

**Evaluación económica de tres diferentes  
marcas de alimentos en la producción de  
tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la  
compañía Regal Springs Chiapas, México**

**Claudio Ramón Hernández Ortega**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Evaluación económica de tres diferentes  
marcas de alimentos en la producción de  
tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la  
compañía Regal Springs Chiapas, México**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Claudio Ramón Hernández Ortega**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2019

# **Evaluación económica de tres diferentes marcas de alimentos en la producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la compañía Regal Springs Chiapas, México**

**Claudio Ramón Hernández Ortega**

**Resumen.** La producción de tilapia en México, así como en toda Latinoamérica, se considera como uno de los cultivos acuícolas más importantes debido a que tiene una muy fácil adaptación a un diverso número de ambientes, por su capacidad de resistencia a enfermedades y su fácil reproducción. El objetivo principal del estudio fue evaluar económicamente la producción de tilapia nilótica con tres diferentes marcas de alimentos: Campi, Winfish y Purina. Los diferentes tratamientos fueron evaluados utilizando la metodología de presupuesto parcial. Las variables utilizadas en la metodología de presupuesto parcial fueron la biomasa total por tratamiento, consumo acumulado de alimento y la mortalidad. Los datos fueron tomados directamente en el tiempo de producción, en la empresa de producción y procesamiento de tilapias Regal Springs, México. De las tres marcas de alimento utilizadas denle el proyecto, la marca recomendada a utilizar es Campi debido a que fue la que obtuvo mayores beneficios netos en el proceso de engorde de tilapias con USD 155 por encima de la siguiente mejor alternativa, marca Purina.

**Palabras clave:** Beneficio neto, costo que varía, presupuesto parcial, tasa de retorno marginal.

**Abstract.** Tilapia production in Mexico, as well as throughout Latin America, is considered one of the most important products of aquaculture, because it has a very easy adaptation to a diverse number of environments, due to its disease resistance and its easy reproduction. The main objective of the study was to economically evaluate the production of nilotic tilapia with three different food brands: Campi, Winfish and Purina. The different treatments were evaluated using the partial budget methodology. The variables used in the partial budget methodology were total biomass by treatment, cumulative food consumption and mortality. Data was taken directly at the time of production, in the tilapia production and processing company Regal Springs, Mexico. Among the three food brands used for the preparation of the project, Campi is the recommended to use, because it was the one that obtained the highest net benefits in the tilapia fattening process with USD 155 above the second best alternative, Purina brand.

**Key words:** Cost that vary, marginal rate of return, net profit, partial budget.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>14</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>15</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURA

Cuadros	Página
1. Regresión de la variable peso de tilapia sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base) al día de cosecha, Regal Springs (México), 2019.....	7
2. Prueba de Wald sobre igualdad de coeficientes de las marcas Winfish y Purina en regresión de peso de tilapia sobre la variable categórica Marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México),2019.....	8
3. Regresión de la variable peso de tilapia sobre la variable categórica marca de alimento (Purina y Winfish como base) al día de cosecha, Regal Springs (México), 2019.....	8
4. Regresión de tasa de viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.....	9
5. Prueba de Wald sobre igualdad de coeficientes de las marcas Winfish y Purina en regresión de tasa de viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.....	9
6. Beneficios brutos utilizando la tasa de viabilidad para una producción de tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) con una población inicial de 1,272 peces/m <sup>3</sup> y las marcas de alimento Purina Winfish y Campi en jaulas flotantes, Regal Springs (México), 2019.....	9
7. Regresión de consumo acumulado de alimento sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base) al finalizar el ciclo de engorde, Regal Springs (México), 2019.....	10
8. Prueba de Wald sobre igualdad de coeficientes de las marcas Winfish y Purina en regresión de tasa de viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.....	10
9. Costos que varían en el consumo según la tasa de supervivencia de una producción de tilapia nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) con una siembra inicial de 1,272 alevines/m <sup>3</sup> , Regal Springs (México), 2019.....	11
10. Beneficios netos por marca de alimento en la producción de tilapia (USD/m <sup>3</sup> ) nilótica ( <i>Oreochromis niloticus</i> ), Regal Springs (México), 2019.....	11

### Figura

1. Curva de beneficios netos (USD/producción de 93,176 tilapias nilóticas) entre el tratamiento de Purina y el tratamiento de Campi en la producción de tilapia nilótica, Regal Springs (México), 2019. ....	12
--	----

# 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es definida como la intervención del ser humano de una forma técnica en el proceso de crianza de diversos organismos acuáticos. En la acuicultura se estima una existencia de aproximadamente 567 variedades de organismos acuáticos de gran importancia, tanto animales como vegetales (FAO, 2017).

La producción mundial acuícola en el 2016 ascendió a 110.2 millones de toneladas, con un valor aproximado de USD 243,500 millones, generando empleos a una gran parte de la población mundial. Dentro del sector de la pesca y la acuicultura, el 85% de la población empleada en el rubro acuícola en este sector se le atribuye a Asia, seguido de África con un 10% y América latina y el caribe con tan solo un 4%. En estos tres, Asia, África y América Latina y el Caribe, los empleos siguen aumentando, que es lo contrario a lo que está pasando en América del Norte y Europa (FAO, 2018). La tilapia es el sexto producto con mayor importancia económica a nivel mundial, predominando China como mayor productor (El-Sayed, 2006).

Cerca del 88% (151 millones de toneladas) de la producción pesquera mundial (171 millones de toneladas) del año 2016, fue utilizado directamente para el consumo humano, porcentaje que ha aumentado significativamente con respecto al consumo humano de pescado en la década de 1960 la cual apenas alcanzaba un 67%. Lo que ayudó a incrementar la comercialización y consumo del mismo fueron los avances tecnológicos tales como refrigeración, la producción de hielo y el transporte. El 12% restante fue utilizado para fines no alimenticios, el 74% del mismo (15 millones de toneladas) fue transformado en harina y aceites de pescado, y los últimos 26% utilizados directamente para la elaboración de materia prima en alimentación animal en acuicultura, ganadería, otros animales de peletería, y algunos usos farmacéuticos y fines ornamentales (FAO, 2018).

La producción de tilapia (*Oreochromis sp.*) fue introducida a México en 1964, por ser uno de los cultivos acuícolas más rentables por su alta productividad. La tilapia es cultivada en 31 de sus estados siendo los mayores productores: Chiapas, Tabasco, Guerrero, Estado de México y Veracruz (INP, 2018). La tilapia gris al igual que muchos otros cíclidos es caracterizada por la fácil adaptación en cautiverio, a condiciones físicas y químicas muy adversas, concentraciones bajas de oxígeno disuelto en el agua, y lo más importante, tiene un alto grado de tolerancia a muchas enfermedades (Saavedra, 2006).

En Centroamérica la producción de tilapia es conocida como el sector agrícola más importante (Meyer y Meyer, 2007). El cultivo de la tilapia en términos de acuicultura es el más extendido en el área centroamericana y el que está más consolidado. El Sistema de Integración Centroamérica (SICA) está conformado por ocho países que son: Belice, Costa

Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, de los cuales, Guatemala, Honduras y Costa Rica representan el 96% de la producción acuícola Centroamericana (AQUA, 2016).

En la cría, producción y reproducción de tilapia, es necesario darle un alto grado de importancia a la nutrición, debido a que, es el costo más elevado en el que se incurre en la producción de tilapia, abarcando un aproximado de entre 70% y 80% del total del costo de producción. La alimentación y nutrición del animal es la que define los beneficios monetarios de la empresa. Un error o una mala coordinación por parte de la empresa en la alimentación diaria, puede llevar al fracaso o una pérdida total de la inversión (FAO, 2018).

En la producción de tilapia así tanto como en cualquier actividad piscícola, el éxito depende de la eficiencia en el manejo de la alimentación y las técnicas de alimentación según sea el método de producción y la etapa del cultivo. Un beneficio a favor de la especie es que la tilapia es un pez omnívoro, donde hay mayor beneficio de esta característica en la etapa de juveniles, debido a que, estos pueden tomar fitoplancton y zooplancton del medio de producción, así como algunos crustáceos. En la etapa juvenil muchas compañías se empeñan en utilizar aguas donde habitan estas otras especies, aguas que se denominan como “Biofloc”, para así reducir parte de los costos de alimentación que son los costos más elevados en la producción acuícola (Nicovita, 2012).

En la alimentación de tilapia, ha sido notable que las dietas con un contenido de proteína cruda aproximado de entre 27% y 35% son las más favorables para el crecimiento de la tilapia nilótica. Los productores pueden elegir los porcentajes más bajos de este rango, es decir, 27%-29% de proteína cruda debido a que, el porcentaje de proteína es uno de los factores más influyentes en el costo del concentrado o alimento. En los países donde el uso de alimentos completos tiene una rentabilidad limitada, dichos alimentos son sustituidos utilizando los llamados alimentos comerciales como alimentos suplementarios. Usualmente, en la producción de tilapia, son utilizados alimentos preparados para catfish y carpas (Bhujel, 2002).

La razón de elegir las marcas de alimento Purina, Winfish y Campi para realizar este estudio es debido a que son las tres marcas que utiliza la empresa Regal Springs (México) actualmente en el proceso de engorde de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

El objetivo de estudio es evaluar económicamente tres diferentes dietas en la etapa de engorde en la producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), determinando la más rentable para la empresa.

- Evaluar los costos que varían y los beneficios brutos en la producción de tilapia nilótica con las dietas Purina, Campi y Winfish.
- Evaluar los beneficios netos de las dietas de engorde Purina, Campi y Winfish.
- Evaluar las diferentes dietas para identificar la mejor alternativa.

## 2. METODOLOGÍA

### **Establecimiento de proyecto y recolección de datos.**

El proyecto consistió en la elaboración de un estudio comparativo de insumos alimenticios esperando obtener como resultado la marca de alimento que mayor beneficio genere a la empresa. Este proyecto se realizó en la compañía Regal Springs México, en la finca y lago de producción “Peñitas”, Chiapas, México. El experimento realizado tiene el fin de determinar cuál de las tres marcas actualmente utilizadas en la empresa traerá un mayor beneficio neto. El proyecto inició el 22 de enero con una alimentación base con una marca diferente a la de las del experimento, la marca de alimento base es “El Pedregal” en partículas extruidas semiflotantes con tamaño de 2.5 mm. Las tres marcas utilizadas para el experimento hasta llegar a un peso promedio por pez de 900 gramos son: Purina, Winfish y por último Campi, todos con partícula minipelets semiflotante con tamaño de 3.5 mm.

La marca “El Pedregal” se utilizó para dar una base de alimentación previa antes de iniciar con el experimento, con pelets de 2.5 mm hasta obtener un peso promedio de 40 g/alevín. Al llegar al peso de 40 g/pez se inició con el experimento y las tres marcas de alimento seleccionadas. De igual manera se cambió el tamaño de las partículas de pelets a 3.5 mm y posteriormente al obtener un peso promedio de 250 g/pez, se cambió el tamaño de partícula a 5.5 mm.

El proyecto estuvo compuesto por un grupo de 18 jaulas de 108 m<sup>3</sup> con medidas de 6×6 m<sup>2</sup> y tres metros de profundidad, contando con una siembra inicial de 5,196 peces por jaula a una densidad de 48 peces/m<sup>3</sup>. Incluido en el valor de los 5,196 peces se tomó en cuenta un 23% de mortalidad en todo el ciclo, 3% debido a mortalidad por manipulación en el proceso de selección y vacunación, y el 20% restante es un valor histórico brindado por la empresa. Tomando en cuenta el 23% de mortalidad, la población final estimada es de 4,224 peces por jaula a una densidad de 39 peces/m<sup>3</sup>.

Para llevar un control en la ganancia de peso, se realizaron dos tipos de biometría; grupales (12 repeticiones de 10 peces) e individuales (por pez). Las biometrías individuales se realizaron al obtener un peso promedio de 400 g/pez y a los 900 g/pez; y las biometrías grupales se realizaron cada 15 días empezando la cuenta desde el día inicial de siembra a un peso de 40 gramos.

Las cosechas de las jaulas se realizaron a un peso promedio de 900 gramos, iniciando la siembra de los alevines el día 22 de enero del 2019 y culminando con las cosechas el día 23 de julio del 2019.

### **Evaluación económica.**

La metodología que se utilizó para elaborar la evaluación económica, en la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de engorde, fue la metodología de presupuesto parcial. El presupuesto parcial se elaboró en base a cálculos de los costos que varían y beneficios netos. Estas dos variables fueron utilizadas para identificar la existencia o no, de la curva de beneficios netos y ayuda a determinar la rentabilidad de cada tratamiento o dieta a prueba. Adicionalmente, se realizó un análisis de dominancia para determinar la mejor alternativa.

### **Presupuesto parcial.**

El método de presupuesto parcial consiste en la organización de datos experimentales con el objetivo de obtener los beneficios y costos de cada uno de los tratamientos alternativos. Como lo indica su nombre “presupuesto parcial”, este método no contiene el resultado de todos los costos de la producción, solo y únicamente son incluidos los datos que se ven afectados por los tratamientos alternativos en consideración.

### **Costos que varían.**

Se pueden definir los costos que varían como aquellos costos que se relacionan con los insumos adquiridos, maquinaria utilizada y la mano de obra, que suelen variar de un tratamiento a otro. En este caso, serán los cambios que el ingeniero o experto desea saber al momento de elegir en adoptar una práctica nueva. Dentro de los costos variables que pudieron influenciar en el estudio de las diferentes dietas de engorde solo se identificó y fue tomado en cuenta el costo de alimentación hasta llegar a su peso ideal, el cual fue dado por la empresa Regal Springs, México. En los costos que se debe de preocupar son aquellos que difieren de una dieta a otra o un tratamiento a otro (CIMMYT, 1988).

### **Beneficio bruto.**

El beneficio bruto de campo por cada dieta o tratamiento se define con la multiplicación de la biomasa final por el precio de campo (CIMMYT, 1988). Específicamente, los beneficios brutos de la producción de tilapia *Oreochromis niloticus* fueron calculados mediante el producto del precio de campo, multiplicado por el producto del peso promedio por pez y la población inicial de 1,272 peces/m<sup>3</sup>, ajustado con el índice de mortalidad (Ecuación 1). Los beneficios brutos son presentados de la siguiente manera:

$$Bb_i = Pp_i \times P \times (1 - M_i) \times 1272 \text{ peces/m}^3 \quad [1]$$

Donde:

BB<sub>i</sub>: beneficio bruto por tratamiento “i”.

Pp<sub>i</sub>: peso promedio por pez por tratamiento “i” al finalizar el ciclo, día de cosecha.

P: precio en campo.

M<sub>i</sub>: mortalidad de tilapias por tratamiento “i”.

1272 peces/m<sup>3</sup>: número de peces a la siembra.

**Mortalidad.**

Durante el ciclo de engorde que se estuvo realizando el estudio, se recolectaron datos de mortalidad diariamente para así poder estimar el porcentaje de mortalidad en la producción. La mortalidad fue tomada en cuenta para poder obtener el número real de peces al finalizar el ciclo y así junto con el peso por jaula, obtener la biomasa producida por cada tratamiento.

**Precio en campo del producto.**

El precio en campo del producto en campo es definido por el valor que tiene para el productor una unidad adicional de producción en campo, pero específicamente antes de la cosecha. El mismo se calcula restando los costos de cosecha al precio que el acuicultor recibe por el producto en campo. El precio en campo utilizado para el estudio fue dado directamente por la empresa Regal Springs, México.

**Beneficio neto.**

El beneficio neto para el cálculo del presupuesto parcial es un valor fundamental, debido a que es la que define, según sean los costos que varían relativamente, cuál de las diferentes dietas o tratamientos resulta ser más rentable para su uso en la empresa. En el cálculo del presupuesto parcial, para obtener el beneficio neto es necesario restar el total de los costos que varían respecto al beneficio bruto de campo, todo ello de manera individual para cada uno de los tratamientos. A continuación, se presenta la fórmula mediante la cuál se estimaron los beneficios netos, para cada una de las dietas (Ecuación 3):

$$BN_i = BB_i - CV_i \quad [3]$$

Donde:

BN<sub>i</sub>: beneficio neto total por dieta "i".

BB<sub>i</sub>: beneficio bruto por dieta "i".

CV<sub>i</sub>: costos que varían por dieta "i".

**Análisis de dominancia.**

El análisis de dominancia es un paso necesario al realizar el método de presupuesto parcial debido a que con el mismo se determina cuál de los tratamientos o dietas se debe de excluir o descartar en la toma de decisiones debido a que tiene costos variables más altos o beneficios netos más bajos.

Para efectuar el análisis de dominancia primero se deben ordenar los tratamientos de menor a mayor los costos totales que varían, entonces una vez realizado este paso, se dice que el tratamiento dominado es el que tiene los beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

**Tasa de retorno marginal.**

La tasa de retorno marginal demuestra cuanto adicionalmente puede el acuicultor esperar ganar aproximadamente, una vez que el mismo desee cambiar de dieta de engorde, o, de un tratamiento a otro. La TRM se obtiene dividiendo el beneficio neto marginal (aumento en beneficios netos) entre el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresado en porcentaje (CIMMYT, 1988).

**Tasa de retorno mínima aceptable.**

Es de gran importancia el tomar en consideración la tasa de retorno mínima aceptable debido a que a partir de la misma es donde se formulan las recomendaciones que debe de tomar en cuenta el acuicultor o productor. Basado en la experiencia y evidencias empíricas se ha dado a demostrar que, en la mayoría de situaciones de producción, la tasa de retorno mínima aceptable en los sistemas de producción agrícola se encuentra entre los rangos de 50% y 100% (CIMMYT, 1988).

**Recursos:**

Para la realización de este proyecto se utilizaron datos primarios obtenidos en la empresa Regal Springs (México) en el Lago Peñitas perteneciente al estado de Chiapas. Los materiales necesarios para la realización del proyecto fueron proporcionados por la empresa misma, estos materiales son: jaulas, mallas, redes, peces, alimentos varios, balanzas, transportes, entre otros.

Para la realización del análisis fue necesario el uso de las herramientas Excel, Word, y STATA.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados inicialmente muestran los beneficios brutos con sus análisis estadísticos respectivos, seguido de los costos que varían en la producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En los beneficios brutos se encuentra: peso promedio al día de cosecha, tasa de viabilidad y el precio de campo. En los costos que varían se encuentra: el consumo acumulado de alimento y el precio de los alimentos. Finalmente se encuentran los beneficios netos y el gráfico de beneficios netos.

#### **Beneficio bruto.**

Los beneficios brutos para la producción de tilapia fueron calculados multiplicando el producto de la población inicial, el peso promedio por pez, el precio de tilapia en el estado de Chiapas de la república de México y finalmente ajustado con el porcentaje de mortalidad.

**Biomasa de tilapia cosechada al finalizar el ciclo de engorde.** Los pesos de las tilapias el día de cosecha (Ecuación 2) para las diferentes marcas de alimento se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Regresión de la variable peso de tilapia sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base) al día de cosecha, Regal Springs (México), 2019.

Tratamiento	Coefficiente	Error estándar	t	Valor P	R <sup>2</sup>	N
<b>Purina</b> (base)	898.68	35.31	25.45	0.00	0.27	18
<b>Winfish</b>	-40.02	49.93	-0.80	0.44		
<b>Campi</b>	74.50	49.93	1.49	0.16		

Al realizar la regresión se observa que no hay diferencia significativa en la variable de peso entre Purina y Winfish, sin embargo, no una igualdad clara entre Purina y Campi. Adicionalmente, se procedió a realizar una prueba F (Cuadro 2) buscando identificar alguna diferencia significativa entre las marcas de alimento Winfish y Campi para el cual el resultado indica que no hay diferencia. Por los resultados anteriores, se separó la marca Campi de las marcas Winfish y Purina, realizando una segunda regresión (Cuadro 3) utilizando como base las marcas Winfish y Purina.

Cuadro 2. Prueba de Wald sobre igualdad de coeficientes de las marcas Winfish y Purina en regresión de peso de tilapia sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.

<b>Prueba (Winfish-Campi) <math>B_1 = B_2</math></b>	
F (1, 15) = 5.26	
Prob > F = 0.0367	

Cuadro 3. Regresión de la variable peso de tilapia sobre la variable categórica marca de alimento (Purina y Winfish como base) al día de cosecha, Regal Springs (México), 2019.

<b>Tratamiento</b>	<b>Coefficient e</b>	<b>Error estándar</b>	<b>t</b>	<b>Valor P</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>N</b>
<b>Intercept</b>	878.675	24.687	35.593	0.000	0.23	18
<b>Campi</b>	94.503	42.758	2.210	0.042		

En la segunda regresión se encuentra diferencia significativa por lo que, el producto Campi sobresale con una diferencia adicional de 94.503 g, es decir, 973 g/pez. Según Martínez y Chavez (2017), quienes evaluaron dos métodos de alimentación en la etapa de engorde, obtuvieron un peso de 1,085 aproximadamente en un tiempo de 157 y 165 días, tiempos similares al de este estudio.

Es recomendable realizar un análisis de índice hepático para verificar la efectividad de la conversión alimenticia del alimento de marca Campi, debido a que el análisis indicará el porcentaje de grasa y porcentaje de carne fresca.

#### **Precio de campo.**

El precio en campo por kilogramo de tilapia cosechada para las marcas de alimento Campi, Winfish y Purina fue de USD 1.56/Kg.

**Tasa de viabilidad.** La regresión realizada con la variable viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Cuadro 4), no muestra una diferencia significativa entre la marca de alimento Purina y las marcas de alimento de Winfish y Campi en la cantidad de tilapias muertas. También fue realizada una prueba Wald buscando identificar alguna diferencia significativa entre las marcas de alimento de Winfish y Campi (Cuadro 5), el cual indica que no hay diferencia. Tomando en cuenta que no hay diferencia, la tasa de supervivencia para las marcas de alimento Campi, Winfish y Purina fue unificada a 55.7%, uniformemente. Esta tasa fue necesaria para determinar la cantidad final de tilapias cosechadas, cuando inicialmente se sembraron 1,272 peces/m<sup>3</sup> por marca de alimento.

Cuadro 4. Regresión de tasa de viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.

Tratamiento	Coefficientes	Error estándar	t	Valor P	R <sup>2</sup>	N
<b>Purina</b>	0.56	0.02	22.68	0.00	0.05	18
<b>Winfish</b>	-0.02	0.04	-0.69	0.50		
<b>Campi</b>	0.00	0.04	0.11	0.92		

Cuadro 5. Prueba de Wald sobre igualdad de coeficientes de las marcas Winfish y Purina en regresión de tasa de viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.

Prueba (Winfish-Campi) $B_1 = B_2$
F (1, 15) = 0.14
Prob > F = 0.7130

**Beneficio bruto.** Los beneficios brutos (Cuadro 6) obtenidos para las marcas de alimento Campi, Winfish y Purina son de USD 974/m<sup>3</sup>, 974/m<sup>3</sup>, y 1,078m<sup>3</sup> al día de cosecha, respectivamente. El acuicultor obtiene un mayor beneficio bruto utilizando el producto Campi como alimento para tilapia nilótica (*O. niloticus*). Esto es debido a que el producto Campi genera una mayor ganancia de peso.

Cuadro 6. Beneficios brutos utilizando la tasa de viabilidad para una producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con una población inicial de 1,272 peces/m<sup>3</sup> y las marcas de alimento Purina Winfish y Campi en jaulas flotantes, Regal Springs (México), 2019.

Tratamiento	Peso promedio (g/pez)	Viabilidad (%)	# Peces final/m <sup>3</sup>	Biomasa (g)	Precio tilapia en campo (USD/kg)	Beneficio bruto (USD/m <sup>3</sup> )
<b>Purina</b>	879	56%	709	622,783	1.56	974
<b>Winfish</b>	879	56%	709	622,783	1.56	974
<b>Campi</b>	973	56%	709	689,765	1.56	1,079

### Costos que varían.

Algunos costos variables tales como los costos de mano de obra que se utilizó para alimentar, realizar cambios de mayas y el precio de compra de los alevines, no fueron tomados en cuenta para el cálculo de los costos que varían. Estos costos no difieren entre las marcas de alimento a utilizar para la evaluación. Por último, el consumo acumulado de alimento que se suministró a los peces, sí fue tomado en consideración para determinar los costos que varían, los mismos son mostrados a continuación.

**Consumo acumulado de alimento en el ciclo de engorde.** Una variable que fue tomada en consideración para el cálculo de costos que varían es la variable de consumo acumulado en la producción de tilapia.

Para obtener el consumo acumulado de alimento fue necesario realizar un análisis de regresión lineal con el uso de las variables categóricas de las diferentes marcas de alimento utilizando como variable dependiente el consumo acumulado. El propósito de realizar la regresión es determinar si existe diferencia significativa en el consumo acumulado de las marcas de aliemento Purina, Winfish y Campi en el período de engorde.

La regresión realizada de consumo acumulado (Cuadro 7) demuestra que no hay diferencia significativa en el consumo de las diferentes dietas. También fue realizada una prueba de Wald (Cuadro 8) buscando identificar alguna diferencia significativa entre las marcas de alimento de Purina y Winfish

Cuadro 7. Regresión de consumo acumulado de alimento sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base) al finalizar el ciclo de engorde, Regal Springs (México), 2019.

Tratamiento	Coefficientes	Error estándar	t	Valor P	R <sup>2</sup>	N
<b>Purina</b> <b>(base)</b>	1,777.31	103.02	17.25	0.00	0.04	18
<b>Winfish</b>	110.15	145.69	0.76	0.46		
<b>Campi</b>	55.54	145.69	0.38	0.71		

Cuadro 8. Prueba de Wald sobre igualdad de coeficientes de las marcas Winfish y Purina en regresión de tasa de viabilidad sobre la variable categórica marca de alimento (Purina como base), Regal Springs (México), 2019.

<b>Prueba (Winfish-Campi) <math>B_1 = B_2</math></b>
F (1, 15) =0.14
Prob > F =0.7230

El resultado de la prueba F indica que no hay diferencia. Por último, al no presentar diferencia, fue calculado un promedio de consumo de alimento acumulado de 1,832.54 kilogramos de alimento por tilapia.

Los costos que varían (Cuadro 9) se encuentran a continuación en conjunto a las variables de peso acumulado y el número de peces finales. Los costos variables varían entre marcas únicamente por el costo comercial de cada marca de alimento. El costo comercial difiere entre las marcas debido a los precios que salen al mercado.

Cuadro 9. Costos que varían en el consumo según la tasa de supervivencia de una producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) con una siembra inicial de 1,272 alevines/m<sup>3</sup>, Regal Springs (México), 2019.

Tratamiento	Consumo acumulado (g/pez)	Costo de alimento (USD/g)	# Peces final	Costos de alimentación (USD/pez)	Costos que varían (USD/m <sup>3</sup> )
<b>Purina</b>	1833	0.000600	709	1.10	779
<b>Winfish</b>	1833	0.000683	709	1.25	888
<b>Campi</b>	1833	0.000561	709	1.03	729

#### **Beneficios netos y tasa de retorno marginal.**

Los beneficios netos (Cuadro 10) fueron calculados al restar los costos que varían de los beneficios brutos. Estos fueron obtenidos en la producción de 1,272 peces/m<sup>3</sup>.

El beneficio neto más alto se obtiene con la marca de alimento Campi. Esto debido a que tuvo una mayor conversión alimenticia respecto a las demás marcas de alimento y por lo tanto una mayor ganancia de peso.

La tasa de retorno marginal TRM no se obtuvo debido a que, al realizar el análisis de dominancia, dos de las tres marcas de alimento resultaron ser tratamientos dominados.

Cuadro 10. Beneficios netos por marca de alimento en la producción de tilapia (USD/m<sup>3</sup>) nilótica (*Oreochromis niloticus*), Regal Springs (México), 2019.

Concepto	Tratamientos		
	Campi	Purina	Winfish
Beneficio bruto	1,078.48	973.75	973.75
Costos que varían	728.73	779.00	887.64
Beneficios netos	349.76	194.75	86.11
Cambio en costos que varían	---	N/A	N/A
Cambio en beneficios netos	---	N/A	N/A
Tasa de retorno marginal	---	"dominado"	"dominado"

A continuación, se presentan gráficamente los beneficios netos y los costos que varían para cada una de las marcas de alimento. No se obtuvo la curva de beneficios netos debido a que las marcas de alimento Purina y Winfish resultaron ser marcas de alimento dominadas por la marca Campi. La mejor alternativa recomendable para el uso de la empresa es la marca de alimento Campi, debido a que esta domina a las marcas Purina y Winfish en términos de costos que varían y beneficios netos.

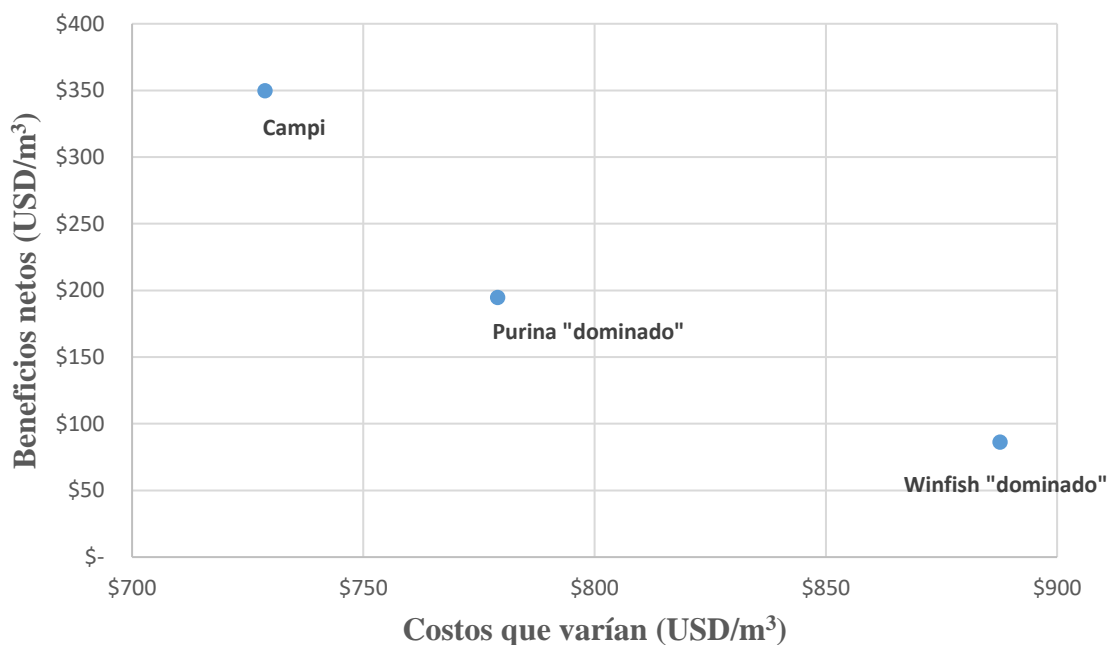


Figura 1. Gráfico de beneficios netos (USD/producción de 1,272 tilapias nilóticas por m<sup>3</sup>) para las marcas de alimento Purina, Winfish y Campi en la producción de tilapia nilótica, Regal Springs (México), 2019.

#### **4. CONCLUSIONES**

- La marca de alimento Campi obtiene los menores costos que varían en la producción de tilapia, al contrario de la marca Winfish que incurre los costos más elevados, debido a los precios de los alimentos en el mercado. La marca Campi obtiene los beneficios brutos más altos en la producción en comparación a las marcas Purina y Winfish, debido a que el alimento de marca Campi, genera una mayor ganancia de peso.
- La marca de alimento Campi genera el beneficio neto más alto seguido de la marca Purina y Winfish, debido a que la marca Campi obtiene un mayor beneficio bruto y un menor costo que varía en la producción de tilapia nilótica.
- La marca de alimento Campi para engorde de tilapia es la mejor alternativa para la empresa Regal Springs (México) en comparación a las marcas Purina y Winfish, debido a que el alimento Campi domina a las marcas Purina y Winfish en términos de costos que varían y beneficios netos.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Evaluar y comparar el alimento Campi con otras marcas y aditivos que ayuden a mejorar el rendimiento en campo y aumenten los beneficios netos del agricultor.
- Realizar un análisis de índice hepático para identificar si en realidad el peso obtenido es generado con un bajo porcentaje de grasa con el alimento Campi.

## 6. LITERATURA CITADA

AQUA. (2016). Centroamérica: Avances en el cultivo de tilapia y cobia. Recuperado de <http://www.aqua.cl/reportajes/centroamerica-avances-cultivo-tilapia-cobia/>

Bhujel, R. (2002). Manejo Alimentario para Tilapia. MAGyP. Recuperado de: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/\\_archivos//000008-Tilapia/071201\\_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/_archivos//000008-Tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php)

Estrada, Lorenzo. (2008). Estudio de factibilidad: cultivo de la tilapia roja en estanques en el municipio de Lima, Santa Barbara. Tegucigalpa, Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras

El-Sayed AFM. (2006). Tilapia Culture. 1a ed. Oxfordshire (UK): CABI Publishing. 277 p.

Gobierno de México (2018). Acuicultura comercial (Generalidades) México. Recuperado: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia>

FAO. (2018). Proyecto “alimentación de peces por métodos alternativos no convencionales”. gira de estudio a México, Costa Rica y Jamaica. Informe final. <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag177s/AG177S04.htm>

FAO. (2017). Acuicultura: Desarrollo de la acuicultura [internet]. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/aquaculture/es/>.

FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/es/>

INP, I. (2018). Acuicultura/ Tilapia. gob.mx. Recuperado de <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia>

Martínez A; Chávez J. (2017). Producción de tilapia en la etapa de engorde con dos estrategias de alimentación. Tesis Ing Agr. Escuela Agrícola Panamericanas El Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6020/1/CPA-2017-036.pdf>

Meyer D, Meyer ST. (2007). Reproducción y cría de alevines de tilapia. Zamorano. Recuperado de: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4189/1/01>.

Nicovita. (2012). Manual de Crianza de Tilapia. 2019. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>

Pangeanimales (2018). Tilapia: características, que come, donde vive y curiosidades. Recuperado de: <https://pangeanimales.com/peces/tilapia/>

Saavedra, M. (2006). Manejo del Cultivo de Tilapia. Managua Nicaragua. USAID, University of Rhode Island, University of Hawaii and CIDEA, USA. 22 p.