2017) & ESPAC (2018).

Elaboración: Autor

2.4.2.2. Almidón de sorgo (*Sorghum spp.*)

El sorgo, se encuentra en el quinto lugar en cuanto a los cereales más importantes a nivel mundial luego del arroz, trigo, maíz y cebada, Yones & Metwalli (2016), en su artículo “El almidón de sorgo empleado en las dietas interviene en el crecimiento, el coeficiente de digestibilidad aparente y varias actividades de la enzimas hepáticas del metabolismo de los hidratos de carbono en alevines de tilapia roja híbrida (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*)” revelaron que este puede ser incorporado hasta el 30% de la dieta sin presentar efectos adversos sobre el rendimiento del crecimiento, utilización de nutrientes, coeficientes de digestibilidad, composición corporal y actividades de la enzimas hepáticas del metabolismo de los hidratos de carbono, además señalan que el coeficiente de digestibilidad aparente del almidón

disminuye significativamente al aumentar el nivel de almidón de sorgo por encima del 30%, concluyendo que inclusiones por encima del valor mencionado podrían conducir a una reducción en el crecimiento de los organismos lo que puede deberse a un descenso del coeficiente de digestibilidad de los nutrientes.

2.4.2.2.1. Disponibilidad de Sorgo

En el siguiente gráfico se enseña la producción de sorgo en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2014 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste lapso de tiempo es de 11.600 TM.

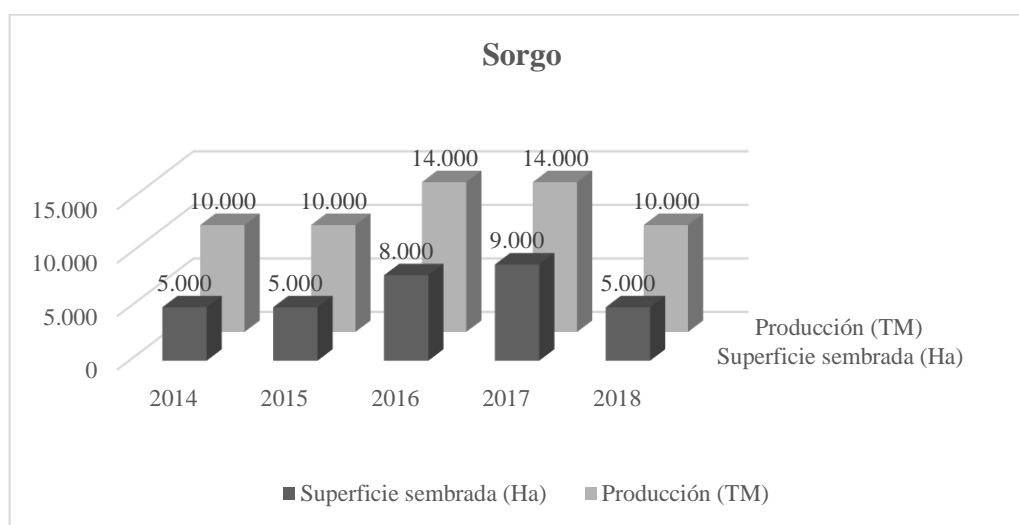


Figura 4: Producción de sorgo en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: IndexMundi (2020)

Elaboración: Autor

2.4.2.3. Harina de trigo (*Triticum aestivum*)

FEDNA (2016), en su revisión “Trigo suave de la patria 12,9% PB” señaló que el trigo es uno de los cereales más utilizados para la elaboración de piensos principalmente por sus propiedades aglutinantes (contenido de gluten), está compuesto por 2-3% de germen, entre 13-17% de salvado y alrededor de un 80-85% de endospermo, este vegetal presenta un alto nivel de palatabilidad en todas las especies, así como también provee una mejor consistencia en comparación con el maíz en las mezclas dietéticas y de tener una más fácil degradación proteica que éste último, según lo indicado por la FAO (1989) en su manual titulado “Suministro de alimentos para la nutrición de camarones y peces cultivables. Formas de manutención”, los niveles de inclusión de esta materia prima en las dietas tanto para peces como para crustáceos se encuentran entre el 4% como nivel mínimo y 35% como nivel máximo encontrándose como niveles óptimos entre estas dos cifras valores que oscilan entre el 10% hasta el 20% lo que va a depender de las especies, es decir, si éstas son carnívoras, omnívoras o herbívoras.

2.4.2.3.1. Disponibilidad de Trigo

En el siguiente gráfico se expone la producción de trigo en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2014 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste lapso de tiempo es de 5.363 TM.

