

Evaluación de *Arthrospira platensis* sobre parámetros fisiológicos en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* var. *baby*) bajo un sistema acuapónico con tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en el subtrópico occidental ecuatoriano

Morales Benavides, Nicolás Alejandro

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal PhD.

24 de agosto del 2023

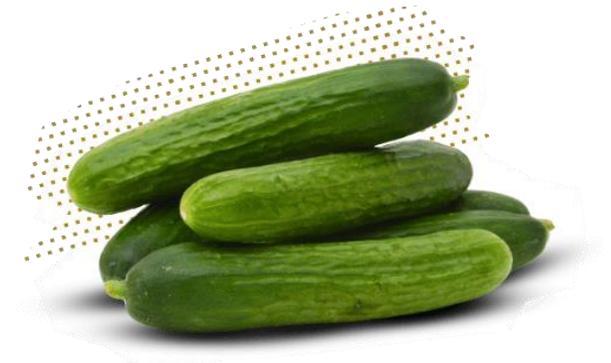
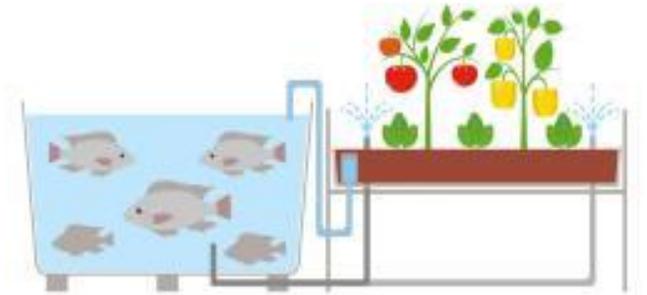


INTRODUCCIÓN

La acuaponía se basa en la integración de la acuicultura con la hidroponía. El uso de sistemas acuapónicos tiene varias ventajas sobre los sistemas de recirculación en acuicultura y los sistemas hidropónicos que usan nutrientes inorgánicos.

La producción de pepinillo es beneficioso ya que este tiene un consumo alto como hortaliza fresca. Es uno de los cultivos que muestra mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios en distintos sistemas de producción.

La *Arthrospira platensis*, es una Cianobacteria de agua dulce utilizada mundialmente. Proporciona una dieta rica en proteínas.



JUSTIFICACIÓN

La agricultura en su gran mayoría depende de la utilización de productos químicos, lo cual ha ocasionado el deterioro, destrucción de la composición química y microbiológica del suelo.

Extractos vegetales y de microalgas, para aumentar los rendimientos en la parte agrícola y para la prevención y el tratamiento de enfermedades en las plantas.

Se utiliza las microalgas como biofertilizante, bioestimulantes y se pueden aplicar de diferentes formas (Heredia, 2020).

La aplicación de diferentes dosis de biofertilizante foliar de espirulina incrementó la absorción de nutrientes del sistema acuapónico (Vivanco Viteri, 2022). En los resultados obtenidos por (Muñoz & Tipán, 2020) menciona que se obtuvo un mejor número de frutos por planta en el cultivo de pepinillo con la aplicación del bioestimulante algal.



Objetivo General

Evaluar el efecto de *Arthrospira platensis* sobre parámetros fisiológicos en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* var. *baby*) bajo un sistema acuapónico con tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en el subtrópico occidental ecuatoriano.

Objetivos Específicos

Valorar los parámetros productivos que están relacionados a la fisiología del pepinillo (*Cucumis sativus* var. *baby*).

Determinar el efecto de *Arthrospira platensis* sobre los parámetros bromatológicos en el cultivo de pepinillo.

Determinar los parámetros productivos de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.).

Hipótesis nula

“Arthrospira platensis en diferentes concentraciones mantiene las mismas condiciones de producción y desarrollo fisiológico del pepinillo (Cucumis sativus var. baby) comparativamente con el uso de productos comerciales a base de algas marinas y aplicados de forma foliar”.

Hipótesis alternativa

“Arthrospira platensis en diferentes concentraciones tiene un efecto significativo sobre la producción y desarrollo fisiológico del pepinillo (Cucumis sativus var. baby), comparativamente con productos comerciales a base de algas marinas y aplicados de forma foliar”.

Espirulina (*Arthrospira platensis*)

MARCO TEÓRICO

Procariota,
multicelular y
filamentosa de
color verde azulado

Contenido
proteínas del 60 %

Alto contenido de
Potasio,
aminoácidos,
vitaminas



Compuesto	Contenido (g/100g)
Humedad	4,07 g
Proteína	65,15 g
Grasa	7,18 g
Hidratos de Carbono	8,9 g
Fibra	0,45 g
Minerales	7,01 g

Producción de *Arthrospira platensis*



- producción de biomasa seca
- productos como suplementos alimenticios micro pulverizados
- espirulina en polvo o capsulas de gelatina



Arthrospira platensis en la agricultura



- favorece la germinación y desarrollo de las raíces
- activa el sistema inmunológico en plantas
- contiene reguladores del crecimiento





buena fuente de fibra, vitaminas y minerales

-baby pickles o gherkin
-pepinos pequeños, normalmente de 2,5 a 12,5 cm de longitud
-a menudo con piel rugosa
-utilizado para encurtidos



Requerimientos edafológicos

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

Estructura química del fruto

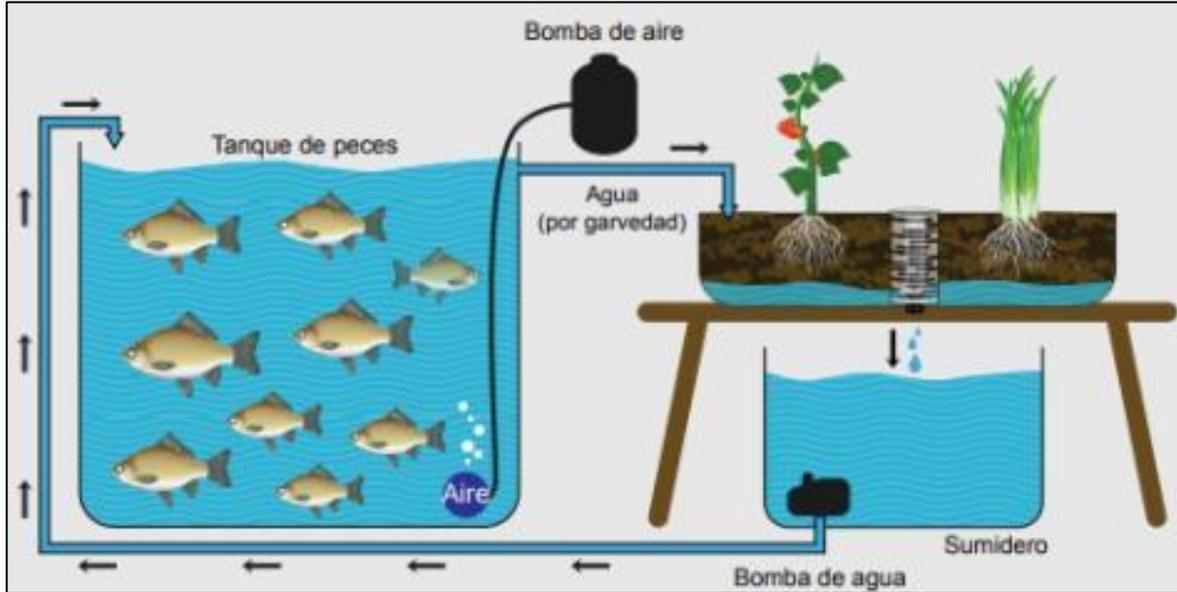
Factor	Cantidad en 100 gramos de fruta fresca
Agua	95,7 g
Carbohidratos	3,2 g
Proteínas	0,6 g
Grasas	0,1 g
Valor energético	14 cal.

