

**Evaluación de la ganancia de peso y conversión alimenticia de la tilapia (*oreochromis niloticus*)
en la etapa de engorde en un sistema acuapónico**

**Evaluation of weight gain and feed conversion of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the fattening
stage in an aquaponic system.**

Verónica R. Cabrera.

veronicacabrera2020@gmail.com

Lilian Maricel González Cardozo.

lilian.gonzalez@unves.edu.py

<https://orcid.org/0009-0001-2481-459X>

Rodrigo Idelín Cabello

rodrigocabellobaez@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-3842-2688>

Carlos Miguel Santa Cruz Vera

carlosmiguelasantacruzvera18@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3517-5153>

Recibido: 31/08/2023

Aprobado: 17/11/2023

Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar el peso promedio de cosecha y el factor de conversión alimenticia de la tilapia en un sistema acuapónico en un volumen de 1000 litros de agua instalado en la ciudad de Villarrica del Espíritu Santo, departamento del Guaira, considerando que en la actualidad los espacios de tierra son cada vez más reducidos; por lo que será de gran utilidad la posibilidad de producir tilapia en un espacio reducido, como podría ser un galpón de una casa, un tejado o un patio. La investigación que se ha desarrollado es de tipo cuantitativa, con diseño experimental, realizado con una muestra de 30 peces de la especie tilapia (*Oreochromis Niloticus*). Como técnica principal para la recolección de datos se utilizaron procedimientos de observación, pesaje y medida de la muestra seleccionada, los mismos recolectados en planillas. Se obtuvo un peso promedio de cosecha de 730 gramos en 4 meses de engorde dentro del sistema acuapónico con un volumen de 1000 litros, con un factor de conversión alimenticia igual a 1.6, demostrando una buena productividad del sistema

Palabras Clave: Tilapia, acuaponía, proteína

Abstract

The objective of this research work is to evaluate the average harvest weight and the feed conversion factor of tilapia in an aquaponic system in a volume of 1000 liters of water installed in the city of Villarrica del Espíritu Santo, department of Guaira, considering that currently the land spaces are increasingly reduced; Therefore, the possibility of producing tilapia in a small space, such as a house shed, a roof or a yard, will be very useful. The research that has been developed is of a quantitative type, with an experimental design, carried out with a sample of 30 fish of the tilapia species (*Oreochromis Niloticus*). As the main technique for data collection, observation, weighing and measurement procedures of the selected sample were used, the same ones collected in spreadsheets. An average harvest weight of 730 grams was obtained in 4 months of fattening within the aquaponic system with a volume of 1000 liters, with a feed conversion factor equal to 1.6, demonstrating good system productivity.

Keywords: Tilapia, aquaponics, protein

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los espacios de tierra son cada vez más reducidos, los recursos más limitados, los habitantes de las comunidades aumentan a pasos agigantados y las necesidades siguen creciendo. Con el paso del tiempo vamos dándonos cuenta de la importancia de los recursos ambientales, el

aprovechamiento de los espacios y el recurso de agua potable. El cuidado de las especies que forman parte de nuestra nutrición, la energía y los recursos presentes en nuestro entorno, nos permitirán con el tiempo obtener la sostenibilidad y mejorar nuestra calidad de vida.

Es por esta razón que el presente trabajo,

pretende exponer por medio de la implementación de un sistema acuapónico, la posibilidad de producir tilapia en un espacio reducido, como podría ser un galpón de una casa, un tejado o un patio. Se podrá observar el análisis de evaluación de la ganancia de peso y conversión alimenticia de la tilapia en la etapa de engorde, que expondrá si es posible o no implementar este tipo de sistemas para un consumo familiar sin la necesidad de contar con mucho espacio.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se emplea un enfoque cuantitativo, puesto que se pretende evaluar la ganancia de peso y conversión alimenticia de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en un sistema acuapónico, a través de la implementación del mismo para consumo familiar en espacio reducido en un taque de 1000 litros.

Los procedimientos utilizados para la recolección de datos están compuestos primeramente por los procedimientos de observación, pesaje y medida de la muestra

seleccionada, los mismos fueron recolectados en planillas de registro previamente elaboradas con las variables a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el procedimiento de control de la muestra. Se tuvieron en cuenta las siguientes variables, ganancia de peso, conversión alimenticia, densidad de cultivo, curva de crecimiento, costo-beneficio. Estas variables serán recolectadas mediante la observación y experimentación directa. Al obtener estos datos los mismos atravesarían procesos de cálculo para la obtención de resultados, que indicaran el resultado final del proceso investigativo y experimental.

Para el estudio y análisis de los factores influyentes dentro de la investigación, se toma como muestra 30 peces de la especie tilapia (*Oreochromis niloticus*) ubicados en el área dentro de un contenedor de 1000 litros (1 m³), que estén todos en etapa de engorde para que la muestra sea representativa.

VARIABLES QUE SE REGISTRARON.

Peso Promedio de los Peces (gr).

Para determinar esta variable se utilizó una balanza para medir el peso de los peces seleccionados aleatoriamente para el muestreo. El resultado fue anotado y evidenciado en fotos, para su procesamiento posterior en una tabla de resultados.

Porcentaje de Tasa de Alimentación(%).

Este parámetro es obtenido mediante tablas específicas, el mismo nos indica según el peso del pez cuanto porcentaje de alimento deberá consumir con respecto a su peso. Este parámetro fue anotado en una tabla de resultados.

Biomasa Total de los Peces(Kg).

Con los resultados del peso promedio obtenido en el muestreo y procesamiento de datos se determinó cual es la biomasa total de los peces. El resultado fue anotado, en una tabla de resultados.

Cantidad de Alimento por día(Kg).

Luego de obtener los resultados de la biomasa total

se determinó que cantidad de alimento por día consumen o consumirán los peces. El resultado fue anotado, en una tabla de resultados.

Raciones de Alimento por día.

Esta variable ha sido determinada mediante la experimentación empezando por un número estándar de raciones por día y luego alcanzando así en número adecuado para la muestra en cuestión. Esta variable fue registrada en una tabla de resultados.

Cantidad de Alimento por Ración(Kg).

La determinación de esta variable se obtuvo mediante los datos obtenidos de la cantidad de alimento por día y la cantidad de raciones por día, indicando la cantidad de alimento a ser suministrada a los peces en cada ración de alimento. Que posteriormente fue registrada en una tabla.

Alimento Total Suministrado Mensualmente (Kg).

Esta variable se determinó a través del pesaje de la bolsa de alimento mensualmente, siendo recolectado los datos en una planilla, para

ser comparada con el mes siguiente.

Factor de Conversión Alimenticia.

Mediante los resultados obtenidos de la biomasa total fue posible determinar esta variable luego de analizar el peso ganado, el resultado obtenido fue registrado mediante una tabla.

Calidad del Agua.

Este parámetro se compone de un conjunto de variables (temperatura, olor, color, turbidez, O2 disuelto, conductividad, pH, solidos disueltos totales, amonio, nitrito, nitrato y coliformes totales y fecales), que fueron obtenidas mediante análisis laboratoriales, kits de análisis de agua e instrumentos especiales. Los resultados obtenidos fueron evidenciados en fotos y anotado en una tabla de resultados.

Costo Beneficio.

Una vez obtenidos los resultados de la inversión inicial, los ingresos anuales y los costos anuales de operación se calculo el beneficio neto anual y la relación costo-beneficio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la Alimentación de las Tilapias durante la Prueba.

La prueba se realizó durante un periodo de 5 meses desde la siembra de los peces, durante este periodo se pudieron observar los siguientes datos presentados en la Tabla 2 en cuanto a la alimentación de las tilapias.

Tabla 1
Tabla de datos de alimentación de tilapias por mes.

MES	Nro. de Peces	PP (gr)	% Tasa de alimentación	Biomasa (kg)	Alimento diario (kg)	Raciones/día	Cantidad de alimento/Ración (kg)	Alimento suministrado (kg)	FCA
ENERO	30	350	2,3	10,50	0,242	4	0,060		
FEBRERO	29	408	2	11,83	0,237	3	0,079	2,1	1,6
MARZO	28	500	2	14,00	0,280	3	0,093	3,5	1,6
ABRIL	26	580	1,7	15,08	0,256	2	0,128	1,6	1,5
MAYO	25	730	1,4	18,25	0,256	2	0,128	4,8	1,5

Nota. Elaboración propia

Nota: Elaboración propia

1. Mortalidad de los Peces durante la

Prueba

Durante el periodo de la prueba se pudo observar peces muertos, de 1 a 2 peces por mes, siendo el mes de abril el que tuvo mayor cantidad de peces muertos (2) esto debido a un periodo de descenso de temperatura ocasionando que los peces que fueron lastimados durante la manipulación en el proceso de pesaje, sufrieran de estrés y golpes que llevaron a infecciones por hongos (saprolegnia), esto nos dio un total de 25 peces en el momento de la cosecha.

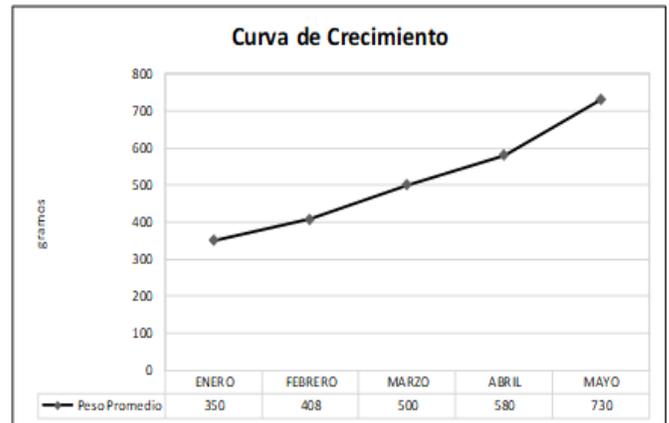
II. Peso Promedio de los Peces.

Al final de la prueba, al momento de cosecha se obtuvo un peso promedio de 730 gr, este dato se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$\frac{\text{SUMA TOTAL DEL PESO DE PECES MUESTREADOS}}{\text{CANTIDAD DE PECES MUESTREADOS}} = \text{PESO PROMEDIO (PP)}$$

Gráfico 1

Curva de crecimiento de la tilapia durante la prueba.



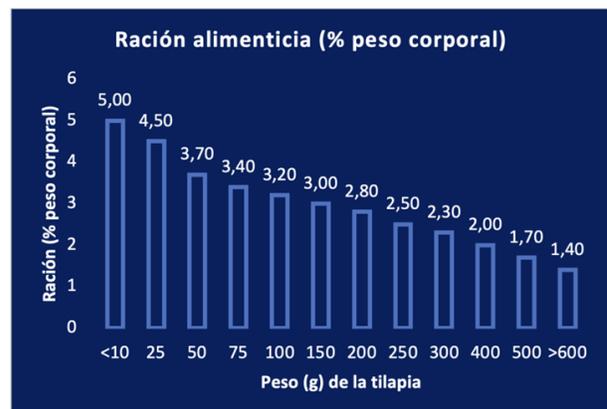
Nota. Elaboración propia

Porcentaje de Tasa de Alimentación.

El porcentaje de la tasa de alimentación, es un parámetro que disminuye a medida que la tilapia se desarrolla, el utilizado para la prueba se basó en el Grafico A3.1.

Gráfico A3.1

Cantidad de alimento a suministrar expresada en % en base al peso corporal vivo de la tilapia



III. Biomasa Total de los Peces.

La biomasa total de los peces se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$BIOMASA\ TOTAL = \frac{PP(PESO\ PROMEDIO)}{NRO\ TOTAL\ DE\ PECES}$$

Al final de la prueba, se obtuvo una biomasa total de 18,25 Kg correspondiente a un total de 25 peces, es un parámetro favorable pues según Somerville (2022) el rango de producción de unidades acuapónicas a pequeña escala va de 10 a 20kg/m³, siendo el reservorio utilizado en la prueba de 1000 litros (1m³).

IV. Cantidad de Alimento por día.

$$CANTIDAD\ DE\ ALIMENTO\ POR\ RACION\ (Kg) = \frac{CANTIDAD\ DE\ ALIMENTO\ POR\ DIA}{CANTIDAD\ DE\ RACIONES\ POR\ DIA}$$

La cantidad de alimento que consumieron diariamente las tilapias durante la prueba se obtuvo de la siguiente fórmula.

$$CANTIDAD\ DE\ ALIMENTO\ POR\ DIA\ (Kg) = \frac{BIOMASA\ TOTAL \times TASA\ DE\ ALIMENTACION}{100}$$

Este es un parámetro variable de acuerdo a lo observado en un parámetro que puede aumentar o disminuir dependiendo de la biomasa total y el porcentaje de la tasa de alimentación.

V. Raciones de Alimento por día.

Las raciones suministradas a las tilapias por día fueron durante el primer mes de 4 raciones por día, observando que los peces no consumían la totalidad del alimento suministrado a ciertas horas, se disminuyó a 3 raciones por día durante los dos meses siguientes dándose el mismo caso en cuestión, se optó por disminuir a 2 raciones por día, obteniendo buenos resultados el consumo total del alimento suministrado.

VI. Cantidad de Alimento por Ración.

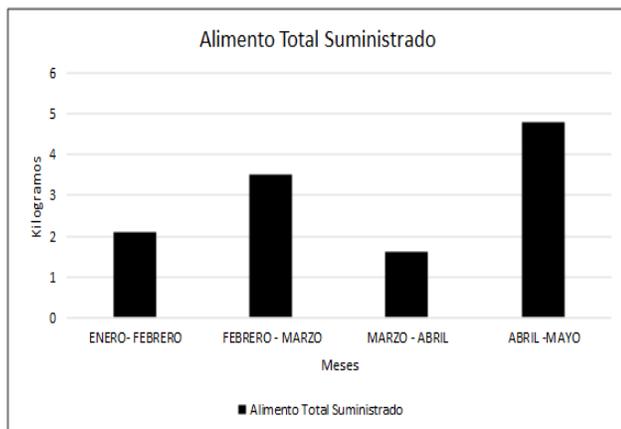
Este parámetro se obtuvo dividiendo la cantidad de alimento por día por el número de raciones por día suministradas a las tilapias, la fórmula se muestra a continuación.

VII. Alimento Total Suministrado Mensualmente.

El alimento total suministrado a las tilapias mensualmente vario de acuerdo con el apetito de las mismas se suministró un promedio de 3 Kg por mes a las tilapias durante el periodo de la prueba.

Gráfico 1

Alimento total mensual suministrado a las tilapias durante la prueba.



Nota. Elaboración propia

$$FCA = \frac{ALIMENTO SUMINISTRADO}{PESO GANADO}$$

En el grafico podemos observar que en el periodo enero-febrero a febrero-marzo existió un aumento en total del alimento suministrado, mientras que del periodo febrero-marzo a marzo-abril el total de alimento suministrado disminuyo a causa de una pérdida de apetito de los peces por causa de un frente frio durante ese tiempo, volviendo a aumentar para el periodo abril-mayo.

VIII. Factor de Conversión Alimenticia.

El factor de conversión alimenticia (FCA) es el factor que indica cuantos Kg de carne produce la tilapia por cada Kg de alimento consumido. El FCA promedio obtenido durante la prueba es de 1.5 el cual se obtuvo aplicando la siguiente formula.

Donde el $Peso\ Ganado = Peso\ Final - Peso\ Inicial$, la biomasa total obtenida en el momento del pesaje actual, y el peso inicial es la biomasa total del pesaje anterior.

Análisis de Calidad del Agua en el Sistema Acuapónico durante la Prueba.

Tabla 2 Datos de Análisis de Agua semanales durante la prueba.

FECHA	Temp. (°C)	NH3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Solidos Disueltos Totales TDS (ppm)	Conductividad $\mu\text{s/cm}$
01/02/23	32.4	0	0	5	7.6	7.70	147	294
08/02/23	32.5	0	0	5	7.2	7.52	149	296
15/02/23	30.3	0	0,25	5	7.2	6.32	146	299
22/02/23	31.4	0	0	5	7.6	7.06	145	298
03/03/23	25.6	0,25	0	5	7.2	5.08	136	285
10/03/23	25.4	0,25	0,25	10	7.6	5.10	135	276
17/03/23	28.2	0	0	5	7.6	6.50	136	279
24/03/23	27.3	0,25	0,25	5	7.6	5.70	134	272
31/03/23	26.3	0	0	5	7.6	5.83	133	277
07/04/23	20.4	0,50	0,25	0	6.8	5.92	130	270
14/04/23	18.3	0,25	0	0	6.6	6.05	135	273
21/04/23	16.3	0,25	0,50	5	6.8	5.02	138	269
28/04/23	15.7	0	0	10	6.6	5.45	146	271
05/05/23	14.5	0	0	5	7.0	6.42	143	272
12/05/23	20.7	0,25	0,50	0	6.8	5.23	146	274
19/05/23	24.5	0	0	5	7.0	6.27	147	270
26/05/23	24.8	0	0	0	6.6	6.58	144	280

Nota. Elaboración propia

Según los datos de la Tabla 3, se pudo observar que el agua mantuvo parámetros muy aceptables para los peces, esto indica que los filtros funcionaron correctamente, pudiendo otorgar a los peces un ambiente acuático confortable para su buen crecimiento y desarrollo. Lo asegura una buena producción de peces saludables y de buen tamaño.

1. CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones en la que se realizó este trabajo de investigación se concluye lo siguiente: El peso promedio de cosecha obtenido en

4 meses de engorde dentro del sistema acuapónico en un tanque de 1000 litros, fue de 730 gramos con un factor de conversión alimenticia igual a 1.6, demostrando una buena productividad del sistema. El promedio de alimento consumido por una

densidad de 30 tilapias dentro de un sistema acuapónico en un tanque de 1000 litros, fue de 3 kilogramos por mes resultando así en un total de 12 kilogramos de alimento durante el tiempo de la prueba. La calidad del agua dentro del sistema acuapónico en un tanque de 1000 litros, se mantuvo dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de la especie. Por más que la tilapia sea una especie rústica y resistente, la manipulación durante los procesos de muestreo afecto su sobrevivencia. El análisis de costo-beneficio arroja un valor de 0.7, siendo este menor a 1, indicaría que el proyecto no es rentable pues los costos de inversión son mayores a los beneficios, pero al ser una unidad de consumo familiar y no una unidad generadora de ingresos, se encuentra en un rango muy aceptable de recuperación de la inversión inicial siendo 18 meses el tiempo de recuperación según la investigación realizada en base a la prueba.

REFERENCIAS

Ascencio Quintanilla, S. V., Del Valle Campos, G. E., & Velásquez Alfaro, G. A. (2019).

Evaluación de un modelo de acuaponía en la producción de biomasa de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en el salvador. [Tesis].

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Barúa, D. S. (2020, 1 abril). Consumo de pescados. ABC Color. Recuperado 24 de octubre de 2022, de <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/2020/04/01/consumo-de-pescados/>

Color, A. (2022, 19 febrero). Importante crecimiento registra piscicultura en Paraguay. AméricaEconomía | AméricaEconomía. Recuperado 24 de octubre de 2022, de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/importante-crecimiento-registra-piscicultura-en-paraguay>

Cutiño, V. B., Imeroni, J. C., & Sanzano, P. (2018). Acuaponia como alternativa productiva social [Tesina]. Universidad Nacional del

Centro de la Provincia de Buenos Aires.
Facultad de Ciencias Veterinarias.

DeltaLabs. (2022). Formulación de dietas para tilapias. Delta Labs.
<https://www.deltalabs.online/formulacion-de-dietas-para-tilapias/>

Efe. (2022, 7 agosto). La subida de precios de los alimentos pone en riesgo la calidad de la nutrición. www.20minutos.es - Últimas Noticias.
<https://www.20minutos.es/noticia/5039052/0/subida-de-precios-de-los-alimentos-riesgo-calidad-de-la-nutricion/>

FAO. (2010). CONSULTA MIXTA DE EXPERTOS FAO/OMS SOBRE LOS RIESGOS y LOS BENEFICIOS DEL CONSUMO DE PESCADO. FAO INFORME DE PESCA Y ACUICULTURA.
<https://www.fao.org/3/ba0136s/ba0136s.pdf>

Frutos, L. (2020, octubre). Sector acuícola se mantiene estable con buenos índices de producción (cerrarían el año con 19.000 toneladas). Recuperado 24 de octubre de 2022, de <https://infonegocios.com.py/infoganaderia/s-ector-acuicola-se-mantiene-estable-con-buenos-indices-de-produccion-cerrarian-el-ano-con-19-000-toneladas>

Hsien-Tsang, S., & Quintanilla, M. (2008). Manual sobre “Reproducción y cultivo de tilapia”. <https://www.transparencia.gob.sv/institution/mag/documents/119824/download>

Intagri. (2017). Acuaponia: Producción de Plantas y Peces | Intagri S.C. Recuperado 26 de octubre de 2022, de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>

Jiménez Márquez, O. (2020, febrero). ACUAPONÍA: UNA FORMA POTENCIAL y SUSTENTABLE DE

CULTIVAR DE MANERA EFICIENTE y
SUSTENTABLE ALIMENTOS.

Eumed.net. Recuperado 24 de octubre de
2022, de

<https://www.eumed.net/actas/20/economia-social/26-acuaponia-una-forma-potencial-y-sustentable-de-cultivar.pdf>

Junge, R. (2020, 16 julio). Acuaponía: Libro de
Texto para la enseñanza superior. Zenodo.
Recuperado 24 de octubre de 2022, de
<https://zenodo.org/record/3948824>

Kim, H., Rebholz, C. M., Hegde, S. M., LaFiura,
C., Raghavan, M., Lloyd, J. W., Cheng, S.,
& Seidelmann, S. B. (2021). Plant-based
diets, pescatarian diets and COVID-19
severity: a population-based case-control
study in six countries. *BMJ nutrition,
prevention & health*, 4(1), 257-266.
<https://doi.org/10.1136/bmjnph-2021-000272>

La Nación, & Zarate, J. (2022, 5 abril). Destacan el
valor de la piscicultura para generar

alimentación y renta. Recuperado 24 de
octubre de 2022, de

https://www.lanacion.com.py/negocios_edicion_impresa/2022/04/05/destacan-el-valor-de-la-piscicultura-para-generar-alimentacion-y-renta/

Lobaco, P. (2023, 4 abril). Cambio en los hábitos
alimentarios: 'Una bolsa de magdalenas es
más barata que un kilo de manzanas'
heraldo.es.
<https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2023/04/04/cambios-habitos-alimentacion-precios-salud-mental-fisica-1643006.html>

Monsees, H. (2017, 28 septiembre). Decoupled
systems on trial: Eliminating bottlenecks to
improve aquaponic processes. *PLOS ONE*.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0183056>

Nación, L. (2023, 4 abril). Casi 2 millones de
personas no pueden cubrir costo de
alimentos. www.lanacion.com.py.
https://www.lanacion.com.py/negocios_edicion_impresa/2022/04/05/destacan-el-valor-de-la-piscicultura-para-generar-alimentacion-y-renta/

ion_impresa/2023/04/04/casi-2-millones-de-
personas-no-pueden-cubrir-costo-de-
alimentos/

Pineda, M. (2012). .: PisciculturaGlobal .:

Piscicultura Global.

[https://www.pisciculturaglobal.com/serie-
alimento-para-tilapias-calculando/](https://www.pisciculturaglobal.com/serie-alimento-para-tilapias-calculando/)

Saavedra Martínez, M. A. (2006). MANEJO DEL
CULTIVO DE TILAPIA.

[https://www.crc.uri.edu/download/MANEJ
O-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-
CIDEA.pdf](https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf)

Semana. (2023, 29 marzo). “Aunque precios de
alimentos empezaron a ceder, aún siguen
siendo 12 % más altos que el promedio de
los últimos cinco años”: FMI. Semana.com
Últimas Noticias de Colombia y el Mundo.

[https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/aunque-precios-de-
alimentos-empezaron-a-ceder-aun-siguen-
siendo-12-mas-altos-que-el-promedio-de-
los-ultimos-cinco-anos-fmi/202346/](https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/aunque-precios-de-alimentos-empezaron-a-ceder-aun-siguen-siendo-12-mas-altos-que-el-promedio-de-los-ultimos-cinco-anos-fmi/202346/)

Somerville, C. C. M. P. E. S. A. L. A. (2022).

Producción de alimentos en acuaponía a
pequeña escala – Cultivo integral de peces y
plantas. Food & Agriculture Org.

Villasante, F. V. (2018, 19 noviembre). Cultivo de
tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña
escala ¿alternativa alimentaria para familias
rurales y periurbanas de México?

Recuperado 26 de octubre de 2022, de
[http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456
789/2785](http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2785)