



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Efecto del biofertilizante a base de espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre la productividad de pepino (*Cucumis sativus*) en un sistema acuapónico con tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

Vivanco Viteri, Byron Wilfrido

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.

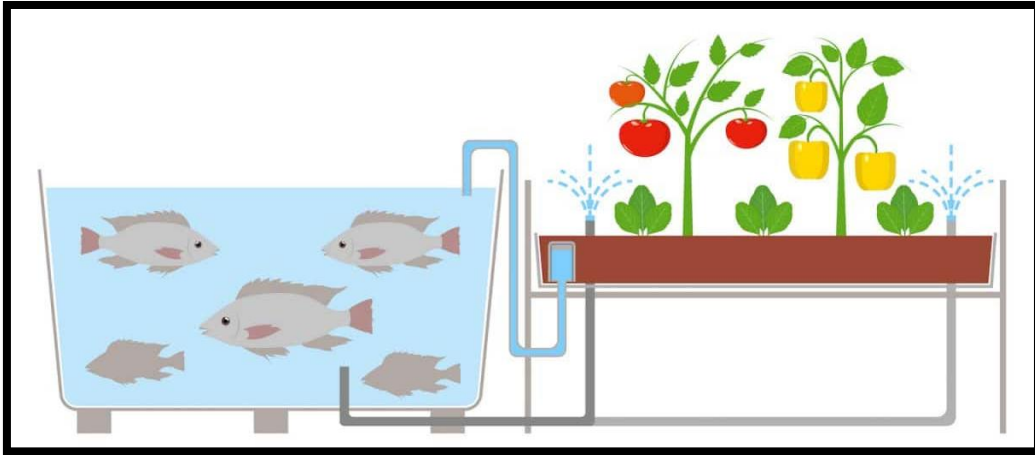
10 de febrero del 2022



INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La acuicultura es un área con amplia productividad, brinda alimentos de alta calidad nutritiva.



La fertilización foliar es un complemento a la nutrición de las plantas en el subsistema hidropónico, sin fertilización bajos rendimientos.



La biofertilización con extractos de algas y cianobacterias permite alcanzar rendimientos iguales a la fertilización inorgánica; producción orgánica.

Los acuapónicos son sistemas integrados de piscicultura e hidroponía, producción sostenible



La espirulina (*Arthrospira platensis*) es utilizada ampliamente en distintas áreas, por tener un composición completa.

INTRODUCCIÓN

Justificación

La calidad del pepino, depende de la cantidad disponible de nutrientes durante su etapa de desarrollo.



La biofertilización orgánica con espirulina produce frutos con mayor cantidad de proteínas y minerales.

Plantas vigorosas, con hojas amplias y frondosas.



Pepinos de gran tamaño, buen color y excelente calidad.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estimar la producción del cultivo de pepino biofertilizado foliarmente con espirulina a diferentes dosis en un sistema acuapónico con tilapia roja.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de cinco concentraciones de espirulina en la productividad y bromatología de pepino dentro del sistema acuapónico.
- Determinar el efecto de cinco concentraciones de espirulina sobre pepino en el flujo de nutrientes del sistema acuapónico.
- Analizar la viabilidad económica de la adición de espirulina en pepino en un sistema acuapónico.