Recuperado de Mamani (2016).

Acuicultura

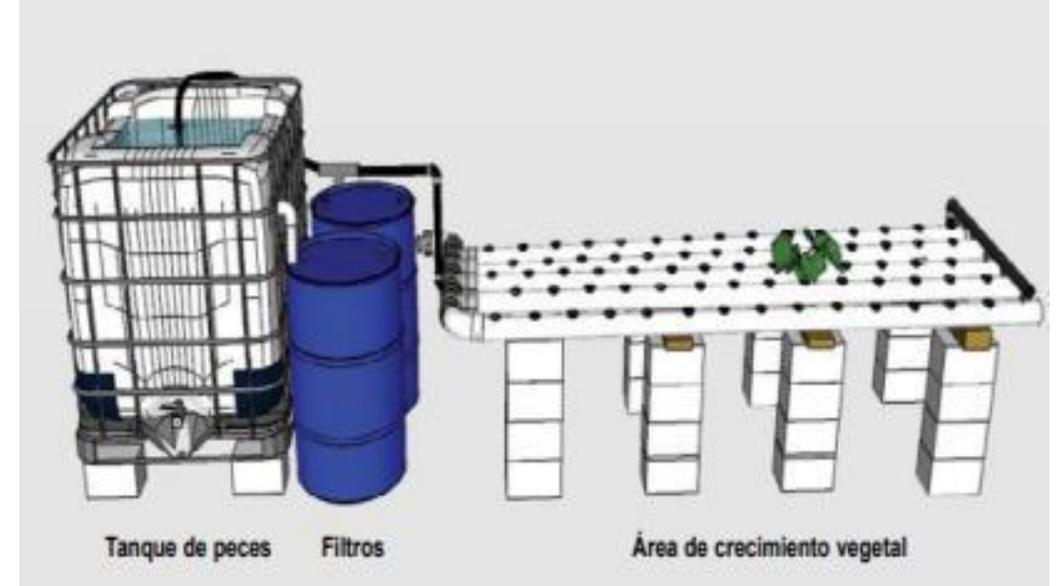


Hidroponía



- Producción de alimentos con una calidad elevada
- Contribuye con la seguridad alimentaria

Sistema NFT en acuaponía



- Planta se desarrolla por el contacto de la raíz directamente con el agua
- solución nutritiva fluye constantemente

Tilapia roja (*Oreochromis sp*)

MARCO TEÓRICO



Requerimientos ambientales

Factor	Valores óptimos	Valores mínimos	Valores máximos
Temperatura	20-30°C	15°C	37-42°C
Oxígeno Disuelto	2-3mg/L	1mg/L	5mg/L
pH	7-8	5	11
Transparencia de agua	35 cm	30 cm	45 cm
Dureza de Carbonatos	20-200 mg. L ⁻¹	15 mg. L ⁻¹	350-355 mg. L ⁻¹
Nitrógeno Amoniacal Total	0,1 mg. L ⁻¹	0 a 0,1 mg. L ⁻¹	1 mg. L ⁻¹
Nitritos	0,5 ppm	0 ppm	1 ppm

- Máxima resistencia a las variaciones ambientales y condiciones
- En el Ecuador la Tilapia Roja es el segundo cultivo de mayor participación económica
- Producción de 22 mil toneladas métricas al año

-monitoreo frecuente del sistema

-Las bacterias oxidantes de amoníaco, como *Nitrosococcus*, *Nitrosospira* y *Nitrosomonas*

-bacterias oxidantes de nitrito, como *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus* y *Nitrospina*

Proceso de Nitrificación y desnitrificación en acuaponía

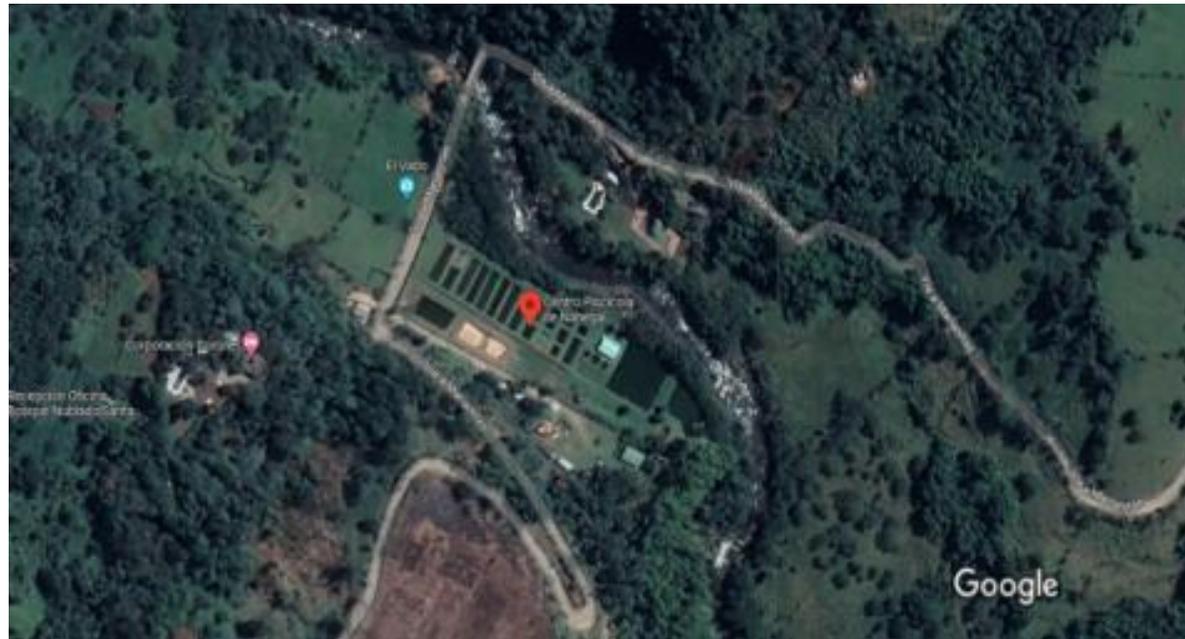


METODOLOGÍA - Ubicación del área de investigación

El estudio se realizó en El Centro Piscícola Nanegal, el proyecto piscícola cuenta con una extensión de 3 ha. Pertenece al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha

Se encuentra ubicado en el barrio La Delicia, vía a Marianitas, parroquia Nanegal, cantón Quito, provincia de Pichincha

Se encuentra a una altitud de 1199 metros.



MATERIALES Y EQUIPOS

Químico

- Agua destilada
- Alcohol 70%
- Acetona
- Kits de análisis de nitrito, nitratos, amonio y fosfatos

Biológico

- Tilapias pertenecientes al Centro Piscícola Nanegal
- Plántulas de pepinillo
- Microalgas: *Arthrospira platensis* liofilizado
- Bacterias Nitrificantes

Físicos

- Aireador
- Vasos plásticos y esponja
- Atomizadores
- Piolas
- Nivel
- Metro

Equipos

- Multiparamétrico
- Estufa
- Liofilizador
- Balanza analítica
- Ictiómetro
- Refractómetro
- Bandejas de aluminio



METODOLOGÍA - Instalación del sistema acuapónico

La implementación del experimento constó de 4 partes

Estanques de Tilapias



El primer estanque con una densidad de 1000 ejemplares de 8,5 gramos promedio de peso y un segundo estanque con una densidad de 2000 tilapias de engorde de 240 gramos promedio de peso

Sistema de Nitrificación



Tres tanques sedimentadores (1 de 2m³ y 2 de 1m³) el sobrante es un tanque cilíndrico de 2,5m³

Sistema NFT



Tres estructuras metálicas con 9 tubos de 4,10 metros de longitud cada una, estos tubos tenían 27 orificios y cada tubo conectado por mangueras de ¾ de pulgada para la circulación de agua.