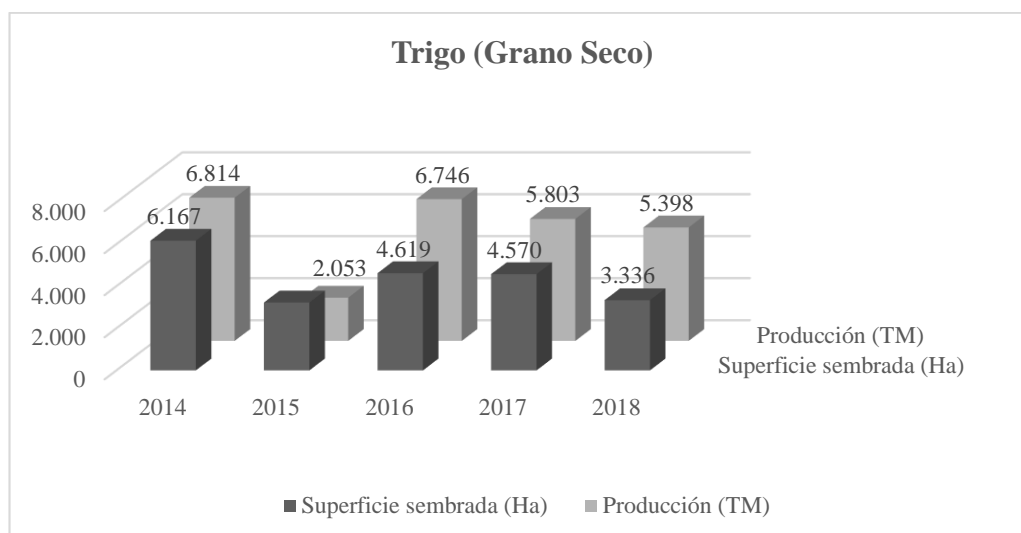


Figura 5: Producción de trigo en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: ESPAC (2014); ESPAC (2015); ESPAC (2016); ESPAC (2017) & ESPAC (2018).

Elaboración: Autor

2.4.2.4. Salvado de arroz (*Oryza sativa*)

Trinidad (2020), en su estudio “Alimentación usada en Acuicultura” mencionó que el salvado de arroz es una materia prima usada en la elaboración de piensos acuícolas, su contenido proteínico fluctúa alrededor del 11 al 14% siendo pobre en aminoácidos esenciales como fenilalanina, treonina, metionina, histidina y lisina, además, debido a la presencia de un elevado contenido de grasas insaturadas que pueden oscilar entre el 12 al 18% se facilita su enranciamiento; de acuerdo a lo citado por la FAO (1989) en su manual titulado “Suministro de alimentos para la nutrición de camarones y peces cultivables. Formas de manutención” mostró que los niveles de incorporación de este insumo en las dietas para peces y crustáceos se encuentran entre el 3% como nivel mínimo y 35% como nivel máximo oscilando los niveles óptimos entre el 10 y el 26% dependiendo de los hábitos alimenticios de las especies.

2.4.2.4.1. Disponibilidad de Arroz (*Oryza sativa*)

En el siguiente gráfico se exhibe la producción de arroz en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2014 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste lapso de tiempo es de 1.396.798 TM.

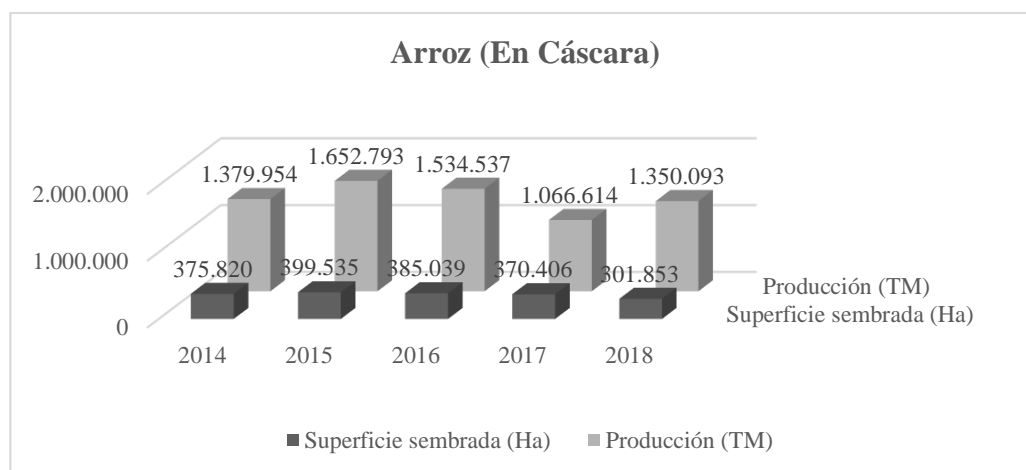


Figura 6: Producción de arroz en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: ESPAC (2014); ESPAC (2015); ESPAC (2016); ESPAC (2017) & ESPAC (2018).

Elaboración: Autor

2.4.3. Algas

Las algas al igual que las materias primas terrestres son consideradas como alternativas sostenibles prometedoras a los alimentos convencionales para animales, entre sus principales ventajas se encuentran una elevada tasa de crecimiento, cultivo potencial en agua salada y no necesitan de tierra para ser cultivadas, por otro lado, su contenido nutricional es muy variable y depende de diversos factores, por su parte el kelp presenta un elevado contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos, aminoácidos así como también de ácidos grasos a más de incluir una baja concentración de componentes antinutricionales.

2.4.3.1. Harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*)

Cruz et al. (2000), en su publicación “Utilización de harina de *Macrocystis pyrifera* (kelp) en formulaciones de dietas para camarón” estipularon que el Kelp es el término que se utiliza para nombrar a las algas cafés o feofitas pertenecientes a los órdenes Fucales y Laminariales encontrándose la especie *Macrocystis pyrifera* en estas últimas, estas algas se localizan por lo general en zonas rocosas a las que se adhieren encontrándose próximas a las costas a profundidades inferiores a 40 metros, es debido a las características nutricionales que ésta macroalga presenta que la harina puede ser empleada en la elaboración de piensos comerciales para camarón *Litopenaeus vannamei* ya que los resultados presentados muestran un incremento en el consumo del alimento lo que conduce a mejorar la tasa de crecimiento resultando en una mejora en la producción de la biomasa del camarón de hasta 100%, cuando se empleó inclusiones entre el 2 al 4%, a más de funcionar este ingrediente como un excelente aditivo asegurando una mayor ingesta y mayor resistencia a la lixiviación por su atractabilidad y poder aglutinante lo que permite un eficiente aprovechamiento de los nutrientes del pellet; Gutiérrez-Leyva (2006), en su trabajo de tesis “Utilización de harinas de *Sargassum spp.* y *Macrocystis pyrifera* en dietas formuladas para *Litopenaeus vannamei*: Impactos en el crecimiento y digestibilidad” determinó que es factible la utilización de harina de kelp en la formulación de dietas para camarón en inclusiones del 10% ya que el crecimiento no se vio afectado negativamente, sino que, por el contrario, se obtuvo un mayor rendimiento del crecimiento que la dieta control a este nivel de inclusión.

2.4.4. Otras fuentes vegetales

En este apartado se exponen insumos que comprenden buenas características nutricionales por lo que presentan una amplia investigación en las formulaciones de dietas para organismos

acuáticos, entre estos recursos alimentarios podemos encontrar la canola, la quinua, el algodón, el girasol y el sachu inchi.

2.4.4.1. Harina de canola (*Brassica sp.*)

Buchanan et al. (1997), en su artículo “Efectos de la inclusión de enzimas a la pasta de canola para la formulación de dietas dirigidas a langostinos” exponen que la semilla de canola contiene elevados niveles proteicos de muy buena calidad y la composición de los aminoácidos es comparable con la presentada en la soya por lo que puede ser usada en la formulación de dietas, en éste análisis realizado sobre *P. monodon* reportaron que un nivel de inclusión del 20% de esta harina se puede aumentar hasta un 64% siempre que se adicione una mezcla enzimática mejorando así el factor de conversión alimenticia de manera significativa, por otro lado Zhou & Yue (2010) en su investigación “Efectos del reemplazo de la harina de soya por harina de canola sobre el desarrollo, uso del alimento y los índices hematológicos de la tilapia híbrida juvenil, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*” concluyeron que esta harina puede sustituir hasta el 19% del 30% de harina de soya sin verse comprometido el crecimiento, el factor de conversión alimenticia y la utilización de proteínas a diferencia que se utilizase mayores niveles de inclusión ya que en este caso se ve afectado de manera progresiva el crecimiento y la eficiencia alimenticia.

2.4.4.1.1. Disponibilidad de canola

Bermeo (2016), en su trabajo de tesis “Estudio de viabilidad de la introducción de canola *Brassica Napus* como recurso agrícola en la comunidad Sube y Baja perteneciente al cantón Santa Elena ubicado en la provincia del mismo nombre” sustentó que éste recurso tiene una amplia producción en Chimborazo Ecuador, así como también es cultivada en la provincia de

Imbabura, por otro lado, mencionó que los rendimientos obtenidos son de 3 toneladas métricas de semilla por hectárea de cultivo.

2.4.4.2. Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Solís (2018), en su trabajo de tesis “Elaboración de una dieta balanceada con inclusión de tres niveles de proteínas vegetales aplicada a tilapia roja (*Oreochromis sp.*) para la evaluación del desarrollo” manifestó que la quinoa al presentar un elevado valor nutricional en donde incluye 20 aminoácidos abarcando los 10 esenciales puede competir inclusive con la proteína de origen animal, es por este motivo que ha sido utilizada en la alimentación animal, además de poseer un bajo nivel de grasa y no contener colesterol la convierte en una materia prima potencial para la producción cárnica, Molina-Poveda et al. (2015), en su estudio “Valoración de proteínas de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) empleadas en la elaboración de dietas que suplen parcialmente la harina de pescado para evaluar el desarrollo de *Litopenaeus vannamei*” sugieren que los niveles de inclusión de harina de quinoa en las dietas para camarón son de hasta un 45% de reemplazo de la harina de pescado sin causar efectos adversos tanto en el crecimiento como en la supervivencia debido a que la palatabilidad del alimento, la ingesta y digestibilidad no tuvieron impactos negativos.

2.4.4.2.1. Disponibilidad de Quinoa

En el siguiente gráfico se puede evidenciar la producción de quinoa en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2015 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste lapso de tiempo es de 5.011 TM.

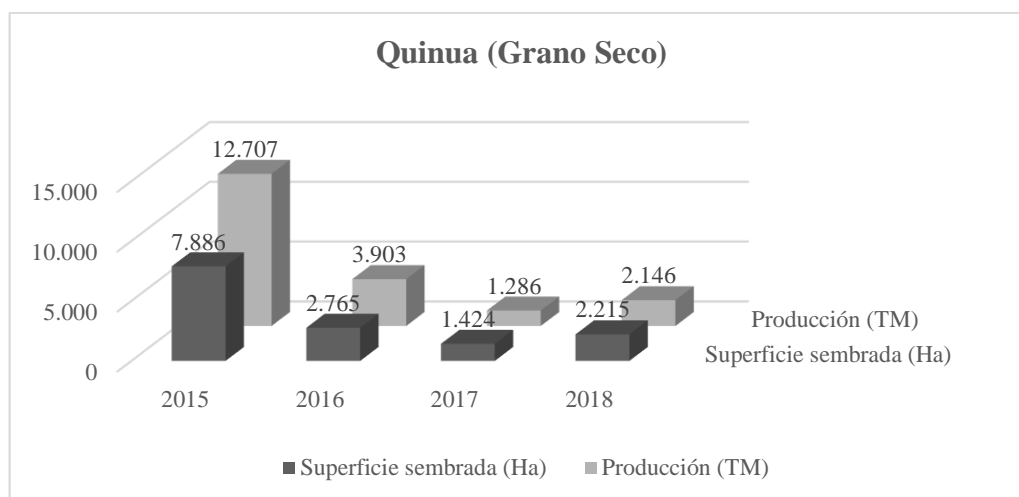


Figura 7: Producción de quinua en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: ESPAC (2015); ESPAC (2016); ESPAC (2017) & ESPAC (2018).

Elaboración: Autor

2.4.4.3. Harina de semilla de algodón (*Gossypium sp.*)

Dadgar et al. (2015), en su publicación “Análisis comparativo de harina de soya y harina de semilla de algodón de la variedad Pak sobre el desarrollo y la utilización del alimento en trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*” afirmaron que la harina de semilla de algodón al presentar un menor costo que la harina de soya se puede considerar como un posible sustituto de ésta, por su parte, la sustitución total de harina de soya por harina de algodón no produce impactos negativos en la producción de trucha arcoíris debido a que se obtuvo un porcentaje de supervivencia superior al 99% a más de presentar el mayor aumento de peso cuando se sustituyó el 100% de la harina de soya por harina de algodón, a pesar de la presencia de un componente antinutricional en éste último insumo el gossipol no se observó efectos adversos en el crecimiento, lo que conduce a formulaciones de dietas alimenticias más económicas; sin embargo Li & Robinson (2006), en su revisión “Utilización de harina de semilla de algodón en formulaciones dietéticas para organismos acuáticos” sustentaron que aunque algunas especies acuáticas pueden tolerar niveles elevados de harina de semilla de algodón, existe la probabilidad de que su

utilización para otras especies continúe siendo limitada entre el 10 al 15% de sus dietas por dos motivos, el primero porque la harina de soya presenta un mayor valor nutricional y el segundo por los efectos tóxicos del gossipol en algunos organismos acuáticos.

2.4.4.3.1. Disponibilidad de Algodón

Espinoza & Suárez (2019), en su artículo “El área algodonera en el Ecuador: retos y oportunidades presentes en la cadena de valor” mencionaron que a inicios de los años 90 la producción de algodón llegó a alcanzar una superficie de 35 mil hectáreas, luego del 2010 la producción se ha mantenido por debajo de 5 mil llegando a registrar en el 2018 una cosecha de solamente 213 Ha, este ritmo se ha reflejado claramente en una reducción de la producción misma que ha pasado de un promedio de 16 mil TM durante la década de los años 90 a un promedio de casi 3 mil TM en los 15 últimos años llegando a un valor inferior de 500 TM en el año 2018.

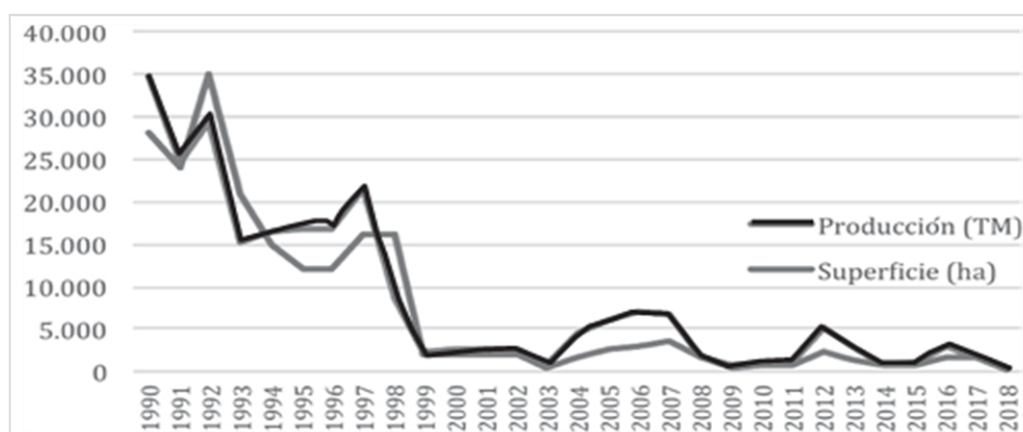


Figura 8: Producción de algodón en el Ecuador durante el periodo 1990 al 2018.

Fuente: Espinoza & Suárez (2019)

2.4.4.4. Harina o expeller de girasol (*Helianthus annuus*)

Dayal et al. (2011), en su artículo “Uso de expeller de girasol como sustituto parcial de la harina de pescado para la formulación de dietas destinadas a camarón tigre, *Penaeus Monodon* cultivados en tanques y jaulas de red” informaron que el girasol es una semilla ampliamente cultivada y su torta o harina es el remanente de las semillas luego de haber extraído el aceite, debido a su contenido nutricional ha sido motivo de estudio en diversas investigaciones para la formulación de alimentos acuícolas, es así que los autores de este estudio recomiendan que éste insumo puede ser incorporado hasta un 2,5% de las dietas ya que valores superiores causan reducciones en el crecimiento y en la eficiencia de la utilización de la proteína, no obstante, puede ser incorporado como máximo hasta un 5% con un 20% de harina de pescado siempre que exista productividad natural; por otro lado, en peces se ha demostrado que la harina de girasol puede ser utilizada en mayores proporciones, tal es el caso de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en la que se han reportado niveles de inclusión de hasta un 11% sin presentar efectos adversos en el crecimiento.

2.4.4.4.1. Disponibilidad de Girasol

En el siguiente gráfico se puede apreciar la producción de girasol en toneladas métricas (TM) y el área o superficie de terreno sembrada en hectáreas (Ha) durante el periodo 2014 al 2018, el promedio de producción obtenido en el transcurso de éste lapso de tiempo es de 117.239.469 tallos cortados.

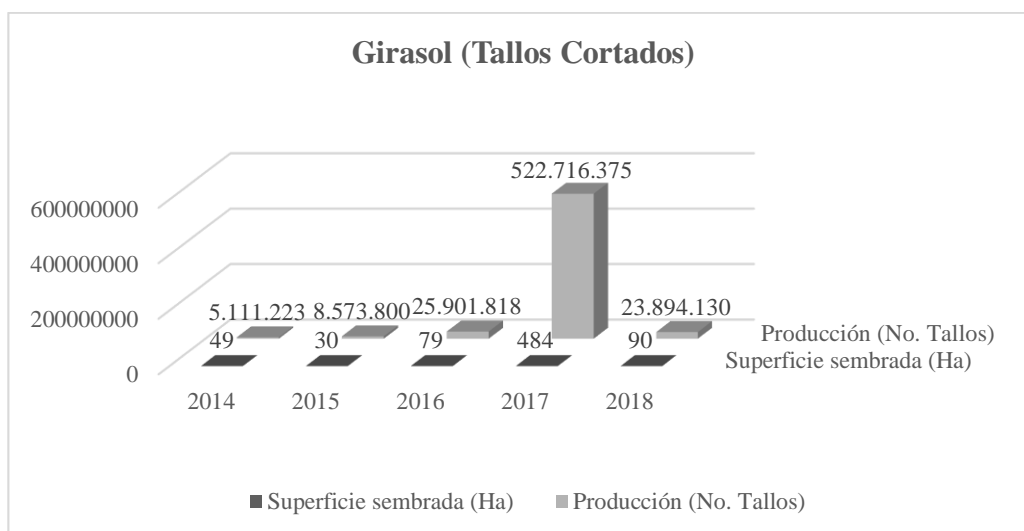


Figura 9: Producción de girasol en el Ecuador durante el periodo 2014 al 2018.

Fuente: ESPAC (2014); ESPAC (2015); ESPAC (2016); ESPAC (2017) & ESPAC (2018).

Elaboración: Autor

2.4.4.5. Torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

Miranda & Guerrero (2015), en su investigación “Impactos de la utilización del expeller de Sacha Inchi *Plukenetia volubilis* en el desarrollo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) juvenil” revelaron que éste recurso se considera como un subproducto de uso potencial en la alimentación de diversos peces entre los que se incluye la tilapia debido al elevado nivel proteico y un perfil de aminoácidos idóneo comparado con el de la soya, sin embargo, a pesar del nivel de nutrientes presentado y debido a una baja ingestión atribuida a una posible palatabilidad reducida de las dietas en sustituciones elevadas de harina de pescado estos autores concluyeron que se puede reemplazar hasta un 10% por éste ingrediente sin afectar el desempeño productivo de la tilapia, y qué, niveles de inclusión del 20% pueden afectar de manera negativa la ganancia de peso sin verse afectada la conversión alimenticia ni la tasa de supervivencia.

2.4.4.5.1. Disponibilidad de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

Rodas & Sánchez (2013), en su trabajo de tesis “El cultivo de Sacha Inchi en el Instituto Técnico Agrario Pueblo Viejo ubicado en Los Ríos, Ecuador para exportación” mencionaron que en ese año existían 450 Ha en cultivo a nivel nacional, además señalan que durante el primer año de cultivo se obtienen rendimientos de entre 0,7 hasta 2,0 TM/Ha, asimismo la (ESPAC, 2019) en su manual titulado “Compendio de encuestadores, inspectores, digitadores” reporta rendimientos de 1.5 a 3 TM/Ha.

2.5. Inconvenientes en la aplicabilidad de insumos vegetales para la formulación de dietas acuícolas

Ghosh & Ray (2017), en su estudio “Formulación de dietas acuícolas usando alimentos vegetales: administración previsiva de microorganismos del intestino de pescado y biotecnología microbiana” señalaron que la sustitución de insumos vegetales en niveles elevados o el reemplazo total de las materias primas de origen animal por materias vegetales ha dado como respuesta un escaso crecimiento y eficiencia alimentaria que se atribuye principalmente a la presencia de componentes antinutricionales como también a un desequilibrio de aminoácidos, afectando el rendimiento animal debido a una obstrucción en la biodisponibilidad y digestibilidad normal de los nutrientes, teoría que también fue afirmada por Olvera & Olivera (2000); Bautista et al. (2017); Tejeda (2016); Dadgar et al. (2015).

En la siguiente tabla se exponen los componentes antinutricionales presentes en algunos insumos vegetales.

Tabla 2: Componentes antinutricionales presentes en fuentes vegetales.

Alimentos		Componentes antinutricionales presentes	Alimentos		Componentes antinutricionales presentes
Cereales	Arroz (<i>Oryza satyrum</i>)	PI, L, P, AV	Semillas Oleaginosas	Colza (<i>Brassica campestris napus</i>)	PI, P, TA, NSP
	Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	PI, L, P, TA		Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	PI, P, TA, AV, NSP
	Trigo (<i>Triticum vulgare</i>)	PI, L, P, NSP		Semilla de algodón (<i>Gossypium spp.</i>)	P, S, TA, G, NSP
	Maíz (<i>Zea mays</i>)	PI, L, NSP		Soja (<i>Glycine max</i>)	PI, L, P, TA, G, AV
Legumbres	Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	PI, P, C	Otros	Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)	S, TA

AV, antivitaminico; C, cianogenos; G, gossipol; L, lectina; NSP, polisacáridos sin almidón; P, ácido fítico/fitato; PI, inhibidor de proteasa; S, saponinas; TA, ácido tánico/tanino

Fuentes: Ghosh & Ray (2017); Henao & Barreto (2015).

Elaboración: Autor

Ghosh & Ray (2017), indicaron que para eliminar o reducir los componentes antinutricionales contenidos en los vegetales existen métodos convencionales y métodos basados en biotecnología microbiana, los primeros se basan, en una inactivación por calor (tostado, cocción, esterilización en autoclave), remojo en agua, descascarado de semillas, extrusión y procesamiento térmico por extrusión y micronización “calor infrarrojo” mientras que los segundos se basan en la utilización de microorganismos productores de enzimas exógenas inhibidoras de componentes antinutricionales tales como levaduras y bacterias encontrándose principalmente entre estas últimas aquellas pertenecientes al género *Bacillus spp.*, todos los métodos antes descritos contribuyen a mejorar la calidad de los insumos vegetales aumentando su biodisponibilidad y

digestibilidad de modo que gracias a estos se puede hacer un mejor uso de los recursos vegetales en la producción de piensos acuícolas.

3. CONCLUSIONES

La inclusión de insumos vegetales en las formulaciones de dietas para la producción de piensos dirigidos a organismos acuáticos conduce a mejorar la rentabilidad de los cultivos debido a una reducción en los costos de producción ya que el empleo de éste tipo de ingredientes al ser materias menos costosas que las de origen animal como la harina y aceite de pescado permiten una disminución notable en los gastos generados durante el proceso de fabricación de balanceados.

La investigación y suministro de fuentes vegetales para la formulación de dietas en acuicultura contribuyen a reducir el deterioro del ecosistema marino.

Dentro de la problemática de estas se encuentra la existencia de ciertos componentes antinutricionales que conducen a una disminución de la digestibilidad de los nutrientes y como tal una reducción en el crecimiento de los organismos.

Según este análisis en el Ecuador la materia prima que más se ha producido entre los años 2014-2018 es el maíz *Zea mays* alcanzando un volumen promedio de 1 258 105 TM, su inclusión en dietas ha proporcionado resultados muy alentadores tanto en crecimiento como en engorde de camarón *Litopenaeus vannamei*, aún cuando se han utilizado niveles de sustitución relativamente bajos.

Se necesita difundir más información relacionada con insumos vegetales aplicados en acuicultura.

4. BIBLIOGRAFÍA

Aguinaga, G. (2019). Inclusión parcial de harina a base de semilla y pulpa de guaba (*Inga spp.*) en la alimentación de tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de engorde en el sector Santa Cecilia, parroquia Lita. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9430>

Allance, K. (2018). Peletizado y extrusado en la tecnología acuícola. Tecnosa nuevas tecnologías, s.a. Disponible en: <https://tecnosa.es/peletizado-y-extrusado-en-la-tecnologia-acuicola/>

Araneda, M. (2020). Los alimentos. Composición y propiedades. Disponible en: <https://www.edualimentaria.com/los-alimentos>

Bautista, J. F.F., Vergara, R., & Suarez, A. (2017). Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. Revista AquaTIC, (No 44), pp. 12–29. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/271>

Bermeo, K. G. (2016). Análisis de factibilidad de la inserción de colza *Brassica Napus* como producto agrícola en la comuna Sube y Baja, cantón Santa Elena, provincia Santa Elena. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/1875>

Buchanan, J., Sarac, H.Z., Poppi, D., & Cowan, R.T. (1997). Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. Elsevier, Vol. 151(No. 1-4), pp. 29–35. Disponible en: [https://sci-hub.se/10.1016/S0044-8486\(96\)01478-0](https://sci-hub.se/10.1016/S0044-8486(96)01478-0)

- Chachapoya, L. (2014). Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el Cantón Cevallos. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>
- Cruz, L. E., Ricque, D., Tapia, M., & Guajardo, C. (2000). Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. En Avances en Nutrición Acuícola V. "Memorias del Quinto Simposium Internacional de Nutrición Acuícola". Disponible en: https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/V/
- Dadgar, S., Bin Saad, C. R., Alimon, A. R., Kamarudin, M. S., & Bahabadi, M. N. (2015). Comparison of Soybean meal and Cottonseed meal variety Pak (CSMP) on growth and feed using in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Fisheries Sciences, Vol. 9(No. 1), pp. 49–60. Disponible en: <http://jifro.ir/article-1-22-en.html&sw=Comparison+of+Soybean+Meal+and+C>
- Dayal, J. S., Rajaram, V., Kondusamy, A., & Ali Ali, S. A. (2011). Sunflower oil cake as a replacement for fish meal in feeds of Tiger Shrimp, *Penaeus monodon* reared in tanks and in net cages. Indian Journal of Geo-Marine Sciences (IJMS), Vol. 40(No. 3), pp. 460–470. Disponible en: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/12440>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. (2014). Superficie, producción y ventas, según cultivos transitorios y por condición del cultivo, según especies de flores. Índice de publicacion ESPAC-2014.xlsx. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2014/Indice%20de%20publicacion%20ESPAC-2014.xlsx

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. (2015). Superficie, producción y ventas, según cultivos transitorios y por condición del cultivo, según especies de flores. Índice de publicación ESPAC 2015.xlsx. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/Indice%20de%20publicacion%20ESPAC%202015.xlsx

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. (2016). Superficie, producción y ventas, según cultivos transitorios y por condición del cultivo, según especies de flores. Índice de publicación ESPAC 2016.xlsx. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Indice%20de%20publicacion%20ESPAC%202016.xlsx

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. (2017). Superficie, producción y ventas, según cultivos transitorios y por condición del cultivo, según especies de flores. ÍNDICE A B C D 1 2 3 ÍNDICE 4 5 TABULADOS 6 7 T 1 TABLA ... Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Indice_de%20publicacion_ESPAC_2017.xlsx

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. (2018). SUPERFICIE, SEGÚN PRODUCCIÓN Y VENTAS POR CULTIVOS TRANSITORIOS (Hectáreas, Toneladas Métricas) Y SEGÚN CONDICIÓN DEL CULTIVO POR ESPECIE DE FLORES (Hectáreas, Número, Unidades). espac 2018. Disponible en:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Tabulados%20ESPAC%202018.xlsx

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. (2019). Manual del Encuestador, Supervisor, Digitador. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/MANUAL%20ESPAC%202019.pdf

Espinosa, M. G., & Suárez, D. (2020). El sector algodonero en Ecuador: desafíos y oportunidades de la cadena de valor. ANALES de la Universidad Central del Ecuador, Vol. 1(No. 377), pp. 91-101. Disponible en: <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/2548>

Fenucci, J. L., Villarreal-Colmenares, H., & García, T. (2007). Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos. Disponible en: https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/MANUAL_INGREDIENTES_PROTEICOS.pdf

Fraile, M. E., García-Suárez, M. D., Martínez-Bernal, A., & Slomianski, R. (2007). Nutritivas y apetecibles: conozca de leguminosas comestibles. Parte I. Hojas, vainas y semillas. ContactoS. Vol. 66, pp. 27–35. Disponible en: <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n66ne/leguminosas.pdf>

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal FEDNA. (2016). Sorgo blanco procesado por calor. Disponible en: <http://www.fundacionfedna.org/node/382>

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal FEDNA. (2016). Trigo blando nacional 12,9%PB. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/trigo-blando-nacional-129pb-rev-nov-2016

Ghosh, K., & Ray, A. K. (2017). Aquafeed Formulation Using Plant Feedstuffs: Prospective Application of Fish-Gut Microorganisms and Microbial Biotechnology. In Soft Chemistry and Food Fermentation (1ra ed., Vol. 3, pp.109–144). A. Grumezescu, A. M. Holban. (Eds.). Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Siumara_Alcantara2/publication/319453179_Optimized_Polygalacturonase_Production_in_Reactor_Tray_Type_Study_of_Enzymatic_Extraction_and_Extract_Application/links/59b43a4aaca2728472d8b065/Optimized-Polygala

Gutiérrez, B. A. (2014). Plan de negociación para la exportación de snacks de garbanzo al mercado salvadoreño. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/8454>

Gutiérrez-Leyva, R. (2006). Uso de harinas de *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum spp.* en alimentos balanceados para el camarón *Litopenaeus vannamei*: efectos sobre el crecimiento y la digestibilidad in vivo. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14214>

Henao, J. C., & Barreto, O. T. (2016). Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). Revista de Investigación Agraria y Ambiental,

Vol. 7(No. 1), pp. 83–92. Disponible en:
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1544>

Hossain, M., Chakraborty, S., & Brown, C. (2018). Evaluation of diets with sunflower cake as a replacement for fish meal in feeds for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) production. Australian Journal of Science and Technology, Vol. 2(No. 2), pp. 90–98. Disponible en:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-of-diets-with-sunflower-cake-as-a-for-in-Hossain-Chakraborty/9be6378991b097a7d0b070cdac73af6f97b1bdfc?p2df>

Hurtado, Z. A. (2013). Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia. Disponible en:
<http://bdigital.unal.edu.co/12689/>

Indicadores Mundiales IndexMundi. (2020). Producción de Sorgo de Ecuador. Disponible en:
<https://www.indexmundi.com/agriculture/?pais=ec&producto=sorgo&variable=produccion&l=es>

Lavayen, D. S. (2015). Diseño de un adecuado sistema de control de costos para la producción en la Camaronera ARCARIS S.A. ubicado en la Isla Puná cantón de Guayaquil, que ayude a la optimización de los recursos humanos y materiales. pp. 89. Disponible en:
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9930>

Li, M. H., & Robinson, E. H. (2006). Use of Cottonseed Meal in Aquatic Animal Diets: A Review. North American Journal of Aquaculture, Vol. 68(No. 1), pp. 14–22. Disponible en:
<https://sci-hub.se/https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1577/A05-028.1#reference>

Ma, X., Hu, J., Shang, Q., Liu, H., & Piao, X. (2019). Chemical composition, energy content and amino acid digestibility in cottonseed meals fed to growing pigs. *Journal of Applied Animal Research*, Vol. 47(No. 1), pp. 280–288. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/action/doSearch?AllField=Chemical+composition%2C+energy+content+and+amino+acid+digestibility+in+cottonseed+meals+fed+to+growing+pigs&SeriesKey=taar20>

Miranda, R. A., & Guerrero, C. E. (2015). Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Respuestas*, Vol. 20(No. 2), pp. 82–92. Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/355>

Molina-Poveda, C. (2015). Evaluación de varias fuentes de proteína vegetal en dietas para el camarón *Litopenaeus vannamei*. *Semantic Scholar*. pp. 49. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-de-varias-fuentes-de-prote%C3%ADna-vegetal-en-Poveda/ec27228dae920e752a7af369c04fba42ca2a223f>

Molina-Poveda, C., Cárdenas, R., & Jover, M. (2015). Evaluation of amaranth (*Amaranthus caudatus L.*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) protein sources as partial substitutes for fish meal in *Litopenaeus vannamei* grow-out diets. *Aquaculture Research*, Vol. 48(No. 3), pp. 822–835. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1111/ARE.12926>

Molina-Poveda, C., Lucas, M., & Jover, M. (2014). Utilization of corn gluten meal as a protein source in the diet of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, Vol. 21(No. 6), pp. 824–834. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1111/anu.12209>

- Novriadi, R. (2017). A Meta-Analysis Approach toward Fish Meal Replacement with Fermented Soybean Meal: Effects on Fish Growth Performance and Feed Conversion Ratio. *Asian Fisheries Science*, Vol. 30(No. 4), pp. 227–244. Disponible en: <https://www.asianfisheriessociety.org/publication/abstract.php?id=1150>
- Ogunbenle, H. N. (2009). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Vol. 54(No. 2), pp. 53–58. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0963748031000084106?journalCode=ijf20>
- Olvera, M. A., & Olivera, L. (2000). Potencialidad del uso de las leguminosas como fuente proteica en alimentos para peces. pp. 327–348. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Noviembre 15–18, 1998. La Paz, B.C.S., México. Disponible en: https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible (pág. 42). Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (1989). *Nutricion y alimentacion de peces y camarones cultivados manual de capacitacion*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AB492S/AB492S00.htm#TOC>

- Ponce-Fernández, N. E., Pollorena-López, G., Rosas-Domínguez, C., López-Peñuelas, V. M., & Osuna-Izaguirre, S. C. (2019). Composición química, características funcionales y capacidad antioxidante de formulaciones de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) Blanco sinaloa 92. *Agrociencia*, Vol. 53(No. 1), pp. 35-44. Disponible en: <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1749>
- Rodas, M. D., & Sánchez, A. F. (2013). La producción para la exportación de sachá inchi en el colegio técnico Agropecuario Pueblo Viejo en la Provincia de Los Ríos año 2013. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12348>
- Sapag, N., & Sapag, R. (2008). Preparación y evaluación de proyectos (5a ed.). México D.F.: McGraw Hill. pp. 32–35, 38. Disponible en: <https://untdfproyectos.files.wordpress.com/2018/04/sapag-2008-preparacion-y-evaluacion-de-proyectos.pdf>
- Smith, D.M., Allan, G.L., Williams, K.C., & Barlow, C.G. (2000). Fishmeal replacement research for shrimp feed in Australia. In: Cruz - Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R.,(Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Symposium Internacional de Nutrición*. Disponible en: https://www.uanl.mx/utillerias/nutricion_acuicola/V/
- Solís, R. J. (2018). Desarrollo de un balanceado no tradicional con tres niveles de proteína vegetal para el crecimiento de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*). pp. 33. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10266>

- Tejeda, J. (2016). Efecto de la harina de garbanzo extruído y harina de lombriz *Eisenia foetida* en la actividad enzimática del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Disponible en: <http://www.cienciasinaloa.ipn.mx/jspui/handle/123456789/107>
- Tesser, M., Cardozo, A., Camaño, H., & Wasielesky, W. (2019). Substituição da farinha e do óleo de peixe por farinha e óleo de origem vegetal em rações used na fase de engorda do camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei*, em sistemas de bioflocos. Scielo, Vol. 71(No. 2), pp. 703–710. Disponible en: <https://search.scielo.org/?lang=en&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&q=Replacement+of+fishmeal+and+fish+oil+with+vegetable+meal+and+oil+in+feedstuffs+used+in+the+growing+phase+of+the+Pacific+white+shrimp+Litopenaeus>
- Trinidad, U. (2020). Alimentos para Acuicultura. Agrotendencia. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/alimentos-para-acuicultura/>
- Yones, A. M., & Metwalli, A. A. (2016). Dietary sorghum starch influences growth performance, apparent digestibility coefficient and some hepatic enzyme activities of carbohydrate metabolism in hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*) fingerlings. International Journal of Fisheries and Aquaculture Research, Vol.7(No.1), pp.1–8. Disponible en: <https://www.longdom.org/abstract/influence-of-dietary-sorghum-starch-on-growth-performance-digestibility-coefficient-and-some-hepatic-enzyme-activities-i-43478.html>
- Zhou, Q., & Yue, Y. (2010). Effect of replacing soybean meal with canola meal on growth, feed utilization and haematological indices of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis*

niloticus×*Oreochromis aureus*. Aquaculture Research, Vol. 41(No. 7), pp. 982–990.

Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1111/j.1365-2109.2009.02381.x>