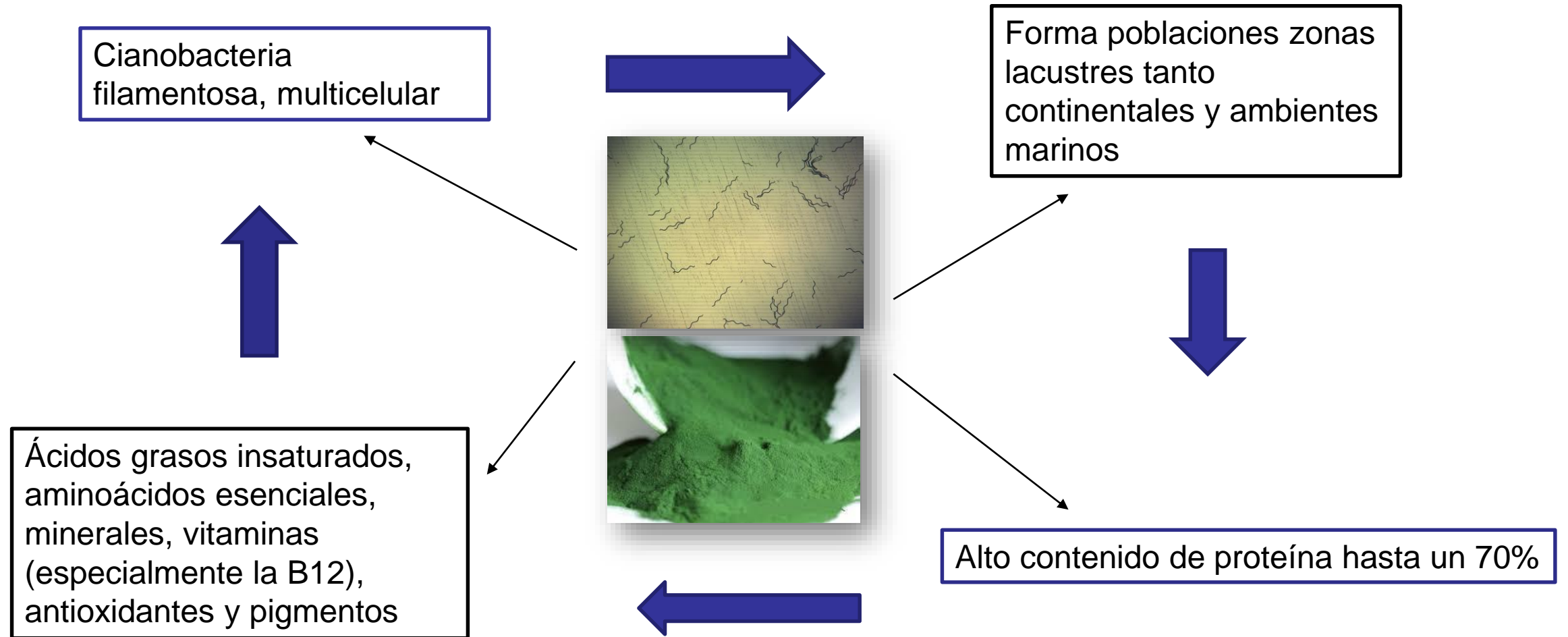


HIPÓTESIS

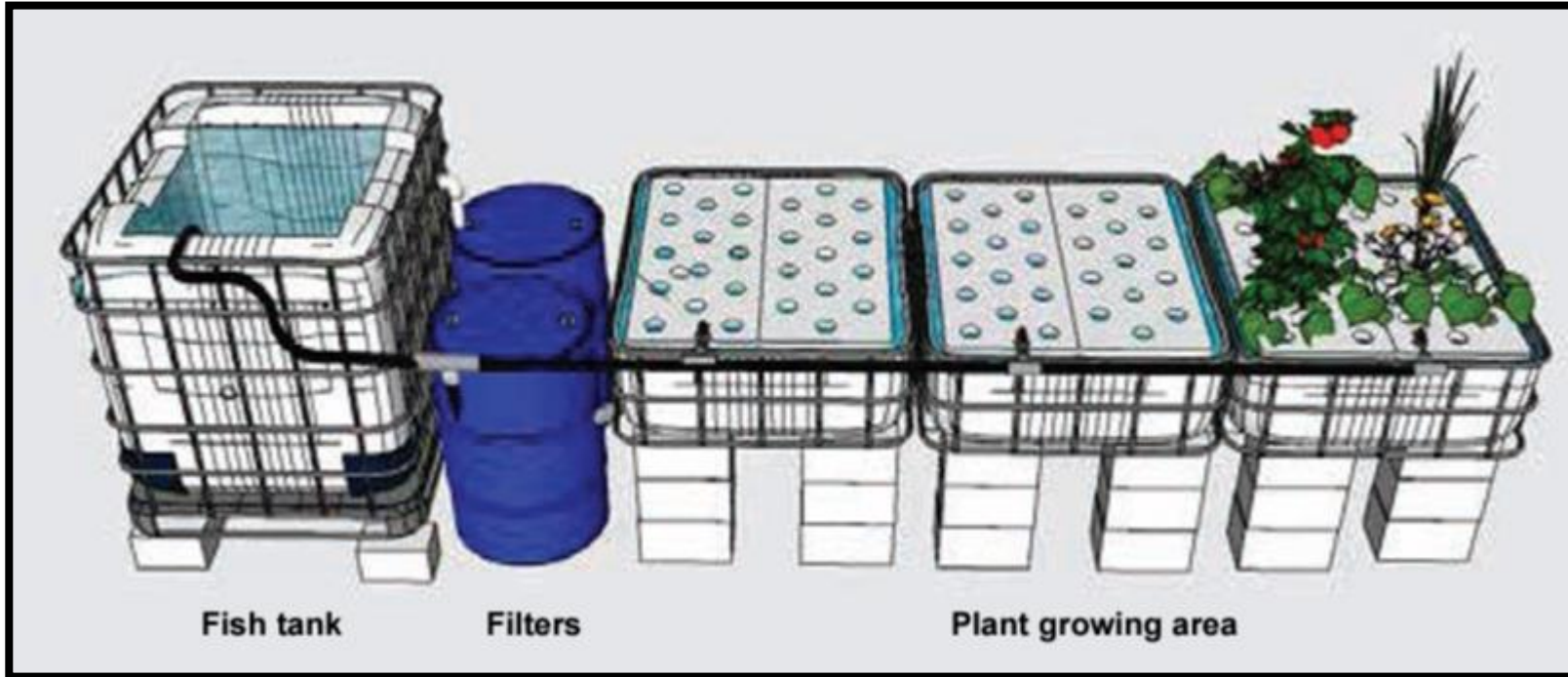
- H0: Las plantas de pepino biofertilizadas con diferentes dosis de espirulina en un sistema acuapónico de tilapia presenta similar producción que las plantas de pepino sin fertilización.
- H1: Las plantas de pepino biofertilizadas con diferentes dosis de espirulina en un sistema acuapónico de tilapia presenta mayor producción que las plantas de pepino sin fertilización.



REVISIÓN DE LITERATURA



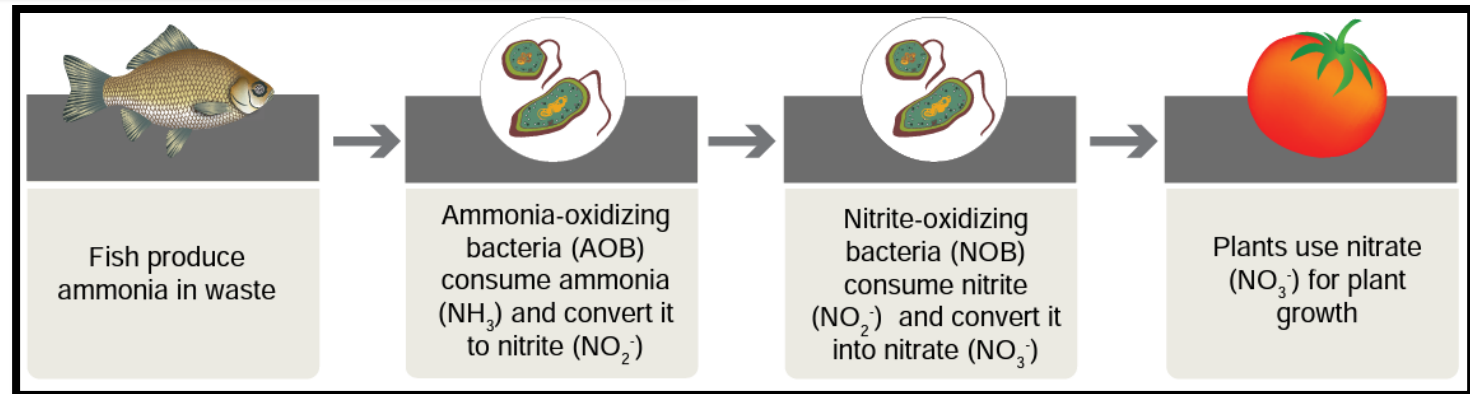
REVISIÓN DE LITERATURA



Las aguas efluentes con macronutrientes NPK de los peces sirven como nutrientes para las plantas en hidroponía

El proceso de nitrificación es el metabolismo del oxígeno y el nitrógeno, por bacterias, fitoplancton y algunas microalgas

Sistemas acuapónicos, producción sostenible, orgánica y reutilización de agua dulce.