Sistema de Recirculación



Capacidad de 2m³ que estaba conectado a una blower para un correcto proceso de circulación de agua tratada

METODOLOGÍA - Manejo del cultivo de pepinillo



METODOLOGÍA – Manejo de las tilapias



Parámetros morfométricos de los peces: medidas de peso, largo total, largo parcial y ancho



Alimentación diaria

Estanque 1: 200 gramos

Estanque 2: 1065 gramos

Frecuencia de alimentación: 2 raciones por día

METODOLOGÍA – Cultivo y cosecha de *Arthrospira platensis*



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METODOLOGÍA – Liofilización de espirulina



Temperatura del producto = -25 °C
Temperatura de niquelinas = 35,3°C
Liofilización al vacío = -0,8 bar



Encendido de las niquelinas cada 1,5 horas durante 4 a 5 días

Diseño experimental

En el proyecto de investigación se establecerá bajo un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos más el testigo (7), cada uno con tres repeticiones, dando un total de 21 unidades experimentales.

Modelo del diseño experimental: $Y_{ij} = \mu + F + e_{ij}$

Donde:

- Y_{ij} : Parámetros fisiológicos del pepinillo
- μ : Media general
- F : Efecto de la i -ésimo tratamiento
- e_{ij} : Error experimental

Análisis Estadístico

Se trabajó a un nivel de confianza del 95%, para las variables se utilizó estadística descriptiva para la media, desviación estándar y coeficiente de variación. Una vez cumplidos con los supuestos de normalidad y homocedasticidad se procedió a los análisis oportunos al ANAVA. Detectando diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó el análisis de comparación múltiple de LSD Fisher para verificar el nivel de significancia entre tratamientos en las diferentes concentraciones de espirulina. El análisis se realizó en el software estadístico InfoStat.

Tratamientos a probar

Se evaluó los parámetros fisiológicos de pepinillo bajo tres concentraciones de *Arthrospira platensis* y bajo tres concentraciones de producto comercial de algas marinas

T0: Control

T1: *Arthrospira platensis* de 1 g.L⁻¹

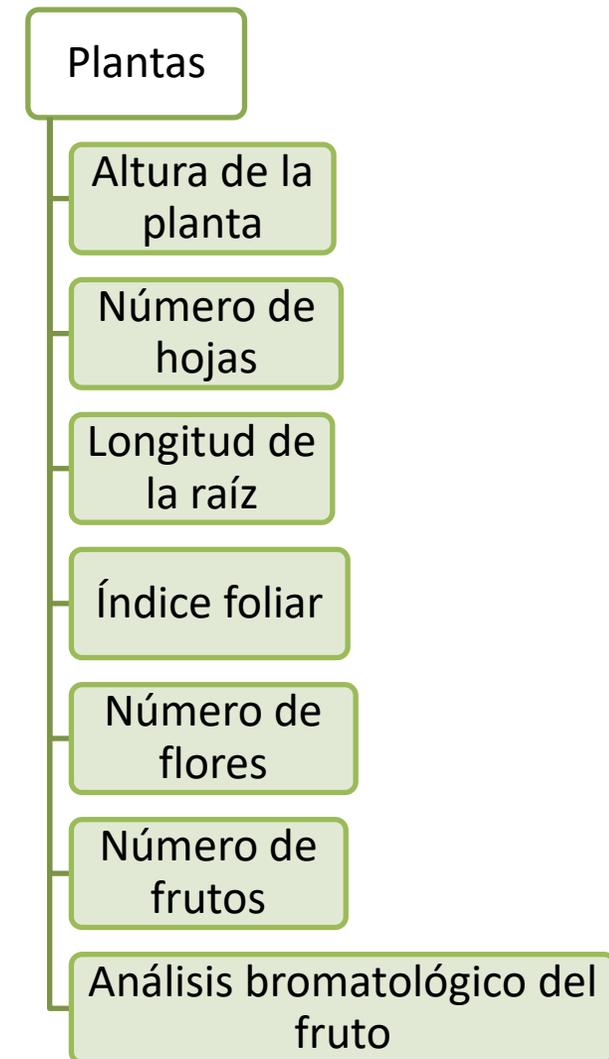
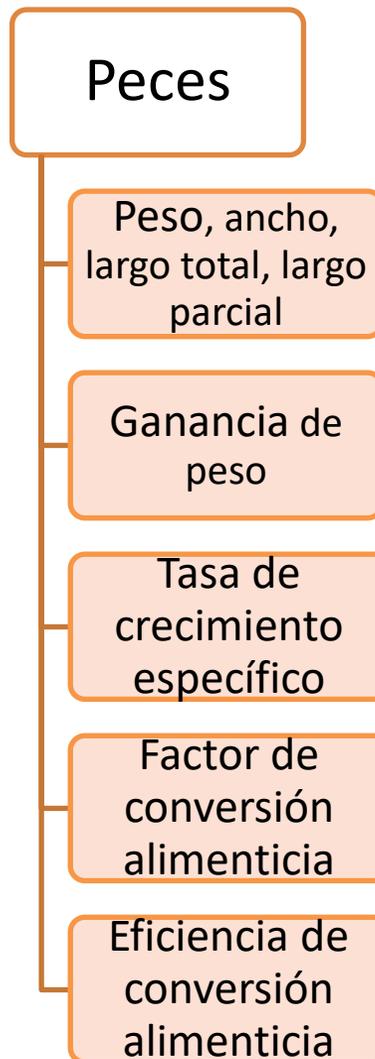
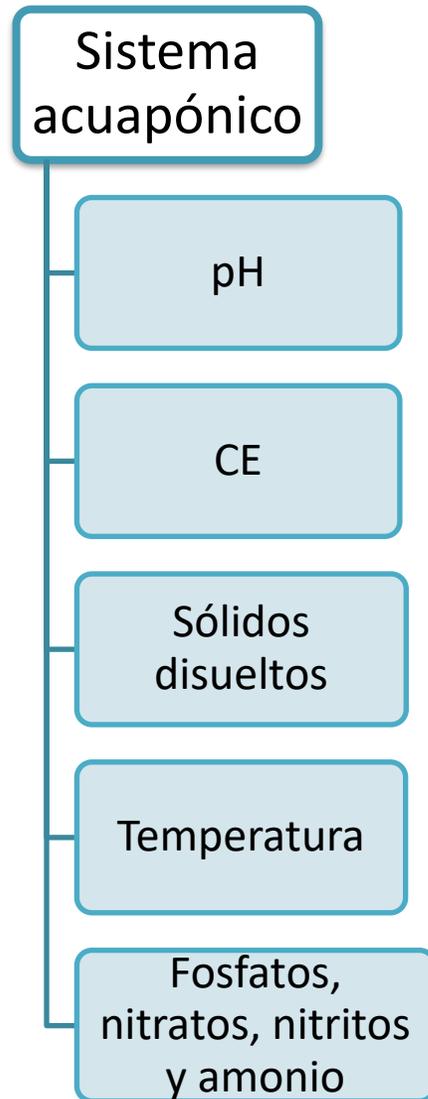
T2: *Arthrospira platensis* de 3 g.L⁻¹

T3: *Arthrospira platensis* de 5 g.L⁻¹

T4: Producto comercial de algas marinas de 1 g.L⁻¹

T5: Producto comercial de algas marinas de 3 g.L⁻¹

T6: Producto comercial de algas marinas de 5 g.L⁻¹



RESULTADOS y DISCUSIÓN

Análisis productivos de las plantas de pepinillo (*Cucumis sativus* var. *baby*)

Tabla 12

Valores medios \pm DE, de parámetros productivos de las plantas de pepinillo durante 70 días

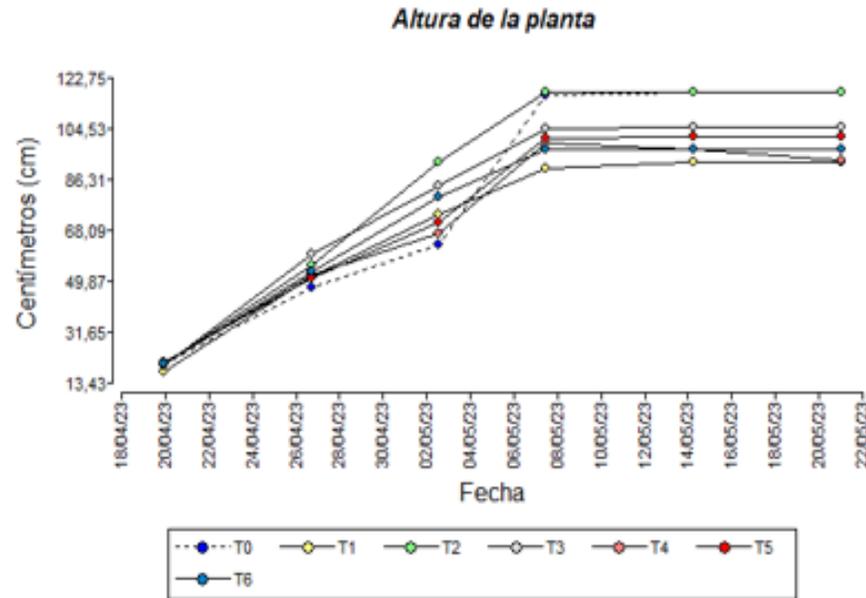
Tratamientos	Altura (cm)	Número de hojas (unidades)	Longitud de raíz (cm)	Área Foliar (cm ²)	Número de flores (unidades)	Número de frutos (unidades)
T0	117,68 \pm 17,74 c	9,58 \pm 1,73 a	27,63 \pm 5,63 a	132,17 \pm 34,12 c	2,12 \pm 2,18 ab	1,58 \pm 0,72 ab
T1	92,62 \pm 10,75 a	7,5 \pm 2,11 a	27,88 \pm 7,13 a	101,50 \pm 12,13ab	2,61 \pm 1,78 cd	1,50 \pm 0,90 ab
T2	117,87 \pm 21,65 c	10,17 \pm 4,34 a	31,17 \pm 8,16 a	111,00 \pm 34,11 bc	2,94 \pm 2,26 de	2,00 \pm 1,08 ab
T3	111,77 \pm 29,79 bc	11,4 \pm 2,35 a	29,83 \pm 6,00 a	104,83 \pm 10,73 bc	3,14 \pm 1,93 e	3,83 \pm 1,41 c
T4	91,45 \pm 31,89 ab	10,08 \pm 3,81 a	33,16 \pm 7,41 a	86,20 \pm 14,87 a	1,98 \pm 2,15 a	1,39 \pm 0,52 a
T5	101,61 \pm 16,98 abc	8,92 \pm 3,80 a	31,6 \pm 5,97 a	122,25 \pm 18,53 c	2,40 \pm 2,11 bc	2,17 \pm 0,94 ab
T6	96,98 \pm 25,85 ab	8,08 \pm 2,02 a	27,84 \pm 4,62 a	95,25 \pm 19,00 ab	2,25 \pm 1,40 ab	1,42 \pm 1,00 a

Nota. Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente distintos ($p > 0,05$). En las variables número de flores y altura para que cumplan los supuestos de normalidad y homocedasticidad del análisis de varianza, se realizó una transformación R^2 . Para las variables número de hojas y longitud de raíz se usó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. Autoría propia.



Figura 14

Desempeño de la altura de la planta con diferentes tratamientos



Muñoz y Tipán (2020) quien en su estudio menciona que a los noventa días tuvieron un promedio de $(13,4 \pm 0,69 \text{ cm})$.

Escobar (2023) menciona que el extracto de espirulina *Arthrospira platensis* acelera la germinación de semillas y presenta un efecto estimulante en el crecimiento de las plantas.

González (2022) menciona que compuestos polisacáridos presentes en los extractos de algas como polímeros de galactosa pueden funcionar como quelantes y potenciar el alargamiento de las raíces.

Pérez Madruga *et al.*, (2020) mencionan que los extractos a base de espirulina muestran una amplia gama de respuestas positivas que incluyen desarrollo del sistema radicular

Figura 15

Desempeño de la longitud de la raíz con diferentes tratamientos

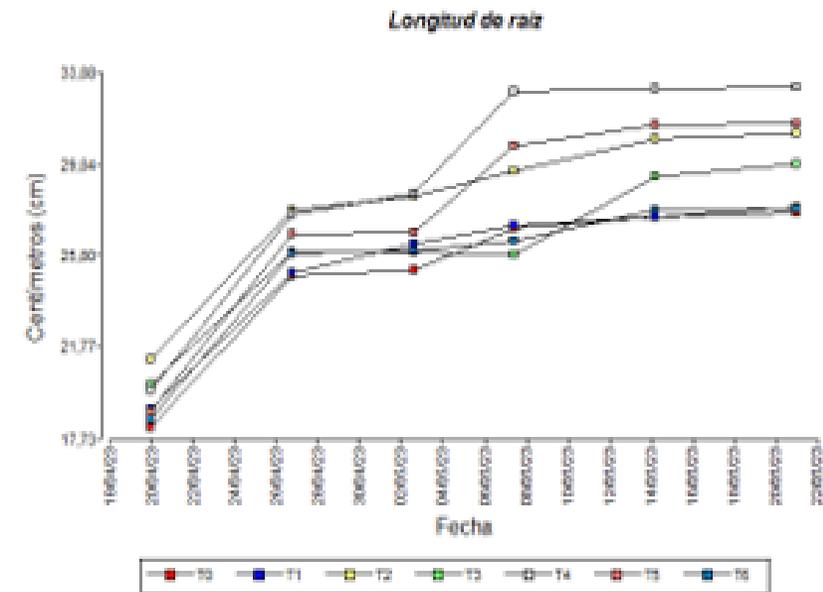
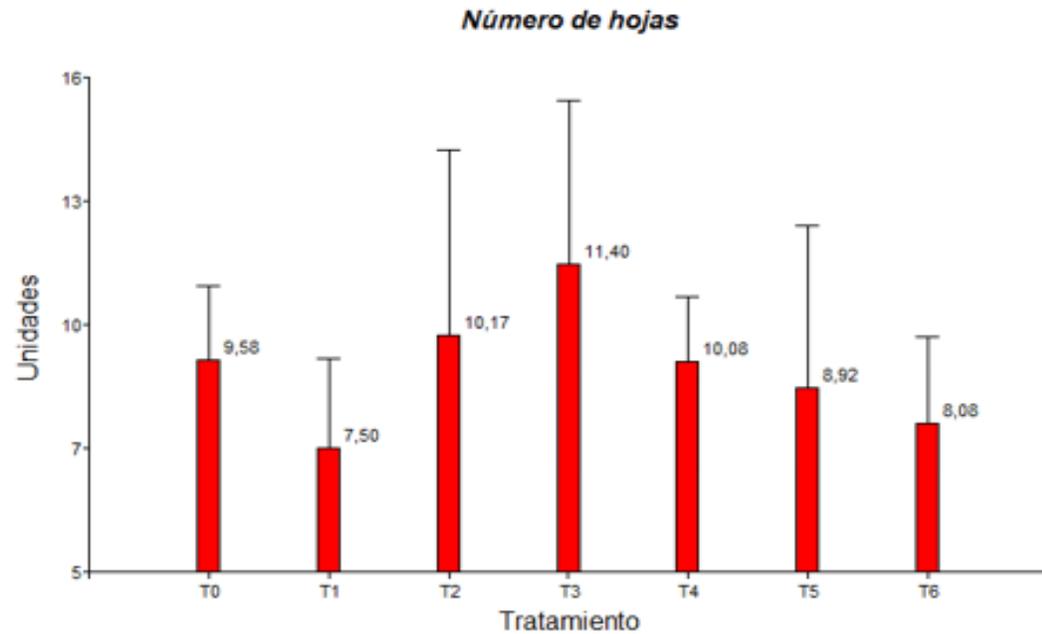


Figura 16

Desempeño del número de hojas con diferentes tratamientos



Pérez Madruga *et al.*, (2020) mencionan que los extractos a base de espirulina muestran una amplia gama de respuestas positivas que incluyen un aumento en el número de hojas

Calvachi (2022) señala en su estudio que la aplicación foliar de bioestimulantes algales al 100% cada 8 días presentó la mayor área foliar con una media de $(105 \pm 3,64)$ cm²

Salazar *et al.*, (2022) encontró hojas con un área foliar en el testigo entre 167,8 – 189, 8 cm²

Córdova (2019) señala que la presencia de fitohormonas en los bioproductos algales genera una acción foliar importante incidiendo principalmente en el incremento del número de flores y hojas

Figura 17

Desempeño del área foliar con diferentes tratamientos

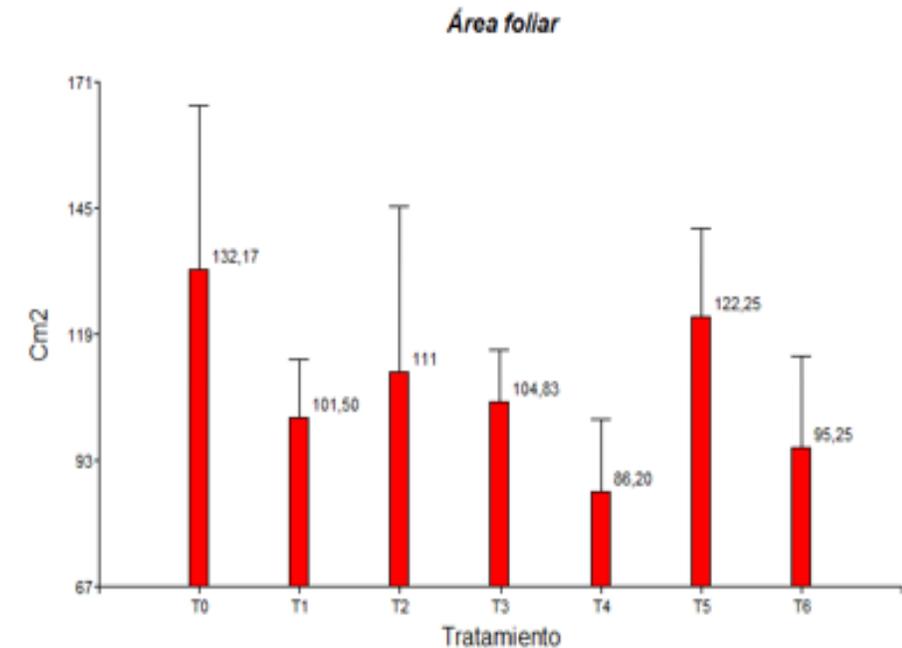
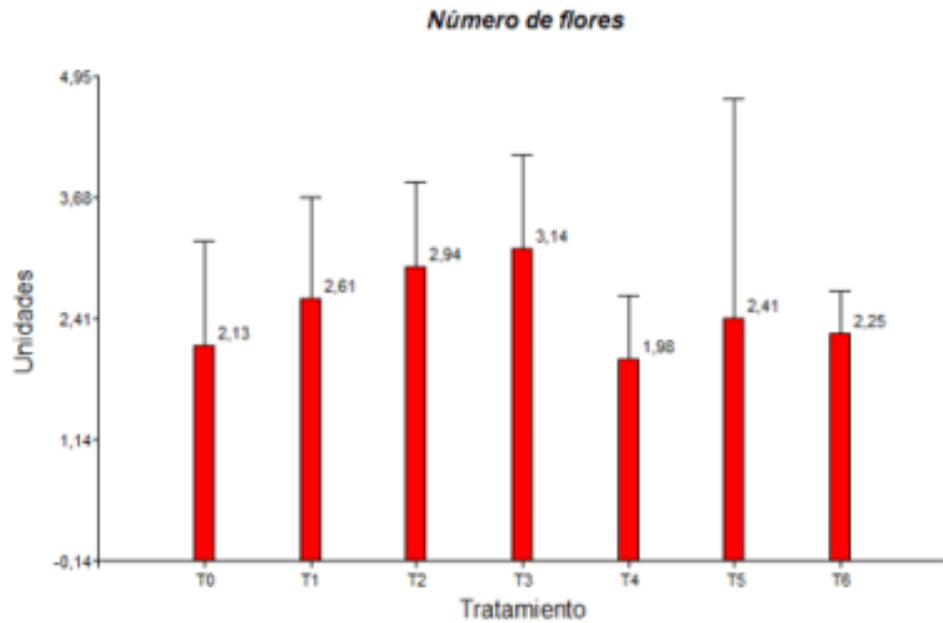


Figura 18

Desempeño del número de flores con diferentes tratamientos



Según Al Far et al., (2019) señalan en su estudio que el número de flores en el cultivo de pepinillo baby tiene como resultado (4,2 flores/planta).

Muñoz y Tipán (2020) tuvo resultados por debajo de los nuestros, valores con un promedio (1,08 ± 0,29 flores/planta).

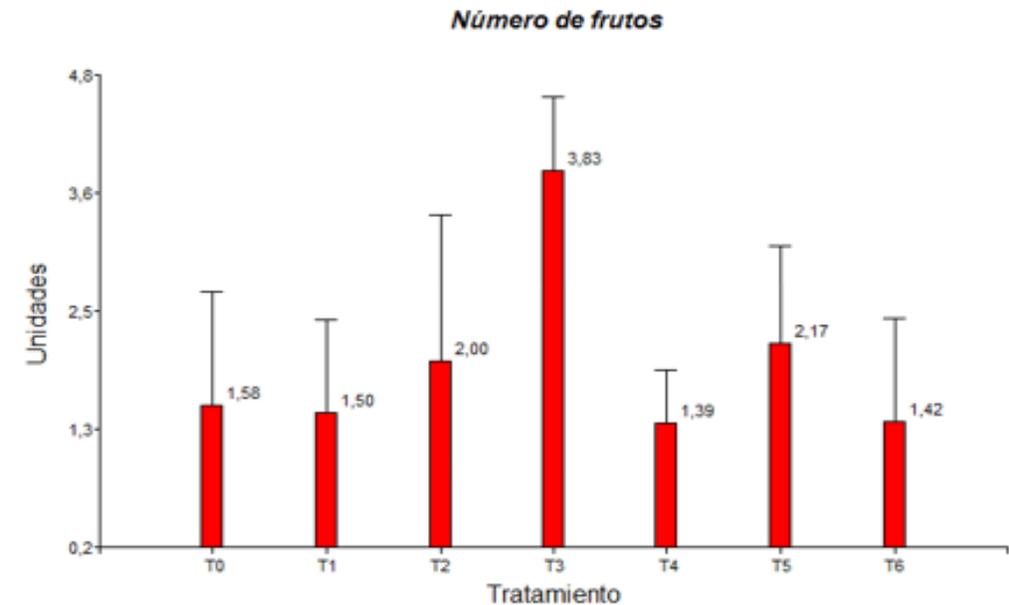
Beltran (2020) menciona que la relación directa entre el potasio y el nivel de producción, señalando que incluso los tratamientos con potasio elevado aceleran el crecimiento temprano y favorecen la floración en el cultivo del pepinillo.

Salazar *et al.*, (2022) mencionan en su estudio que el uso del extracto de algas marinas produjo una mayor cantidad de frutos por planta de pepino de buena calidad

Según Apaza (2022) en su estudio señala que la mayor cantidad de frutos es de 1-2 frutos por axila,

Figura 19

Desempeño del número de frutos con diferentes tratamientos



Análisis de la calidad de frutos de pepinillo (*Cucumis sativus* var. *baby*)

Tabla 13

Valores medios \pm DE, de los parámetros peso, largo y ancho de los frutos de pepinillo

Tratamiento	Peso	Largo	Ancho
T0	66,52 \pm 3,54 b	8,76 \pm 0,35 ab	2,48 \pm 0,34 a
T1	70,61 \pm 5,56 c	9,51 \pm 0,44 c	2,81 \pm 0,43 bc
T2	81,58 \pm 3,57 d	10,23 \pm 0,35 d	2,83 \pm 0,40 bc
T3	91,98 \pm 2,64 e	12,07 \pm 0,59 e	3,54 \pm 0,33 d
T4	78,63 \pm 2,67 d	8,79 \pm 0,76 ab	2,95 \pm 0,14 c
T5	73,88 \pm 5,77 c	8,87 \pm 0,33 b	2,74 \pm 0,24 abc
T6	60,33 \pm 4,75 a	8,39 \pm 0,46 a	2,63 \pm 0,30 ab

Nota. Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente

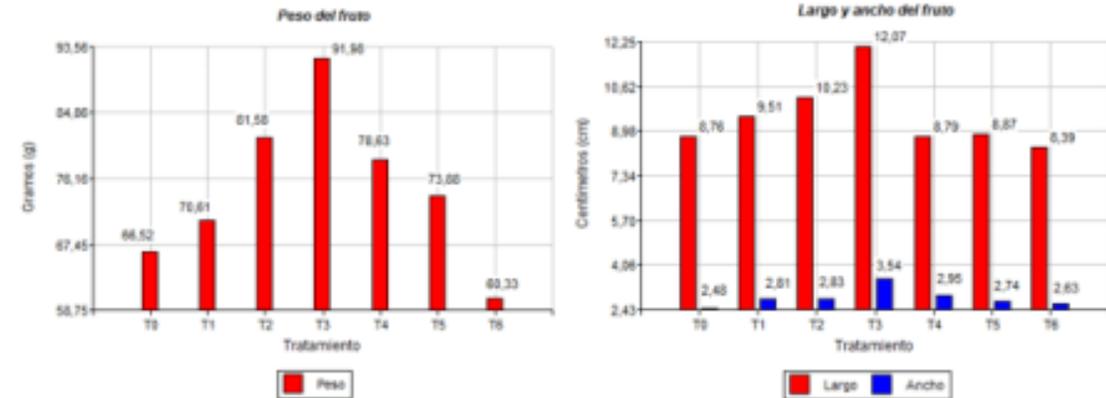
Al Far *et al.*, (2019) señalan en su estudio que la longitud promedio del pepinillo baby es de (7,64 cm) y ancho del fruto de es de (1,59 cm).

Muñoz y Tipán (2020) mencionan un valor promedio de (5,93 \pm 0,76 g)

Mindiola (2023) obtuvo un valor de (6,25 g).

Figura 20

Valor promedio de las variables peso, largo y ancho sometido a diferentes tratamientos



Análisis bromatológicos de las plantas de pepinillo (*Cucumis sativus* var. *baby*)

Tabla 14

Valor medio del % de proteína, grasa, ceniza, fibra y humedad \pm DE análisis bromatológico

Tratamiento	Proteína	Grasa	Ceniza	Fibra	Humedad
T0	2,55 \pm 0,02 a	4,33 \pm 0,01 b	10,66 \pm 0,01 e	13,33 \pm 0,02 c	27,91 \pm 0,01 d
T1	2,80 \pm 0,01 d	4,33 \pm 0,01 b	10,23 \pm 0,02 d	14,03 \pm 0,06 e	22,32 \pm 0,01 b
T2	3,60 \pm 0,01 f	5,10 \pm 0,10 c	10,10 \pm 0,10 c	12,33 \pm 0,01 a	24,09 \pm 0,01 c
T3	3,10 \pm 0,01 e	6,10 \pm 0,10 d	11,33 \pm 0,01 f	13,66 \pm 0,01 d	27,26 \pm 0,01 d
T4	2,71 \pm 0,01 b	4,03 \pm 0,06 a	5,55 \pm 0,01 a	19,67 \pm 0,01 f	21,71 \pm 0,01 a
T5	3,11 \pm 0,01 e	5,10 \pm 0,10 c	9,66 \pm 0,01 b	13,03 \pm 0,06 b	33,71 \pm 0,01 g
T6	2,79 \pm 0,01 c	4,10 \pm 0,10 a	9,66 \pm 0,01 b	13,66 \pm 0,02 d	28,22 \pm 0,01 f

Nota. Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente distintos ($p > 0,05$).
Autoría Propia.

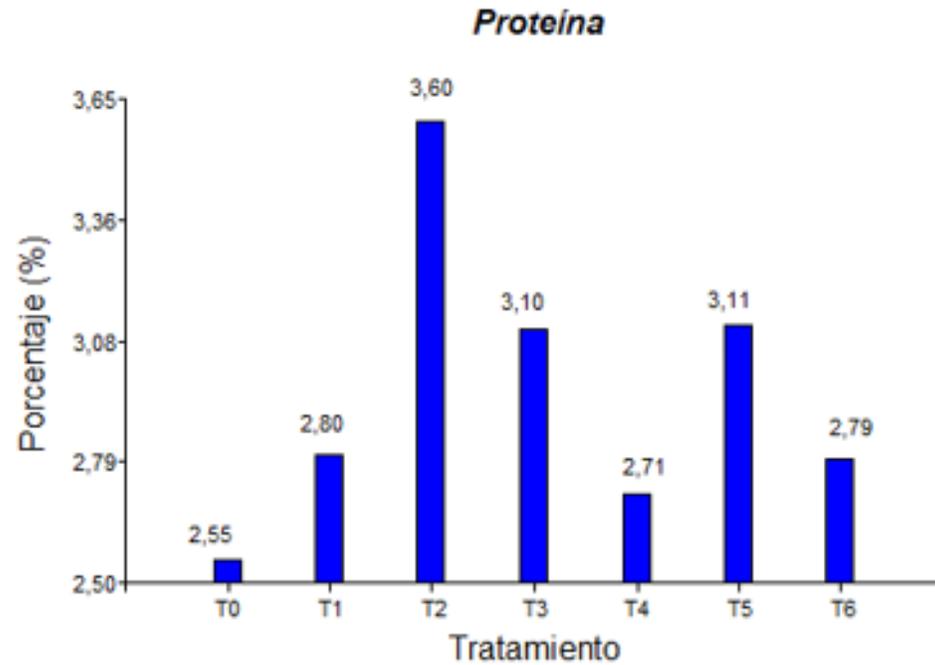
Arzate y Grenón (2002) quienes en sus frutos presentaron un contenido de proteína de 12,6%.

Muñoz y Tipán (2020) con un contenido de proteína de (3,96 \pm 0,02).



Figura 21

Valor promedio del porcentaje de proteína sometido a diferentes tratamientos

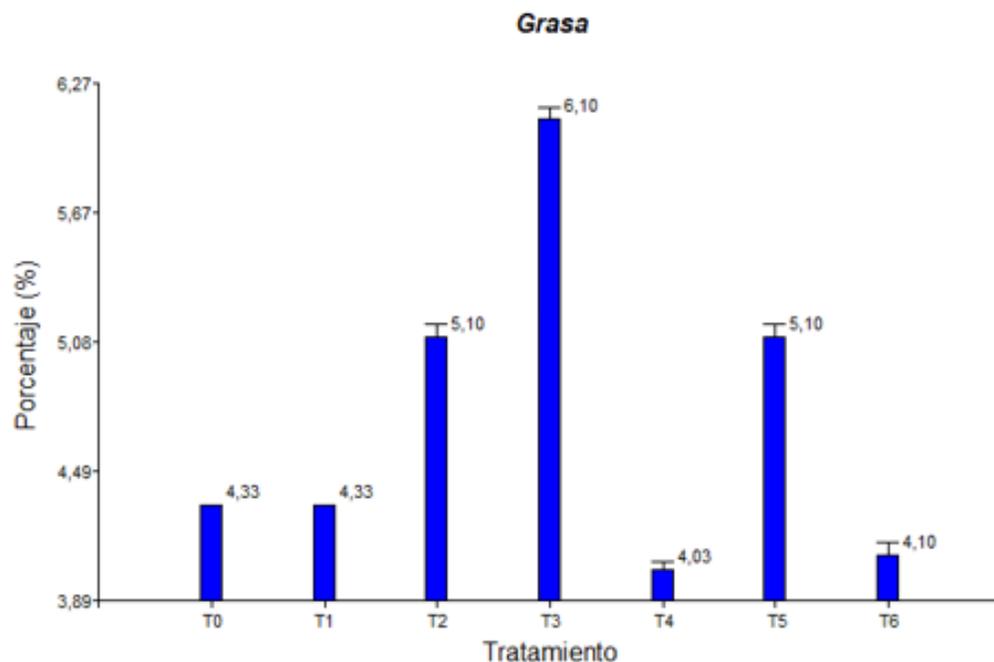


López Padrón *et al.*, (2020) mencionan que aplicación foliar de extractos de espirulina incrementaron los niveles de proteínas y de hierro en las plantas.



Figura 22

Valor promedio del porcentaje de grasa sometido a diferentes tratamientos

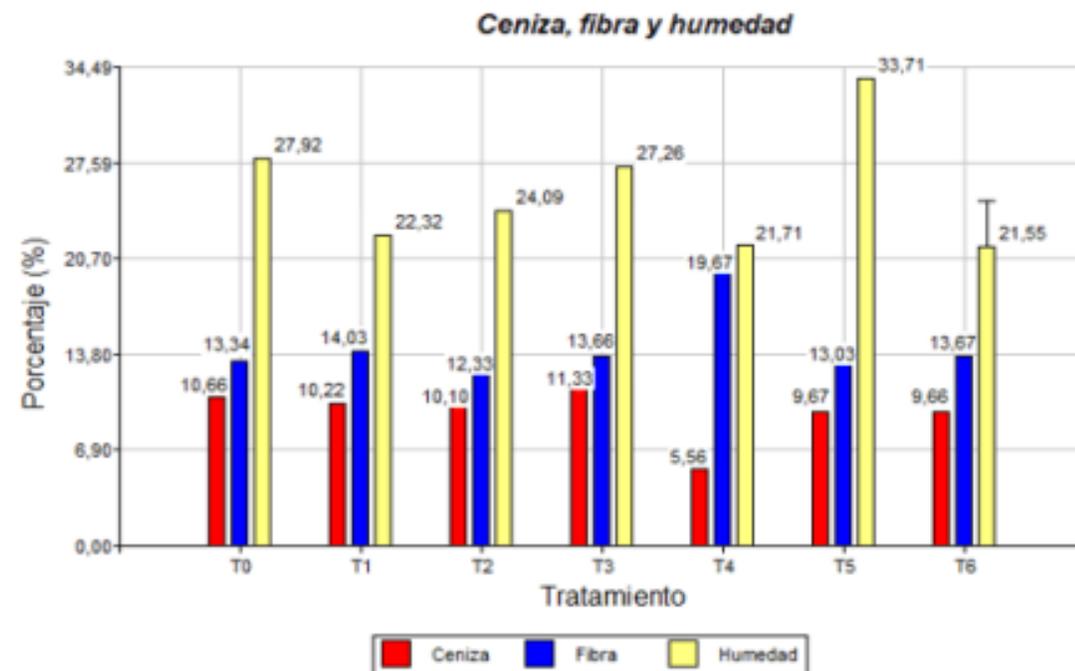


Vivanco Viteri (2022) el cual encontró en sus frutos un porcentaje de grasa ($5,43 \pm 0,25$)

Márquez (2014) menciona que la determinación de las grasas es de mucha importancia

Figura 23

Valor promedio del porcentaje de ceniza, fibra y humedad a diferentes tratamientos



Arzate y Grenón (2002) menciona en su estudio un valor promedio de 5,6 % de ceniza

Muñoz y Tipán (2020) en su estudio obtuvieron un valor promedio en el T10 ($14,78 \pm 0,01$) de fibra

Parámetros tomados en el sistema acuapónico.

Tabla 13

Media \pm DE, de los parámetros fisicoquímicos del agua en los diferentes tanques del sistema acuapónico.

	Tanque 1	Tanque 2	Nitrificador	Retorno
Temperatura (°C)	25,02 \pm 1,05	24,73 \pm 0,66	24,13 \pm 0,64	24,25 \pm 0,75
pH	7,55 \pm 0,53	7,71 \pm 0,68	7,26 \pm 0,47	7,18 \pm 0,47
CE (uS/cm)	77,11 \pm 10,09	74,70 \pm 7,56	75,81 \pm 7,69	75,80 \pm 7,32
STD (ppm)	38,11 \pm 5,39	37,56 \pm 3,83	37,94 \pm 3,91	37,90 \pm 3,70

Según Kanchi (2013) la tilapia muestra un buen desempeño reproductivo en un rango de 24 a 29

Bañuelos (2017) las bacterias nitrificantes prosperan y tiene un mejor desarrollo y crecimiento a un rango de temperatura de 22 a 29 °C

Candarle (2015) los valores cercanos a la neutralidad (pH=7) son recomendables y deseables para los sistemas acuapónicos, y favorecerá la nitrificación

Valle y Umanzor (2014) revelan que las tilapias reducen sus niveles de actividad y de ingesta de alimentos cuando la temperatura del agua es inferior a 24 °C

Colorado Gómez y Ospina Correa (2019) mencionan que los niveles de pH cercanos a 5 inducen insuficiencia respiratoria

Parámetros morfológicos y productivos de la tilapia (*Oreochromis sp.*).

Tabla 17

Valores medios del crecimiento de las tilapias en diferentes fechas

Estanque	Fecha	Peso (g)	Largo Total (cm)	Largo Parcial (cm)	Ancho (cm)
1	13/5/2023	8,50	7,21	3,6	2,56
1	20/5/2023	11,1	8,26	3,82	2,79
1	27/5/2023	15,23	9,01	4,07	3,23
1	3/6/2023	23,37	9,97	4,79	3,72
1	10/6/2023	26,55	10,53	5,01	3,85
1	22/6/2023	29,6	11,03	5,28	3,96
1	1/7/2023	36,04	12,23	5,78	4,41
1	8/7/2023	39,85	14,01	6,02	4,79
1	15/7/2023	44,35	14,98	6,55	5,14
1	22/7/2023	50,1	15,22	7,01	6,11

Nota. Autoría propia.

Bautista *et al.*, (2021) quien mencionan que la tilapia requiere de temperaturas superiores a 23 °C para alcanzar una tasa de crecimiento óptima.

Valdez *et al.*, (2018) quienes mencionan que a los 70 días la talla de las tilapias al final del estudio fue de (13.8 ± 0.5 cm).



Figura 36

Media de los valores de crecimientos de las tilapias en diferentes fechas

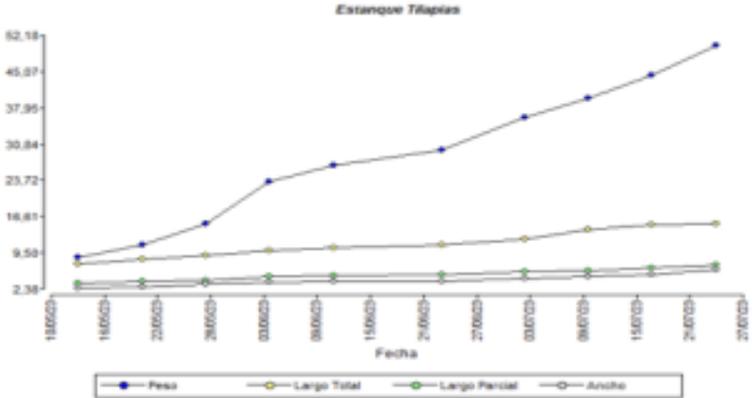


Tabla 16

Medias de los parámetros productivos de las tilapias en diferentes fechas.

Estanque	Fecha	Peso	GP(g·día ⁻¹)	TCE(%·día ⁻¹)	FCA	EA (%)
1	13/5/2023	8,50	0,541	0,270	1,344	35,043
1	20/5/2023	11,1	0,830	0,415	1,453	47,278
1	27/5/2023	15,23	0,688	0,344	1,647	34,852
1	3/6/2023	23,37	0,949	0,474	1,357	26,261
1	10/6/2023	26,55	0,667	0,333	1,523	15,217
1	22/6/2023	29,6	1,243	0,622	1,223	45,959
1	1/7/2023	36,04	0,888	0,444	1,434	34,455
1	8/7/2023	39,85	1,675	0,837	1,766	30,455
1	15/7/2023	44,35	1,898	0,949	1,565	35,566
1	22/7/2023	50,1	2,987	1,494	1,343	40,524
Promedio			1,236	0,618	1,466	34,561

Nota. GP: ganancia de peso; TCE: tasa de crecimiento específico; FCA: factor de conversión alimenticia; EA: eficiencia alimenticia.

Zafra *et al.*, (2019) presentaron valores de FCA en un rango de 1,39 a 2,14, lo cual está dentro de los límites mencionados.

Reyes *et al.*, (2016) mencionan que la tasa de conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso fueron mejores de 25 a 30 °C

Rueda (2023) quien menciona en sus resultados un valor TCE de (1.03 %·día⁻¹)

Quijije (2021) señala que en el caso de la tilapia la buena conversión alimenticia es atribuible a su destreza y habilidad para captar el balanceado.

Quijije (2021) señala que mientras menor sea la densidad de peces mayor será la ganancia diaria de peso.

Jaramillo y Ramos (2018) mencionan que en estanques los incrementos de peso diario para esta especie pueden ser entre 1 a 2 gramos/día.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El tratamiento (T3) *Arthrospira platensis* de 5 g.L⁻¹ mejoró notablemente en la producción del pepinillo baby en el sistema acuapónico, con una mayor productividad en las variables: número de hojas ($11,4 \pm 2,35$), número de flores ($3,14 \pm 1,41$), número de frutos ($3,83 \pm 1,41$).
- La calidad del fruto se incrementó con la aplicación de manera foliar de *Arthrospira platensis* con una dosis de 5 g.L⁻¹ obteniéndose mayores resultados en peso ($91,98 \pm 2,64$ gramos), longitud ($12,07 \pm 0,59$ cm) y ancho del fruto ($3,54 \pm 0,33$ cm).
- En el análisis bromatológico que se presentó en los frutos de pepinillo baby, tuvo mayores resultados con el T3 en los parámetros de grasa ($6,10 \pm 0,10$) y ceniza ($11,33 \pm 0,01$), sin embargo, para el T2 *Arthrospira platensis* de 3 g.L⁻¹ presentó un alto valor en su composición nutricional de proteína ($3,60 \pm 0,01$).
- El factor de conversión alimenticia (FCA) tuvo un valor promedio de (1,466) lo cual fue eficiente ya que estuvo dentro de los límites que permite la tilapia roja, además que los componentes asociados como es la calidad de dieta y ración alimenticia fueron de gran soporte para el mismo.
- La ganancia de peso diaria (GP) presentó un valor de (2,987 g/día), lo cual cumple con los requerimientos que necesita la tilapia para su crecimiento y desarrollo, sin embargo, también esto dependerá de los factores físico-químicos del agua como pH, temperatura, disponibilidad de oxígeno al cual está sometido el pez.

Recomendaciones

Se recomienda:

- Realizar análisis periódicamente de las concentraciones de macro y micronutrientes en el sistema de recirculación, para poder ajustar de mejor manera los niveles de los diferentes minerales.
- Realizar un análisis bromatológico de la espirulina liofilizada, para tener una visión más clara de la calidad bioquímica y microbiológica de la misma.
- Realizar pruebas piloto de la aplicación radicular de la espirulina liofilizada en diferentes cultivos ya sea tropicales o de climas templados para observar la reacción de la planta al fitoestimulante.
- Realizar un análisis económico de la aplicación de espirulina liofilizada con diferentes tratamientos en cualquier cultivo tropical con el fin de obtener los beneficios netos de la producción.

AGRADECIMIENTOS



Grupo de Investigación en Recursos
Bioacuáticos y Acuicultura



**CENTRO
PISCÍCOLA
NANEGAL**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA