



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA.**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico de carácter complejo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**TEMA**

“Azolla Anabaena como suplemento alternativo para alimentar tilapias (*Oreochromis niloticus*) y abaratar costos de producción”.

**AUTORA**

Reyes Palma Heidi Nicolasa

**TUTOR**

Dr. Sánchez Palomino Jorge, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2021

## Resumen

Se realizó una investigación bibliográfica con el objetivo de conocer nuevas alternativas de alimentos para la producción de tilapias.

Debido a que en la acuicultura el aumento de los precios de los alimentos, alteración en el suministro y escasez de los mismos, constituyen nuevos riesgos que pueden poner en peligro el funcionamiento de este sector, me pareció muy acertado realizar una investigación para encontrar nuevas alternativas de alimentación para las tilapias siempre que estas contengan beneficios y nutrientes.

Favorablemente existen productos locales reconocidos como alimentos no convencionales tal es el caso de las plantas acuáticas (**Azolla Anabaena**), las cuales no son de uso regular en la nutrición animal, pero bien utilizados pueden llegar a ser un elemento significativo en los sistemas sustentables de producción, sobre todo porque tiene un bajo costo económico, asimismo no podemos que algunos de ellos al acumularse en sitios asentados pueden convertirse en elementos contaminantes del ambiente.

**Palabras claves:** Azolla Anabaena, alternativas, nutrientes, helecho de agua, tilapias, biomasa.

## Summary

A bibliography research was carried out with the objective of knowing new food alternatives for the production of tilapia.

Given that in aquaculture the increase in food prices, alteration in the supply and scarcity of the same, constitute new risks that can endanger the functioning of this sector, it seemed very appropriate to carry out an investigation to find new alternatives feeding for tilapias as long as they contain benefits and nutrients.

Greatly, there are local products recognized as unconventional foods, such is the case of aquatic plants (Azolla Anabaena), which are not regularly used in animal nutrition, but well used can become a significant element in sustainable production systems. Especially because it has a low economic cost, likewise we cannot that some of them accumulate in settled places; they can become polluting elements of the environment.

**Keywords:** Azolla Anabaena, alternatives, nutrients, water fern, tilapia, biomass.

## Índice de contenido

Resumen	ii
Summary	iii
Capítulo 1	1
Introducción	1
Marco metodológico	2
1.1 Definición del tema	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Específicos	3
1.5 Fundamentación teórica	4
1.5.1. Origen de la tilapia	4
1.5.2. Cultivo de las tilapias descripción y taxonomía de las tilapias	4
1.5.3. Reproducción	5
1.5.4. La Azolla Anabaena y sus características.	6
1.5.5. Producción y rendimiento de la Azolla Anabaena.	7
1.5.6. Composición química	8
1.5.7. Alternativas de usos recomendados.	9
1.6 Hipótesis	9
1.7 Metodología de la investigación	10
CAPITULO II	11
Resultados de la investigación	11
2.1 Desarrollo del caso	11
2.2 Situaciones detectadas (hallazgos)	12
2.3 Soluciones planteadas	13
2.4 Conclusiones	13
2.5 Recomendaciones	13 - 14
Bibliografía	15
Anexos	16 - 17

## Capítulo I

### Introducción

En nuestro país la acuicultura se ha incrementado, sobre todo en cuanto a la producción y criadero de tilapias (*Oreochromis niloticus*). En los últimos años los pequeños acuicultores también se han dedicado a este tipo de producción, pero lamentablemente las ganancias que se obtienen no son muy rentables y en muchas ocasiones solo llegan a recuperar el capital invertido, esto es debido a que el costo de alimentación como balanceados que son los que contienen altos porcentajes de nutrientes necesarios para obtener una buena calidad tienen un precio muy elevado.

Debido a esta problemática se me hizo importante investigar y dar a conocer nuevas alternativas alimenticias para que los pequeños acuicultores puedan continuar con su producción. Y una de las alternativas muy interesantes es el uso de la **Azolla Anabaena** que se caracteriza por tener una alta producción en biomasa, posibilitando su uso en dietas para peces sobre todo tilapias, ya que aporta un alto contenido de proteína y el nivel adecuado de fibra bruta, y lo mejor de todo es que es de fácil reproducción.

## **Marco metodológico**

### **1.1 Definición del tema**

La presente investigación bibliográfica trata sobre, utilizar **Azolla Anabaena** como suplemento alternativo para alimentar tilapias (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) y de esta manera abaratar los costos de producción.

### **1.2 Planteamiento del problema.**

Actualmente la población ecuatoriana presenta una problemática que es la de producir alimentos saludables de origen animal, esto ha generado que se desarrolle producción de varias especies, entre ellas la más habitual es la crianza de tilapia, la misma que ha ayudado en cierta forma a satisfacer las necesidades alimenticias del ser humano, asimismo necesitan obtener ganancias económicas.

Un obstáculo que se presenta en esta producción es lo económico, debido a que uno de los insumos alimenticios para las tilapias más utilizados es el balanceado, harina de pescado, y en los pequeños mercados de las zonas rurales no se los encuentra o a la vez representan grandes costos.

### **1.3 Justificación**

La producción de tilapias en nuestro país se ha incrementado en los últimos años, pero los alimentos más utilizados en esta producción tienen altos costos económicos y, en ciertos lugares no son fáciles de adquirir. Por este motivo los pequeños acuicultores no han logrado obtener buenos resultados económicamente.

Encontrando esta dificultad se ha realizado esta investigación bibliográfica para que nos permita encontrar suplementos alimenticios alternativos de calidad y con bajos costos de producción.

Existe excelente información de investigaciones que han sido realizadas, donde han usado la *Azolla Anabaena* como suplemento alimenticio para tilapias y se ha obtenido

resultados eficientes, ya que este helecho acuático brinda excelentes nutrientes para los peces, es de muy fácil reproducción y sobre todo muy económica.

#### **1.4 Objetivos:**

##### **1.4.1 Objetivo General**

- Realizar una investigación bibliográfica que nos permita conocer los beneficios de la Azolla Anabaena para ser utilizada como suplemento alimenticio en la producción de tilapia.

##### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar el efecto alimenticio que tiene el uso de la Azolla Anabaena en la producción de tilapia.
- Facilitar a los acuicultores el conocimiento del proceso de producción de la Azolla Anabaena.
- Investigar las formas en que podemos aplicar la Azolla Anabaena como alimento.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Origen de la tilapia**

(Jácome et al. 2019: 543-550) La tilapia es un pez dulceacuícola originario del África que posee muchas características que la convierten en un excelente pez para acuicultura, pero también es considerada como una de las especies exóticas invasoras más peligrosas del mundo debido a su adaptabilidad y potencial reproductivo. En este ensayo se analiza el dilema entre las bondades de estos peces como alternativa para contribuir con la seguridad agroalimentaria y la amenaza que representa para la biodiversidad acuática de Ecuador. La ausencia de información oficial hace necesario investigar el efecto de las invasiones por tilapia en los ríos, lagunas y esteros colonizados por esta especie. El nivel de acción para prevenir, erradicar o controlar la tilapia en Ecuador ha sido muy limitado y por lo tanto se impone la necesidad de establecer estrategias para evitar su propagación hacia áreas aún no invadidas.

Aunque el gobierno de Ecuador posee regulaciones que restringen la introducción de especies exóticas, la realidad es que, en el caso de la tilapia, lejos de establecer controles adecuados, el cultivo de estos peces es impulsado sin mayores objeciones. Se discute la posibilidad de adoptar estrategias de control biológico para erradicar y/o mitigar las consecuencias de la invasión por tilapias en el país y la necesidad de fomentar campañas educativas para crear un nuevo comportamiento ambiental, conciencia y responsabilidad en la sociedad.

### **1.5.2. Cultivo de las tilapias descripción y taxonomía de las tilapias**

El cultivo moderno de las tilapias comenzó después de la Segunda Guerra Mundial, en diferentes partes de África. Los primeros intentos por lograr su cultivo fueron en países tropicales y los trabajos fueron organizados y dirigidos por los colonos europeos.

El verdadero éxito del cultivo de las tilapias ha sido durante los últimos 10 años con el desarrollo de estrategias de manejo intensivo y comercial. Existen varias empresas en Centro América que suplen filetes frescos o congelados a los mercados en Norte América y en otros lugares. Para su cultivo comercial exitoso los peces son sembrados a elevadas densidades, se emplean grandes cantidades de alimentos concentrados especializados para lograr su engorde rápido, eficientemente y se usa la creación artificial y el recambio continuo del agua.

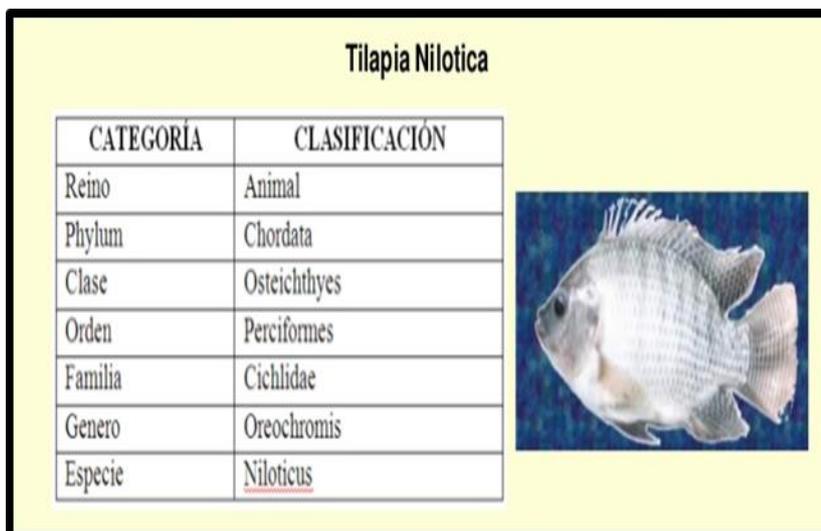


Figura 1. Taxonomía de la tilapia

Fuente: <https://es.slideshare.net/pipe69/generalidades-y-razas-de-peces>

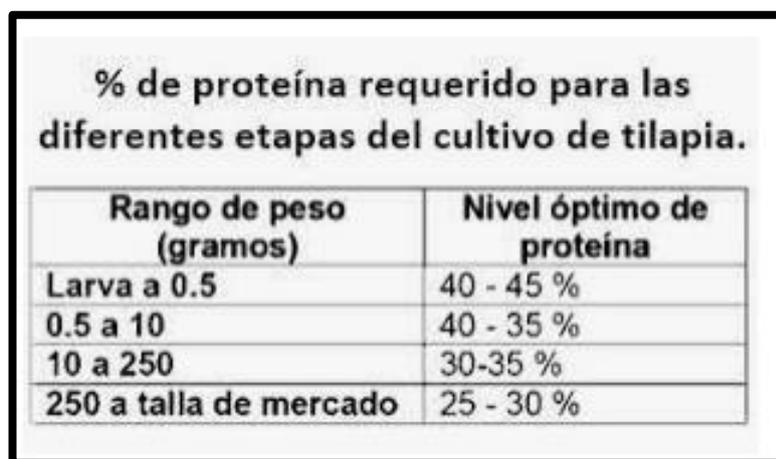


Figura 2. Taxonomía de la tilapia

Fuente: Piscicultura global.com

### 1.5.3. Reproducción

(FAO - *Oreochromis niloticus* s. f.) Las tilapias presentan un cortejo interesante. El macho sexualmente maduro excava un nido en el fondo del estanque removiendo partículas con su boca. En este momento el macho tiene una coloración especial. El macho busca una hembra y empiezan a dar pasos por el nido. Eventualmente la hembra comienza a poner huevos en el nido al pasar por ello. Para la tilapia del Nilo, la postura de huevos ocurre unas horas después del mediodía típicamente.

#### 1.5.4. La Azolla Anabaena y sus características.

La Azolla es una planta acuática de la división Pteridophyta, familia Salviniaceae. Esta división o gran grupo de plantas comprende entre ellas a los helechos. Estos tienen una característica particular de que en la historia de la evolución vegetal aparecieron en una etapa relativamente temprana (aparición en el Devónico, apogeo en el Mesozoico). Por esta razón los helechos no presentan ni flor ni semilla, sino que su forma de reproducción es a través de esporas; para el caso de la especie *Azolla filiculoides* (nativa de toda Latinoamérica) tiene también la capacidad de reproducirse a través de la división de sus tallos secundarios más desarrollados.

##### Descripción de la *Azolla* sp.

##### *Taxonomía*

- **Reino** Plantae
- **División** Pteridophyta
- **Clase** Pteridopsida
- **Orden** Salviniiales
- **Familia** Azollaceae / Salviniaceae
- **Género** Azolla

Huayamave y Layana, (2018)



Figura 3. Taxonomía de la azolla.

Fuente: <https://www.google.com/search?q=azolla+anabaena&safe>

(Martín Paggi 2017) La Azolla a través de la historia desarrolla una asociación simbiótica con un alga verde azulada (cianobacteria diazótrofa) llamada *Anabaena Azollae*, que tiene la característica de fijar nitrógeno de la atmósfera, hasta alcanzar un alto contenido de nitrógeno. Además esta simbiosis hereditaria implica que la *Anabaena Azollae* se encuentre presente dentro de cada planta de Azolla. Por lo tanto, el helecho acuático *Azolla filiculoides* presenta la posibilidad de ser aprovechado como abono orgánico, alimento para animales e incluso para humanos, dado su alto contenido de proteínas.

### 1.5.5. Producción y rendimiento de la Azolla Anabaena.

(Méndez Martínez s. f.: 32-40) Las plantas acuáticas, muchas veces consideradas como verdaderos estorbos en los ríos y lagunas por su rápida propagación en los países tropicales, son cosechadas por su alta producción de biomasa.

También este helecho de agua presenta una alta capacidad de acumulación de nutrientes, teniendo un rendimiento en (mg/m<sup>2</sup>/día) de nitrógeno de 155–250 y de fósforo de 60–75.

Este helecho, se multiplica generalmente de forma vegetativa y puede duplicar su biomasa en cuatro días, sin embargo, también existe conocimiento sobre el proceso de esporulación de esta planta, estas en el cursar de los años han mostrado un nivel de producción superior a los demás organismos acuáticos.

Una hectárea de Azolla es capaz de producir de 1– 2t de forraje fresco por días, equivalente a 10–30 kg de proteína/ día. Se señala que en un mes 1ha de Azolla produce de 6– 8t de MS con 540 – 720 kg de proteína cruda y alrededor de 100 – 1564 kg de N: ha /año.

Para la producción del helecho y lenteja de agua se necesita de un pequeño canal, estrecho, con dimensiones de 2 a 4 metros de aproximadamente 30 a 40 cm de profundidad.

Es importante que alrededor del talud se siembren plantas que realicen la función de cortina rompe vientos debido a que el viento es un factor negativo para la producción de estas macrófitas provocando su amontonamiento en la orilla y por consiguiente gran parte de la biomasa mueren por falta de nutrientes.



Figura 4. Cultivo de azolla anabaena en piscina hecha en casa

### 1.5.6. Composición química

La composición de Azolla en condiciones medias de crecimiento de Índice (% MS) es de Materia seca 6.5%, Nitrógeno 4.5, Proteína Bruta 33%, Fibra 9.2%, Fósforo 0.49%. Este helecho acuático es bien aceptada por muchas especies de peces herbívoros. En algunos ensayos se han mostrado que la tilapia nilotica puede consumir 50 – 80% de su peso en Azolla por día con un porcentaje de digestión cercano al 60%, cuando se cultiva para peces se deben proveer algunos espacios abiertos en la capa que forma la Azolla para que los peces puedan alcanzar la superficie del agua sin ser impedidos por el helecho.

**(M El-Sayed 2018)** Con su conocimiento acumulado revela que las tilapias requieren alrededor del 40 por ciento de proteína durante sus primeras etapas larvales, lo cual se reduce un 25-32 por ciento durante los períodos de pre-crecimiento y crecimiento

Asegura que el aporte de proteína con la ración: Eficaz, cuando la mayor parte se aprovecha para constitución de “proteína corporal” (Guerrero Muñoz 2014)

- Producir “aumentos de peso en el organismo”
- Debe ser mínima la proporción utilizada para obtención de “energía”
- Proteína en exceso: una parte se gasta como energía
- Poca proteína: menor crecimiento

(adrianadasilvablog 2017) En el caso del uso de los balanceados indica que el agua puede ser contaminada por el alimento que no es consumido, incrementado el costo del engorde de sus peces. Cuando el alimento proporcionado no es consumido por los peces, éste se acumula y luego se descompone, agotando el oxígeno disuelto en el estanque. Si la concentración de oxígeno disuelto en el agua se ve reducida drásticamente los peces pueden morir. Este tipo de problema no tendríamos con la

Azolla Anabaena por su palatabilidad y atrayente para los peces especialmente la tilapia.

#### **1.5.7. Alternativas de usos recomendados.**

La primera alternativa es suministrarla directamente sin ningún tratamiento previo, la segunda es secarla mediante la exposición directa de la planta a la radiación solar y la tercera alternativa es procesarla con ingredientes de bajo costo, los cuales pueden ser afrechillo de arroz y machica.

(adrianadasilvablog 2017) Utilice menos alimento complementario (dieta balanceada comercial) si hay alimentos naturales en abundancia, lo recomienda

#### **1.6. Hipótesis**

**H<sub>0</sub>** = No brinda los nutrientes necesarios la Azolla Anabaena para ser utilizada como suplemento alimenticio en la producción de tilapias.

**H<sub>a</sub>** = Si brinda los nutrientes necesarios la Azolla Anabaena para ser utilizada como suplemento alimenticio en la producción de tilapias.

## **1.7. Metodología de la Investigación**

La metodología que se utilizara en la elaboración de esta investigación es por el método inductivo deductivo, documental bibliográfico, analizando artículos científicos, revistas y libros publicados en web o presencial. Teniendo en cuenta que esta técnica nos permitirá recolectar información apropiada sobre el uso de Azolla Anabaena como suplemento alternativo para alimentar tilapias (*Oreochromis niloticus*) y abaratar costos de producción.

## Capítulo II

### Resultados de la investigación

#### 2.1. Desarrollo del caso

El propósito de este documento fue recolectar información bibliográfica que nos permita encontrar nuevas alternativas alimenticias para la producción de tilapia que sean de fácil reproducción y bajos costos hablando económicamente, y una de ellas y siendo la más accesible fue la Azolla Anabaena un helecho acuático que brinda los nutrientes necesarios para la alimentación y crianza de las tilapias.

(Méndez Martínez s. f.) Y nos indica que la búsqueda de alimento alternativo para la producción en el campo agropecuario enfatizando como renglón principal la utilización de recursos naturales disponibles constituye un aspecto importante; uno de los mayores desafíos ha sido el de encontrar fuentes de proteínas de fácil adquisición.

Cabe recalcar que realizar esta investigación ha sido muy beneficiosa sobre todo para los pequeños acuicultores, debido a que la Azolla Anabaena es una planta acuática de fácil reproducción y se encuentra en lagunas, pozas, y se puede cultivar en cualquier estanque, o pequeñas piscinas estas cumplen con los parámetros necesarios para las dietas de las tilapias, ya que poseen proteínas, fibra bruta, ceniza esencial para estas especies.

## 2.2 Situaciones detectadas (hallazgos)

(Portela 2017) El problema asociado a *Azolla* es que cubre completamente las masas de agua donde se introduce, llegando a formar un tapiz flotante. Esto es **desastroso para el medio**, ya que evita el paso de luz a la columna de agua, lo cual altera la composición del fitoplancton (algas microscópicas que realizan la fotosíntesis, y que por lo tanto requieren luz) y consecuentemente toda la estructura ecológica de ríos y lagos.

Así como la *Azolla* es beneficiosa, es importante también saber manejar y controlar su reproducción, debido a que si la dejamos crecer en exceso más que un beneficio puede causar ciertos perjuicios sobre todo si en lugar donde esta plantada existe otra especie animal o vegetativa, asimismo la abundancia de reproducción puede causar su propia degeneración.



Figura 5. *Azolla* crece cubriendo por completo las masas de agua, impidiendo el paso de luz.

Fuente: <https://cienciaybiologia.com/wp-content/uploads/2017/06/azolla-tapizando-balsa-600x450.jpg>

### **2.3. Soluciones planteadas.**

Ha sido muy significativo haber realizado esta investigación, pues hemos encontrado una solución alternativa para poder alimentar tilapias a bajos costos. Al utilizar la Azolla Anabaena como suplemento alternativo estamos aprovechando las bondades que nos brinda la naturaleza sin hacer daño a la misma, ya que no es necesario procesarla con químicos para ser utilizada.

Es necesario que los acuicultores se informen y obtengan conocimientos de los beneficios que ofrecen las plantas de nuestros medios.

### **2.4. Conclusiones**

Mediante esta investigación bibliográfica se constata que podemos utilizar la Azolla Anabaena como suplemento alternativo en dietas para peces ya que brinda un alto contenido de proteína y también un adecuado nivel de fibra bruta.

Otra de las ventajas de utilizarla es porque se caracteriza por una alta producción en biomasa, esta se reproduce en pocos días y su manutención no es costosa. Una hectárea de Azolla es capaz de producir de 1– 2t de forraje fresco por días, en el caso de que se lleve a cabo la reproducción en una piscina con fondo de plástico para mantener el agua se adiciona un porcentaje de tierra amarilla y un porcentaje de estiércol de bovino que servirá como alimento de la Azolla Anabaena. Ejemplo (en una pequeña piscina de 3 x 2 se agrega ½ kg de tierra amarilla y ½ kg de estiércol de bovino).

Un saco de balanceado para tilapias marca Bio de 20kg tiene un valor de \$24 para fase inicial, cabe recalcar que el valor varía según la marca y fase. Se necesitan 750kg de balanceado para producir apenas 1000 tilapias.

### **2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso).**

Por lo anterior detallado, existen tres maneras de usar la Azolla Anabaena como alimento, pero como recomendación es mejor utilizarla fresca (recién cosechada).

Debe tenerse un estricto control en cuanto al cultivo de Azolla Anabaena debido a su capacidad de reproducirse ya que puede propagarse sin control en la superficie de lagos o estanques y si esto sucede puede terminar por desplazar otras especies, incluyéndose a sí misma.

Debemos ser conscientes que la Azolla es solo un suplemento por lo cual debe suministrarse también otro tipo de alimento como el balanceado al ser utilizada en la nutrición de animales.

La Azolla aporta con un porcentaje de proteína de 33% y está mostrado que la tilapia nilótica puede consumir 50 – 80% de su peso en Azolla por día con un porcentaje de digestión cercano al 60%. Eso quiere decir que solo aprovecha el 19.8% de proteína, por tal motivo es necesario utilizar otro alimento para alcanzar el porcentaje de proteína que requiere la tilapia según su fase.

## Bibliografía

adrianadasilvablog. 2017. Importancia de los alimentos en la nutrición de la tilapia. (en línea, sitio web). Consultado 4 may 2021. Disponible en <https://adrianadasilva.com/2017/01/31/importancia-de-los-alimentos-en-la-nutricion-de-la-tilapia/>.

FAO - *Oreochromis niloticus*. 2021. (en línea, sitio web). Consultado 4 may 2021. Disponible en [http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_niletalapia.htm](http://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_niletalapia.htm).

Guerrero Muñoz, J. 2014. La nutrición y la alimentación eficiente de los peces (en línea, sitio web). Consultado 4 may 2021. Disponible en [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7aDJu3\\_5nl8J:https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1601/1946+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=us&client=firefox-b-d](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7aDJu3_5nl8J:https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1601/1946+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=us&client=firefox-b-d).

Jácome, J; Abad, CQ; Sánchez-Romero, O; Pérez, JE; Nirchio, M. 2019. Tilapia en Ecuador. *Revista Peruana de Biología* 26(4):543-550. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i4.16343>.

M El-Sayed, A-F. 2018. ¿La Tilapia Realmente Necesita altos Niveles de Proteína en la Dieta? (en línea, sitio web). Consultado 4 may 2021. Disponible en <https://aquafeed.co/entrada/-la-tilapia-realmente-necesita-altos-niveles-de-proteina-en-la-dieta--19852/>.

Martín Paggi, S. 2017. Azolla para Todos (en línea, sitio web). Consultado 4 may 2021. Disponible en <https://azollaparatodos.wordpress.com/>.

Méndez Martínez, Y. 2021. La Azolla sp: un recurso no convencional valioso en la alimentación acuícola - Monografias.com (en línea, sitio web). Consultado 5 may 2021. Disponible en <https://www.monografias.com/trabajos46/azolla/azolla.shtml>.

Portela, R. 2017. Azolla, el asombro helecho de agua (en línea, sitio web). Consultado 5 may 2021. Disponible en <https://cienciaybiologia.com/azolla-helecho-agua/>.

## Anexos

Nitrógeno peso fresco	4.0–5.0
Nitrógeno peso seco	0.2–0.3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.5–0.4
Ca	0.4–1.0
K <sub>2</sub> O	2.0–4.5
Mg	0.5– 0.65
Fe	0.6–0.22
Ácidos grasos%	
Mirístico	0.96
Palmítico	23.13
Estiárico	34.69
Oleico	36.39
Linóleico	2.76

Figura 6. Tabla del valor nutricional de la Azolla. (Martínez, 2016)



Figura 7. Preparado de una pequeña piscina, para reproducir la Azolla Anabaena.



**Figura 8.**

**Pequeño ensayo realizado en el cantón Salitre Parroquia Gral. Vernaza que permitió evaluar la rápida reproducción de la Azolla Anabaena.**



**Figura 9. En esta imagen podemos ver una de las formas en las que se puede cosechar la Azolla Anabaena sin tener que desperdiciar la semilla, ya que con su diminuto tamaño se filtra en el cedazo.**