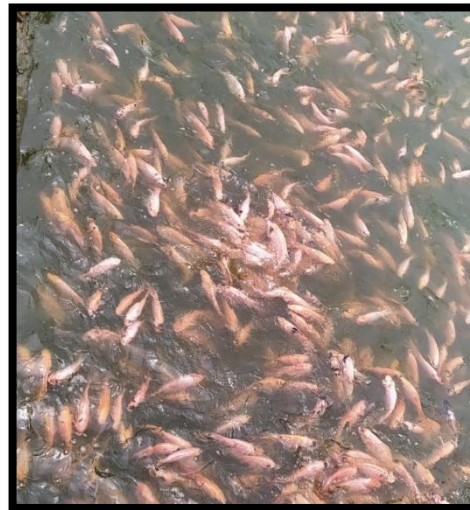


REVISIÓN DE LITERATURA



La tilapia híbrida roja (*Oreochromis* sp.) es una de las especies más cultivadas y económicamente importante en Ecuador.

La tilapia es el tercer producto acuícola importado en los Estados Unidos después del camarón y el salmón del Atlántico (Angamarca, 2017).



La tilapia es capaz de vivir en cualquier cuerpo de agua que le ofrezca alimento suficiente y unas mínimas condiciones del agua.



REVISIÓN DE LITERATURA



Cucumis sativus

Cada 100 g de porción de pepino

Nutriente	Unidad	Cantidad	Minerales	Unidad	Cantidad
Energía	Kcal	13	Calcio	mg	17
Proteínas	g	0,7	Hierro	mg	0,3
Lípidos	g	0,2	Magnesio	mg	9
Carbohidratos	g	1,9	Zinc	mg	0,16
Fibra	g	0,5	Potasio	mg	140
Agua	g	96,7	Fósforo	mg	20

<i>Etapa Fenológica</i>	DDS	T° Día (°C)	T° Noche (°C)	HR (%)	pH	CE (dS.m ⁻¹)
Germinación/Emergencia	0 - 14	25	25	90		
Crecimiento vegetativo	15 - 28	23	18	90		
Floración	29 - 42	24	19	80	5,5 - 6,5	1,5 - 3
Fructificación	43 - 56	25	20	75		
Llenado de frutos	57 - 69	25	20	75		
Cosecha	70 - 75					

Actualmente se utilizan métodos de fortificación para incrementar el valor nutricional y económico (Cortés et al., 2011).



METODOLOGÍA

Ubicación del lugar de investigación



Nota: Tomado de (Google maps, 2022).

Provincia de Pichincha
Cantón Quito
Parroquia Nanegal
Centro Piscícola Nanegal

El Centro Piscícola Nanegal se encuentra a una altitud de 1199 metros, con una extensión de 1,5 hectáreas.

Temperatura: 22 – 24 °C
promedio, 29 °C máxima y 12 °C
mínima.

Precipitación: 2 058 mm.año⁻¹

Humedad relativa: 86%



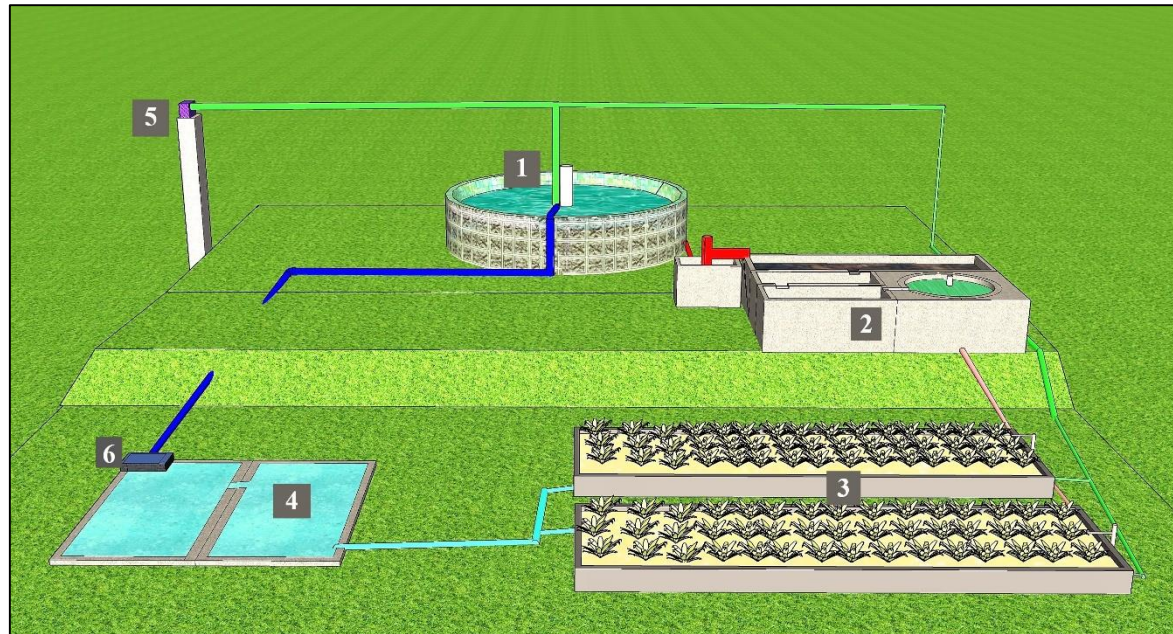
ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA

Establecimiento del proyecto

Para la experimentación se utilizó el sistema acuapónico del GAD provincial de Pichincha, con un total de 1 700 tilapias con un peso inicial de $82,09 \pm 5,35$ g

Luego se procedió a trasplantar 90 plantas de pepino a los subsistemas de balsa flotante, con la finalidad de fertilizarlas foliarmente con el bioproducto a base de espirulina.



Nota:

- 1: estanque de tilapias,
- 2: sistema de nitrificación,
- 3: hidropónico en balsas flotantes,
- 4: estanque de sedimentación,
- 5: blower,
- 6: bomba de agua.

METODOLOGÍA

Instalación de plantas de pepino



Distancia de siembra de 30 cm entre plantas y 40 cm entre hilera.



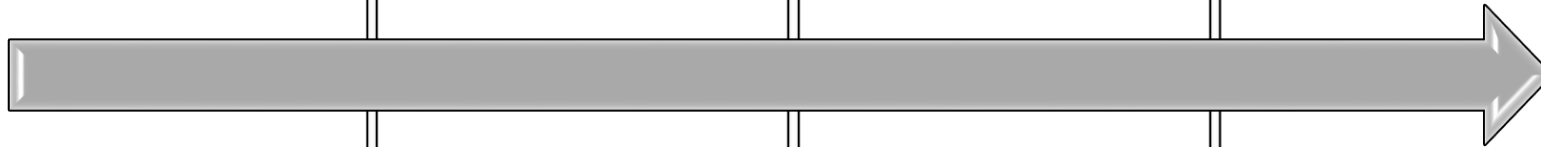
Eliminación de turba de las raíces.



Colocación de esponja y vaso (soporte).

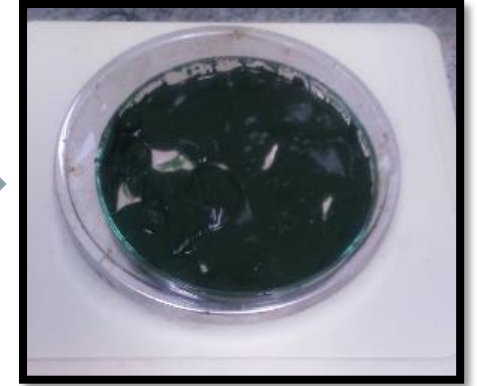


Ubicación de 90 plantas de las plantas en las BF.



METODOLOGÍA

Preparación del biofertilizante a base de espirulina



T ₀	0 g.L ⁻¹
T ₁	2 g.L ⁻¹
T ₂	4 g.L ⁻¹
T ₃	6 g.L ⁻¹
T ₄	8 g.L ⁻¹



METODOLOGÍA

Manejo de los peces



$$n = \frac{\left(t_{\frac{\alpha}{2}gl}\right)^2 * (CV\%)^2}{(E\%)^2}$$

Donde:

- n = Muestra
- $t_{\frac{\alpha}{2}gl}$ = el valor del estadístico "t student"
- CV% = coeficiente de variación
- E% = error de muestreo

Calculo de la alimentación semanal.
Medidas de peso, largo total, largo parcial y ancho semanalmente.
Calculo de parámetros productivos semanalmente.

METODOLOGÍA

Diseño experimental

El proyecto se realizó mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + F + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Productividad de pepino

μ = Media general

F = Efecto de la i -ésima biofertilización foliar

e_{ij} = Error experimental

T	R	1	2	3	T	R	1	2	3
T4	R3	4	5	6	T2	R2	4	5	6
T0	R3	1	2	3	T3	R1	1	2	3
T1	R2	4	5	6	T4	R1	4	5	6
T0	R1	1	2	3	T0	R2	1	2	3
T4	R2	4	5	6	T1	R3	4	5	6
T1	R1	1	2	3	14	R3	1	2	3
T3	R2	4	5	6	T3	R3	4	5	6
T2	R1	1	2	3	T2	R1	4	5	6



METODOLOGÍA

Variables a medir

Sistema acuapónico		Plantas	
Parámetros	Unidades	Parámetros	Unidades
pH		Número de hojas	
Temperatura	°C	Número de flores	
Conductividad Eléctrica	us/cm	Número de frutos	
Total Sólidos Disueltos	mg/l	Relación hojas/flores	
Oxígeno Disponible	mg/l	Relación hojas/frutos	
Fosfatos	mg/l	Clorofila	%
Nitrito	mg/l	Peso del fruto	g
Nitrato	mg/l	Largo del fruto	cm
Amonio	mg/l	Ancho del fruto	cm
		Bromatológico del fruto	%



METODOLOGÍA

Variables a medir

Peces	
Parámetros	Unidades
Peso	g
Largo total	cm
Largo parcial	cm
Ancho	cm
Ganancia de peso	g/día
Tasa de crecimiento específico	%/día
Factor de conversión alimenticia	
Eficiencia alimenticia	

Análisis de presupuesto parcial

Propuesto por Perrin et al. (1988), toma en cuenta los costos variables y el beneficio neto para el cálculo de una tasa de retorno marginal.

Análisis estadístico

Se normalizó los datos verificando el análisis de varianza con las pruebas de Shapiro Wilks y Levene.

Se realizó un análisis de varianza con todos los datos obtenidos.

Se aplicó la prueba de Tukey para el análisis de medias, con un nivel de significancia de $p=0,05$.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones físico químicas del agua

Media \pm desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos del agua en los diferentes componentes del sistema acuapónico, $n = 248$, correspondiente al mes de octubre.

Parámetro	Estanques			
	Balsas flotantes	Nitrificador	Recirculación	Tilapia
Temperatura (°C)	22,7 \pm 1,18 a	22,9 \pm 1,21 a	22,9 \pm 1,02 a	23,3 \pm 1,35 b
pH	7,27 \pm 0,27 a	7,68 \pm 0,25 c	7,44 \pm 0,25 b	7,85 \pm 0,27 d
Salinidad (PSI)	0,14 \pm 0,06 b	0,17 \pm 0,05 c	0,12 \pm 0,05 a	0,19 \pm 0,06 d
CE (uS.cm ⁻²)	211,75 \pm 65,97 a	243,08 \pm 69,9 b	209,6 \pm 64,02 a	240,53 \pm 77,96 b
TDS (ppm)	127,38 \pm 33,72 a	124,83 \pm 37,46 a	125,42 \pm 35,32 a	150,28 \pm 40,45 b
O ₂ disponible (mg.L ⁻¹)	8,07 \pm 0,58 a	8,11 \pm 0,6 a	8,09 \pm 0,59 a	8,06 \pm 0,62 a

Nota: Medias en la misma fila con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Rakocy et al. (2004)

(Wongkiew et al., 2017) pH ligeramente alcalino

Cervantes et al. (2016) OD = 6,76 \pm 0,23 mg.L⁻¹

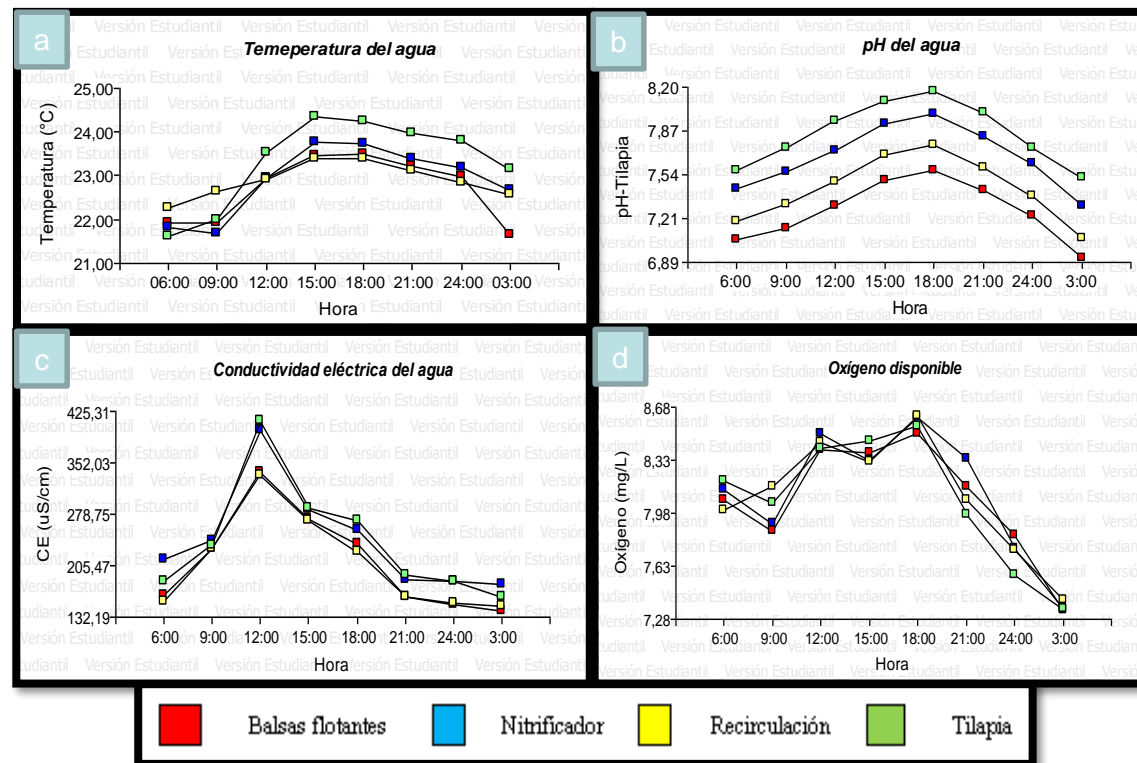
Gichana et al. (2019) OD = 3,81 \pm 0,27 mg.L⁻¹



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones físico químicas del agua

Fluctuación promedio durante el día de los parámetros de calidad del agua



La temperatura varía a medida que pasan las horas del día.

El pH del agua varía en el día por la fotosíntesis, y durante la noche a causa de la respiración.

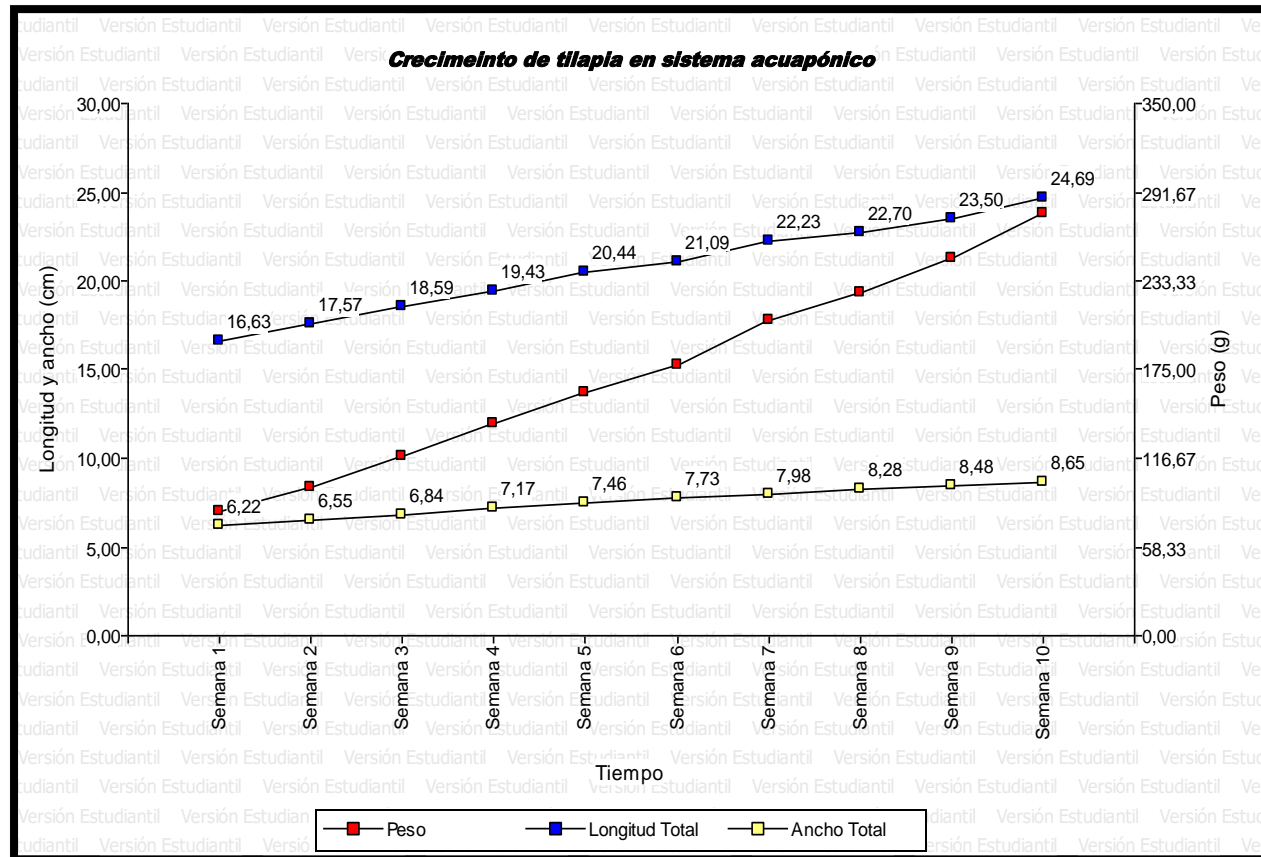
La conductividad eléctrica varía en función de la cantidad de sólidos disueltos totales.

El oxígeno desciende luego de 18 horas ya que la respiración es bastante intensa (Goddek et al., 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del desarrollo de las tilapias

Promedio del peso, longitud total y ancho total que describen el crecimiento de las tilapias durante 10 semanas.



Al final de las 10 semanas las tilapias presentaron las siguientes ganancias:

Biomasa: 195,09 g

Largo: 8,06 cm

Ancho: 2,43 cm



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del desarrollo de las tilapias

Medias \pm desviación estándar de los parámetros productivos de tilapia en un sistema acuapónico. n=63

Semana	Parámetros productivos					
	Peso (g)	BG (g)	FCA	EA	TCE (%.día ⁻¹)	GP (g.día ⁻¹)
1	82,09 \pm 5,35	17,70 \pm 3,66 c	1,31 \pm 0,25 b	78,60 \pm 13,07 a	3,54 \pm 0,92 a	2,53 \pm 0,52 c
2	97,84 \pm 11,37 ab	15,75 \pm 6,78 c	1,79 \pm 0,72 a	63,06 \pm 19,41 c	2,44 \pm 0,89 b	2,25 \pm 0,97 c
3	118,14 \pm 19,72 b	20,30 \pm 11,67 c	1,40 \pm 0,28 ab	74,13 \pm 13,44 b	2,60 \pm 1,20 b	2,90 \pm 1,67 c
4	139,32 \pm 18,66 ab	21,18 \pm 8,08 c	1,32 \pm 0,24 ab	78,24 \pm 12,51 a	2,42 \pm 0,92 b	3,03 \pm 1,15 c
5	159,14 \pm 18,92 ab	19,83 \pm 7,93 c	1,34 \pm 0,22 ab	76,57 \pm 11,94 a	1,92 \pm 0,80 c	2,83 \pm 1,13 c
6	178,07 \pm 7,37 a	18,92 \pm 12,62 c	1,64 \pm 0,43 a	64,78 \pm 20,46 c	1,70 \pm 1,30 d	2,70 \pm 1,80 c
7	207,33 \pm 18,12 ab	29,22 \pm 10,37 a	1,22 \pm 0,12 b	82,48 \pm 8,28 a	2,14 \pm 0,63 c	4,17 \pm 1,48 a
8	225,33 \pm 18,12 b	18,04 \pm 5,01 c	1,53 \pm 0,43 ab	70,25 \pm 19,81 b	1,19 \pm 0,32 e	2,58 \pm 0,72 c
9	248,35 \pm 12,38 ab	23,02 \pm 8,69 b	1,31 \pm 0,27 b	79,31 \pm 14,20 a	1,42 \pm 0,58 d	3,29 \pm 1,24 b

Gichana et al. (2019)

TCE = 0,49 \pm 0,18 %.día⁻¹;

FCA = (2,4 \pm 0,3).

Babatunde et al. (2019)

TCE = (2,92 %.día⁻¹)

Nota: *BG: biomasa ganada (semanalmente); *GP: ganancia de peso; *TCE: Tasa de crecimiento específica; *FCA: factor de conversión alimenticia; *EA: eficiencia alimenticia. Los valores cd, letras, coeficientes de variación y los números de la columna 5 son diferentes estadísticamente con base en la prueba de Tukey (P<0.05) para las variables Peso y FCA. Para el resto de variables se usó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los procesos de nitrificación

Medias \pm desviación estándar del flujo de amonio, nitrito, nitrato y fosfato en las balsas flotantes de las plantas de pepino bajo 5 dosis diferentes de espirulina. $n=7$

Tratamiento	Nutrientes inorgánicos (mg.L ⁻¹)			
	Amonio	Nitrito	Nitrato	Fosfato
T0	0,27 \pm 0,13 a	0,15 \pm 0,10a	1,20 \pm 0,37 a	0,15 \pm 0,02 a
T1	0,22 \pm 0,12 ab	0,13 \pm 0,08 ab	1,05 \pm 0,34 ab	0,12 \pm 0,03 ab
T2	0,12 \pm 0,03 b	0,19 \pm 0,10 a	0,89 \pm 0,28 ab	0,10 \pm 0,02 b
T3	0,16 \pm 0,08 ab	0,12 \pm 0,06 ab	0,76 \pm 0,24 ab	0,10 \pm 0,02 bc
T4	0,13 \pm 0,07 ab	0,07 \pm 0,05 b	0,60 \pm 0,19b	0,06 \pm 0,02 c

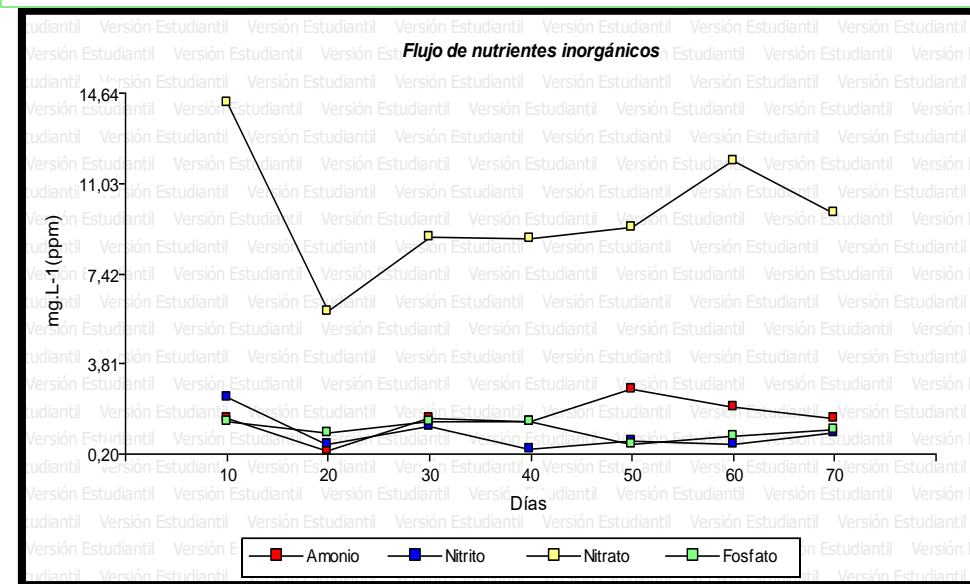
Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes estadísticamente con base en la prueba de Tukey (P<0,05).

Medias \pm desviación estándar del contenido de amonio, nitrito, nitrato y fosfato en los diferentes estanques del sistema acuapónico. $n=7$

Estanques	Nutrientes inorgánicos (mg.L ⁻¹)			
	Amonio	Nitrito	Nitrato	Fosfato
Tilapia	3,14 \pm 1,77 a	1,73 \pm 1,34 a	16,35 \pm 5,20 a	1,55 \pm 0,45 a
Nitrificación	1,29 \pm 0,69 b	0,86 \pm 0,54 ab	8,58 \pm 3,92 b	1,17 \pm 0,46 ab
Recirculación	0,51 \pm 0,27 b	0,46 \pm 0,42 b	4,58 \pm 1,65 c	0,75 \pm 0,23 b

Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes estadísticamente con base en la prueba de Tukey (P<0,05).

Medias del contenido de nitrito, nitrato, fosfato y amonio de los distintos estanques que componen el sistema acuapónico.



(Yavuzcan et al., 2017)

Cervantes et al.(2016) reportaron 110,00 \pm 28,90 mg.L⁻¹ de nitrato



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis productivos de las plantas de pepino

Medias \pm DE de las variables de productividad de las plantas de pepino bajo 5 dosis de espirulina en un sistema acuapónico.

Variable	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Altura (cm)	117,82 \pm 7,25 d	122,94 \pm 4,08 c	126,89 \pm 1,84 c	134,56 \pm 1,73 b	147,06 \pm 4,74 a
Hojas (unidades)	33,44 \pm 2,04 c	34,11 \pm 2,70 c	35,22 \pm 2,92 bc	37,22 \pm 3,83 ab	39,78 \pm 3,62 a
Flores (unidades)	4,83 \pm 1,29 b	4,78 \pm 1,06 b	5,89 \pm 1,23 ab	6,06 \pm 1,30 a	5,50 \pm 1,10 ab
Frutos (unidades)	11,89 \pm 2,03 d	15,00 \pm 2,89 c	14,17 \pm 2,62 bc	16,50 \pm 2,50 b	19,22 \pm 1,70 a
Clorofila (%)	11,80 \pm 6,20 b	14,00 \pm 4,05 ab	16,32 \pm 3,80 ab	16,08 \pm 4,31 ab	17,11 \pm 4,11 a
Hoja/Flor	14,88 \pm 10,36 a	16,21 \pm 6,95 a	16,58 \pm 10,33 a	16,04 \pm 10,01 a	17,99 \pm 11,97 a
Hoja/Fruto	15,98 \pm 8,03 a	10,09 \pm 1,57 c	10,32 \pm 2,04 c	11,16 \pm 1,63 bc	13,52 \pm 4,40 ab

Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes estadísticamente con base en la prueba de Tukey (P<0,05).

Marcano et al., (2012)
alturas a las 7
semanas de 164,5 y
177,95 cm.
49 pepinos por planta

Oyervides (2004)
19,7 hojas por planta.
7 a 8 frutos por planta

Barraza (2015)
Mayor cantidad de
nutrientes = hojas y
frutos mayor clorofila



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis productivos de las plantas de pepino

Medias \pm desviación estándar de las variables del peso, largo y ancho de los frutos de pepino bajo 5 dosis de espirulina en un sistema acuapónico. $n = 18$

	Peso		Largo		Ancho	
T0	229,00 \pm	35,04 b	16,43 \pm 0,76 b	4,73 \pm 0,42 a		
T1	281,33 \pm	67,49 b	15,83 \pm 1,20 b	5,20 \pm 0,89 a		
T2	278,67 \pm	28,04 b	18,27 \pm 1,01 b	4,83 \pm 0,21 a		
T3	331,33 \pm	11,02 ab	19,03 \pm 0,70 ab	5,37 \pm 0,21 a		
T4	493,67 \pm 121,33 a	22,10 \pm 1,90 a	6,10 \pm 0,66 a			

Valores con letras diferentes en la misma columna son diferentes estadísticamente con base en la prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Oyervides, (2004)
pepino hidropónico en
invernadero cosechó
pepinos con un peso
entre 500 a 700 g



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis productivos de las plantas de pepino

Medias \pm DE del análisis bromatológico de la biomasa de frutos de pepino bajo 5 dosis de espirulina en un sistema acuapónico.

Variable	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Proteína (%)	0,25 \pm 0,03 ab	0,15 \pm 0,03 b	0,35 \pm 0,06 a	0,29 \pm 0,06 ab	0,31 \pm 0,07 a
Ceniza (%)	7,74 \pm 1,42 b	9,58 \pm 0,41 ab	10,26 \pm 0,48 ab	11,80 \pm 0,95 a	12,44 \pm 1,58 a
Humedad (%)	91,91 \pm 1,46 a	89,85 \pm 0,90 a	89,36 \pm 0,88 a	88,7 \pm 3,61 a	87,10 \pm 0,73 a
Grasa (%)	3,91 \pm 0,73 d	3,82 \pm 1,21 c	4,79 \pm 0,38 bc	4,95 \pm 0,10 b	5,43 \pm 0,25 a
Fibra (%)	14,85 \pm 1,19 b	15,44 \pm 0,62 b	14,95 \pm 0,72 b	16,37 \pm 1,40 b	19,02 \pm 0,57 a

Valores con letras diferentes en la misma fila son diferentes estadísticamente con base en la prueba de Tukey (P<0,05).

Hassan et al. (2021) y Eslamboly et al. (2019)

Atzori et al. (2020)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis económico de la producción

Presupuesto parcial de la producción de fresa fertilizada con diferentes concentraciones de espirulina (Arthrospira platensis).

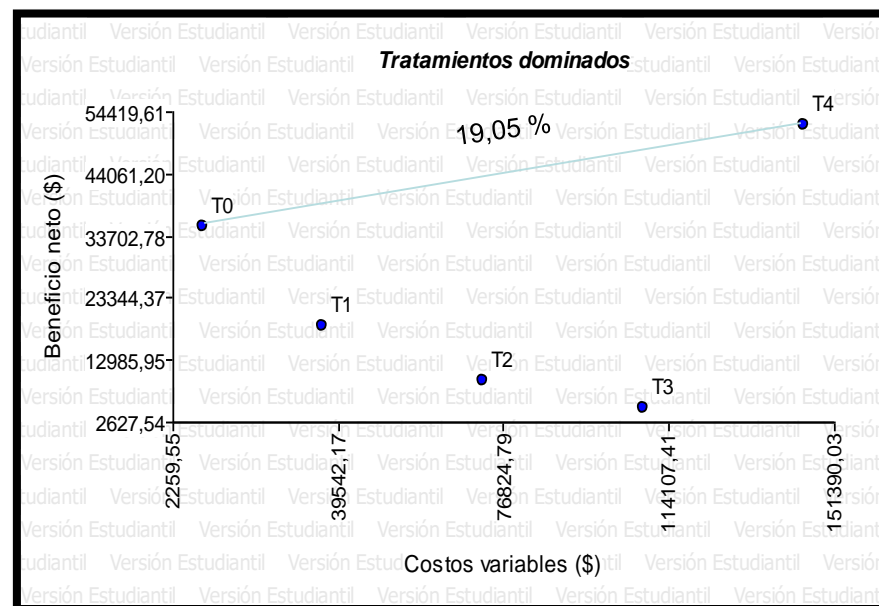
Descripción	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Rendimiento medio (Kg/ha)	37.633,86	58.376,67	54.585,23	75.626,83	131.117,87
Rendimiento ajustado (Kg/ha)	28.225,40	43.782,50	40.938,92	56.720,13	98.338,40
Beneficio bruto (\$/ha)	\$ 35.281,74	\$ 54.728,13	\$ 81.877,84	\$ 113.440,25	\$ 196.676,80
<i>Costo de espirulina (\$/ha)</i>	-	\$ 27.114,63	\$ 54.229,26	\$ 81.343,90	\$ 108.458,53
<i>Costo de mano de obra (\$/ha)</i>	\$ 9.038,21	\$ 9.038,21	\$ 18.076,42	\$ 27.114,63	\$ 36.152,84
Total costos variables (\$/ha)	\$ 9.038,21	\$ 36.152,84	\$ 72.305,69	\$ 108.458,53	\$ 144.611,37
Beneficio neto (\$/ha)	\$ 26.243,53	\$ 18.575,28	\$ 9.572,15	\$ 4.981,72	\$ 52.065,43

Calderón et al. (2019) = ganancias obtenidas son del 50%.

Ramírez et al. (2008) = resolver problemas de escasez de alimentos y fuentes de empleo.

Suárez et al. (2021) = producir alimentos saludables de calidad de manera sustentable y con autonomía propia.

Tasa de retorno marginal existente entre los tratamientos no dominados



CONCLUSIONES

- La productividad de pepino se incrementó con la aplicación foliar de biofertilizante obtenido a partir de espirulina (*Arthrospira platensis*) a una dosis de 8 g.L⁻¹ presentando una mayor altura, mayor número de hojas y mayor rendimiento por hectárea.
- La composición bromatológica de los frutos del pepino fue mayor en aquellos frutos del T4, los cuales presentaron mayor cantidad de proteína, fibra y lípidos que el testigo.
- El desecho de los metabolitos y la descomposición del sobrante del alimento suministrado a las tilapias generó nutrientes de manera constante y brindó un soporte fundamental para el desarrollo del pepino.
- La aplicación de diferentes dosis de biofertilizante foliar de espirulina incrementó la absorción de nutrientes del sistema acuapónico, evidenciándose una disminución de los nutrientes inorgánicos en el estanque de recirculación.
- El mayor beneficio neto fue presentado por el T4 con un valor de \$ 52.065,43 y su tasa de retorno marginal fue de 19,05 %, lo que indica que por cada dólar invertido en pasar del T0 al T4 se obtendrán \$ 0,1905 de beneficio neto.
- El sistema acuapónico, mediante la fertilización de bioproductos a base de espirulina fue rentable, indicando una viabilidad económica favorable para la producción de vegetales como el pepino.



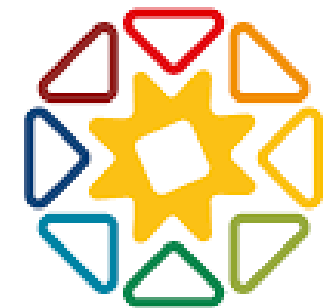
RECOMENDACIONES

- Estudiar y analizar la funcionalidad de productos naturales como posibles pesticidas, para proteger las plantas cultivadas.
- Analizar e implementar una forma de control del pH en el solamente en el subsistema hidropónico, para que las plantas se desarrollen con un pH entre 5,5 y 6,5 considerados como óptimos para mejorar la producción.
- Aplicar un biofertilizante orgánico o a su vez fertilizante inorgánico para incrementar las posibilidades de tener plantas fuertes y sanas, que brinden frutos de calidad. Es decir que al momento de complementar la nutrición en los distintos estados fenológicos se garantice una mejora en la productividad de las plantas.
- Producir artesanalmente espirulina (*Arthrospira platensis*) puede ser una fuente de ingresos, siendo un alimento completo; tanto para la elaboración de biofertilizantes como para su uso como un complemento de pienso para animales y peces.
- Construir prototipos de sistemas acuapónicos funcionales para un espacio reducido, con el fin de aprovechar la capacidad de producción de alimentos frescos y sanos; amigablemente con el medio ambiente.
- Estimar un sistema acuapónico de producción orgánica para generar fuentes de trabajo estables.



AGRADECIMIENTOS

Grupo de Investigación en Recursos
Bioacuáticos y Acuicultura



PREFECTURA DE
PICHINCHA
Bicentenario

Gracias!



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA