



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Evaluación del efecto de biol y espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui

Cofre Mejía, Michael Jhosué

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. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth PhD.

22 de febrero del 2023



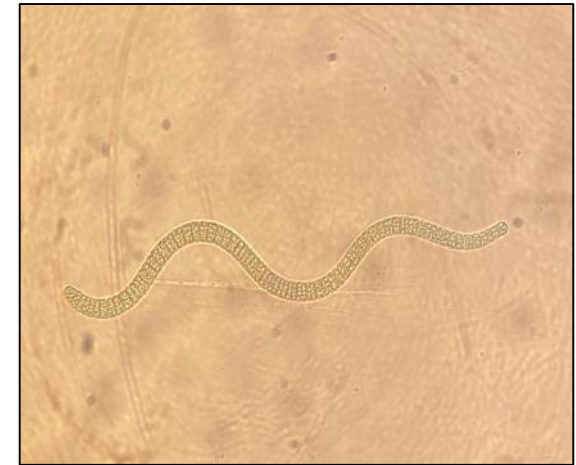
Introducción

En 2021 se produjo **36286643.77 toneladas** de ajíes y pimientos verdes en el mundo, FAO (2021).



El consumo de esta hortaliza es por su alto contenido de calcio, fibra, vitaminas A y C, FAO, (2009).

Este cultivo posee altos requerimientos nutricionales como el **nitrógeno**, involucrado en la formación de biomasa.



La espirulina (*Arthrospira platensis*), es una cianobacteria que posee **proteínas altamente biodisponibles**, por ello es empleada como una fuente rica en **aminoácidos**.

Justificación

En el Ecuador el cultivo de pimiento es uno de los **principales rubros** de la agricultura, Borbor & Suárez (2007).

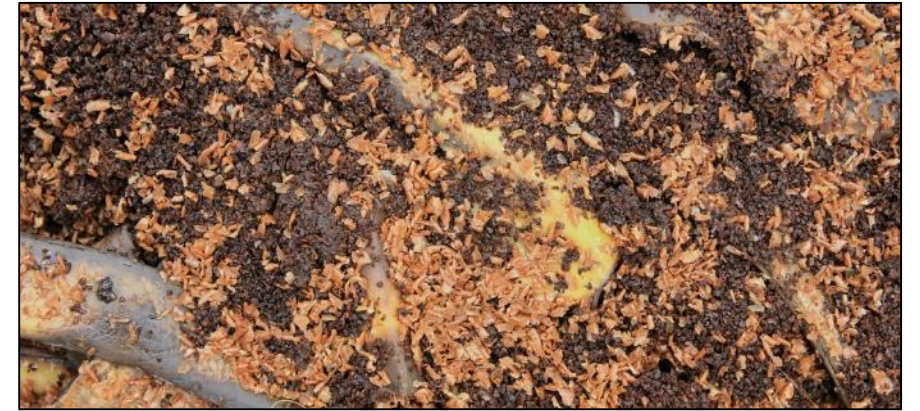
Este cultivo se ve afectado por el **uso excesivo de productos químicos**.



Se busca opciones de manejo y producción en la agricultura que permitan una producción de alimentos **más saludables**.



Los pequeños agricultores han adoptado la **agricultura orgánica** como un sistema de producción de alimentos saludables.



Beneficios de la espirulina: Fortalece los sistemas de defensa en las plantas, **aumenta la producción**, reduce los períodos vegetativos, mejora la calidad de los frutos, otorga resistencia ante factores de estrés.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto del bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui, Ecuador.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de manejo sustentable desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo.
- Realizar el seguimiento de las variables de calidad que se presentan durante el desarrollo del cultivo.
- Evaluar la productividad del cultivo.
- Determinar el tratamiento más económico aplicando el método de presupuesto parcial propuesto por Perrín *et al.* (1976).

Hipótesis

Hipótesis alternativa

El cultivo de *Capsicum annum* var. Cortés tratado con espirulina presenta mejores parámetros de calidad y productividad que las plantas tratadas con bokashi.

Hipótesis nula

El cultivo de *Capsicum annum* var. Cortés tratado con bokashi y espirulina presenta parámetros de calidad y productividad similar.

Marco Teórico

El pimiento es una especie herbácea anual, con raíces adventicias y un tallo rígido, flores blancas, frutos con paredes gruesas y firmes.

Temperatura	22 a 25°C
Altitud	Hasta 1800 msnm
pH	6,5 a 7,5
Riego	600 a 900 mm de agua

Fuente: (INAMHI, 2013)

Alto requerimiento de **potasio y magnesio**, para garantizar un buen desarrollo, mejorar la firmeza y el color del fruto.

Dosis de elementos por etapa fenológica del cultivo de pimiento (ppm)					
	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO
F. Vegetativa	120	120	120	60	30
Floración	120	120	150	80	40
Fructificación	140	120	200-270	120-140	60-70



Se debe complementar con **fósforo y nitrógeno** en la etapa vegetativa, y en la etapa de fructificación se debe añadir calcio y boro, Traxco (2016).



Marco Teórico

Bokashi

Rico en nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.

Los nutrientes obtenidos de la fermentación de materias primas producen un **fertilizante completo**.

Se puede aplicar 4 libras por metro cuadrado de suelo en el trasplante, FAO (2011).



Espirulina

Contiene ácidos grasos poliinsaturados esenciales y vitaminas, así como xantinas, ficobiliproteínas, carbohidratos, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, manganeso y zinc.



Metodología

Ubicación

Barrio rural Loreto, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, a una **altura de 2858 msnm.**



Modelo matemático

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

Características del lugar de investigación

Invernadero, área de 45 m², ligera pendiente, suelo franco arenoso, temperatura entre los 10 °C y 18 °C y sin sistema de riego.

Diseño experimental

144 plantas de pimiento variedad Cortes, diseño completamente al azar (DCA), tres tratamientos: **T0 (Testigo)**, **T1 (Bokashi)** y **T2 (Espirulina)**, cada uno con 4 repeticiones, 12 unidades experimentales.



Metodología

Preparación del invernadero

Actividades: limpieza, escarificación del suelo, renovación del plástico en la parte superior del invernadero. Se elaboraron **3 camas** de 8.5 m de largo por 1.2 m de ancho y 0.2 m de alto.



Trasplante de plántulas

En tresbolillo a una distancia de 0.5 m.

Material vegetal

Se compraron 144 plántulas de pimiento variedad Cortés con 30 días de edad.



Metodología



Establecimiento del diseño experimental

Cada cama se dividió en 4 partes iguales separándolas por un letrero que contenía el tratamiento y la repetición correspondiente.

Se tapó la mezcla con un plástico negro durante una semana, aireando 3 veces al día, después se dejó que la mezcla pierda humedad.

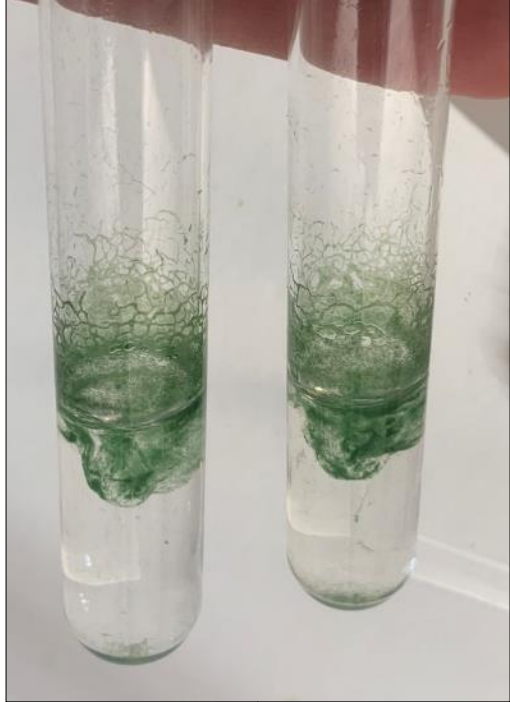
Bokashi

Para la elaboración de este abono se utilizó tierra negra, guano de cuy y vacas, cascarilla de arroz, melaza, levadura y agua.



Metodología

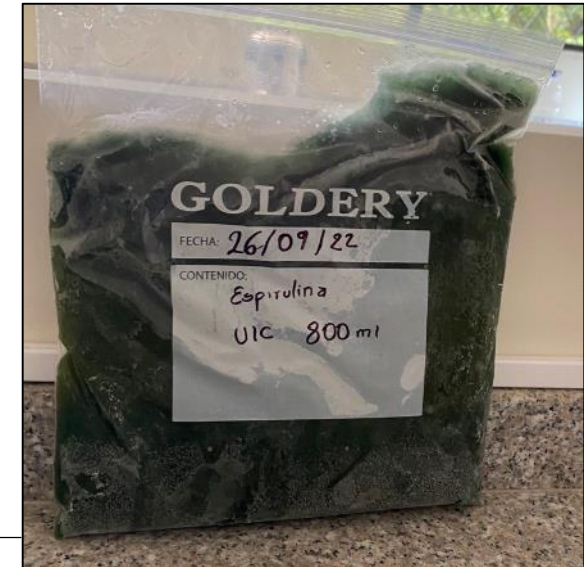
Espirulina (*Arthrospira platensis*)



La producción de espirulina se realizó en el laboratorio de Acuicultura del IASA I.



Se cosechó y se congeló cuando la cepa presentó una densidad en un rango de 7.5×10^5 a 8.0×10^5 filamentos mL^{-1} .



Metodología

Utilización de los biofertilizantes

Se incorporó **150 g de bokashi** en cada **planta** del T1 en el trasplante.

En una bomba de fumigar se colocó **0.5 L de espirulina** y se **agregó 1.5 L de agua** y se aplicó de manera foliar a las plantas del tratamiento 2 cada 15 días.



Ronga *et al.*, (2019) indica que se puede realizar **aplicaciones de espirulina vía foliar**, edáfica o sobre la semilla.



Labores culturales.
Limpieza de malezas,
aporcado, control preventivo
de plagas con bio-
insecticida, poda y tutorado.

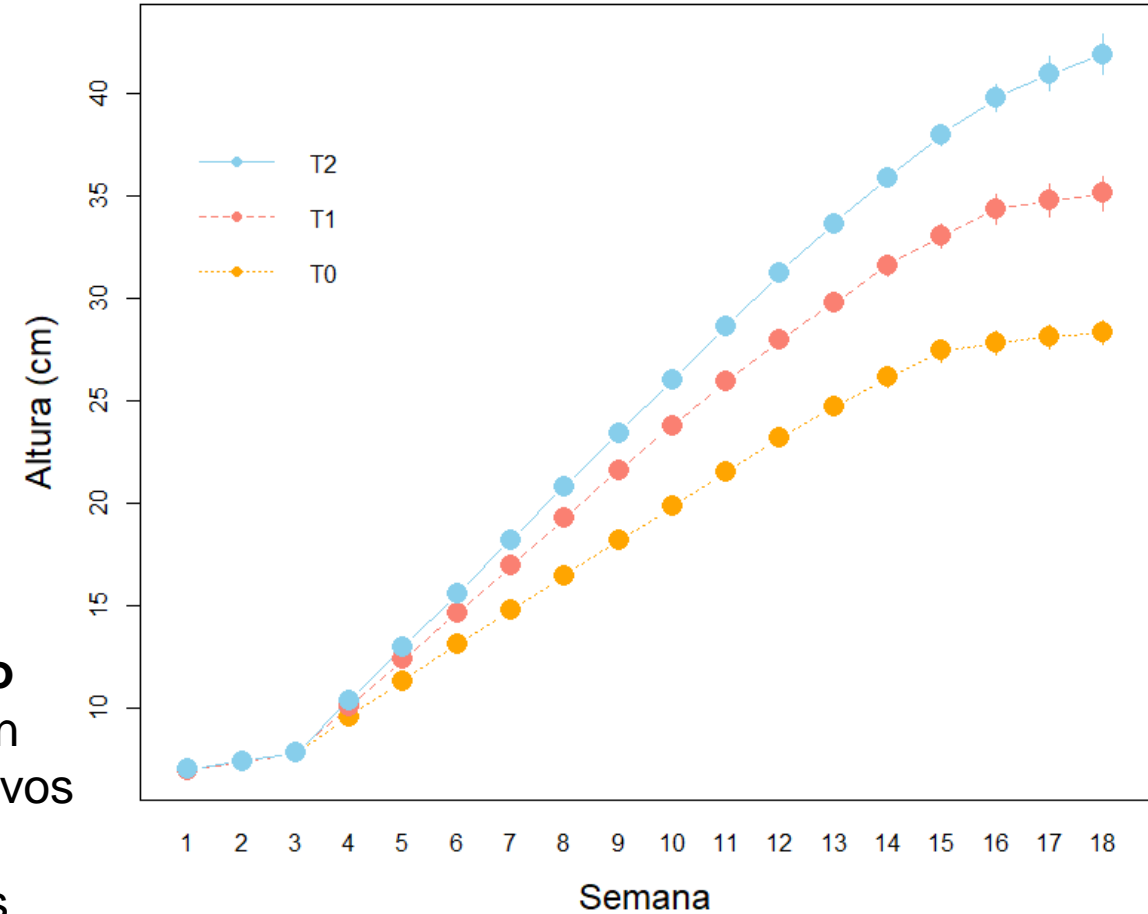
Resultados y Discusión

Altura de la planta

Tratamiento	Altura de la planta (cm)
T0	18.42 ± 7.95 a
T1	21.80 ± 10.34 b
T2	24.23 ± 12.38 c
LSD	3.61



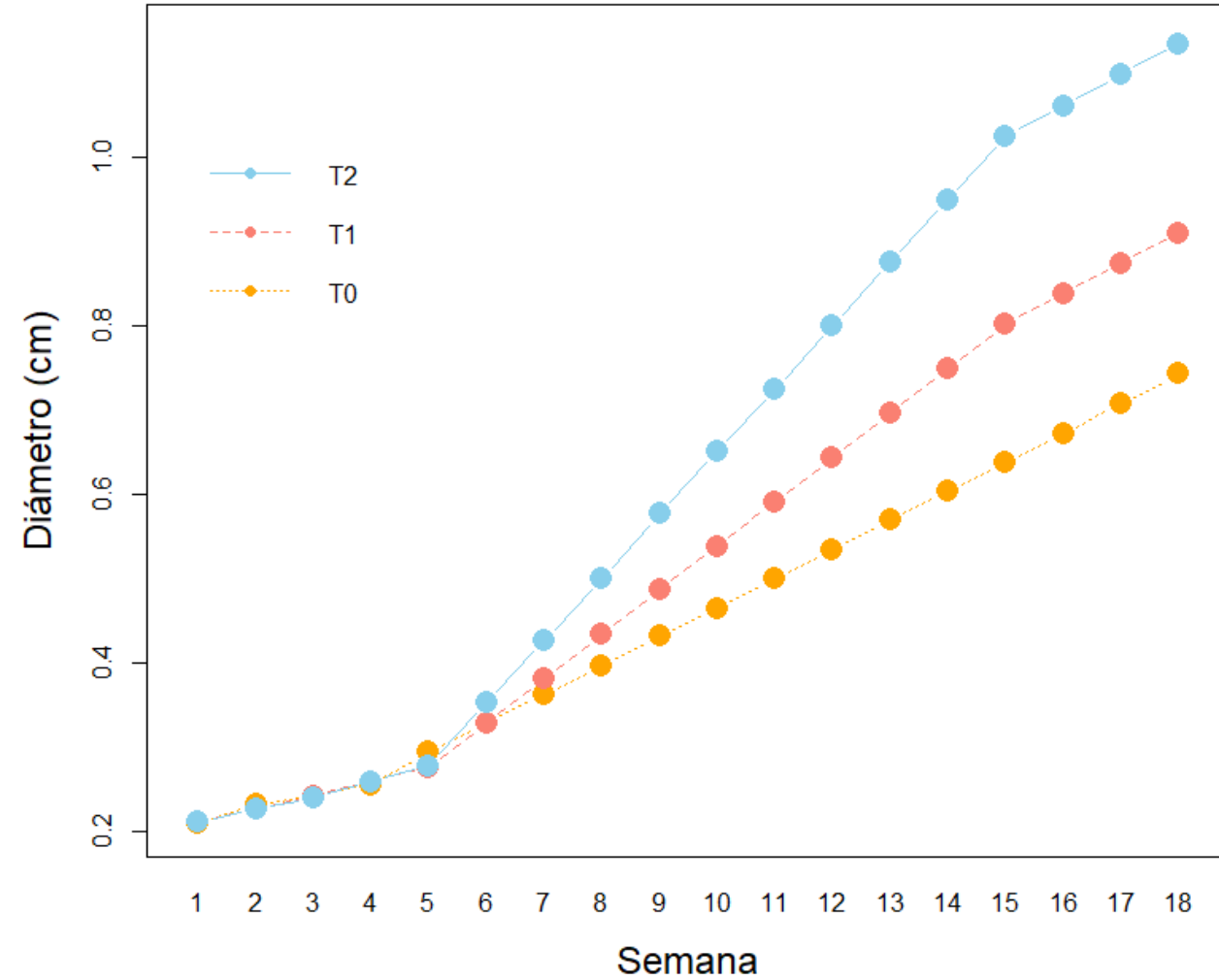
El **estrés abiótico** representa un gran problema en los cultivos de pimiento, especialmente los climas fríos, de acuerdo con lo mencionado por, infoAgro, (2018).



Resultados y Discusión

Diámetro del tallo

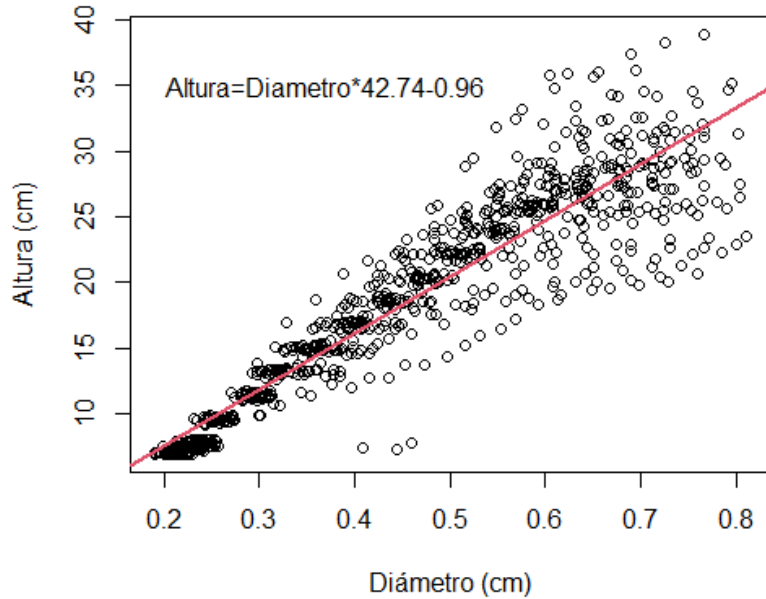
Tratamiento	Diámetro del tallo (cm)
T0	0.453 ± 0.173 a
T1	0.526 ± 0.239 b
T2	0.628 ± 0.329 c
LSD	0.034



Resultados y Discusión

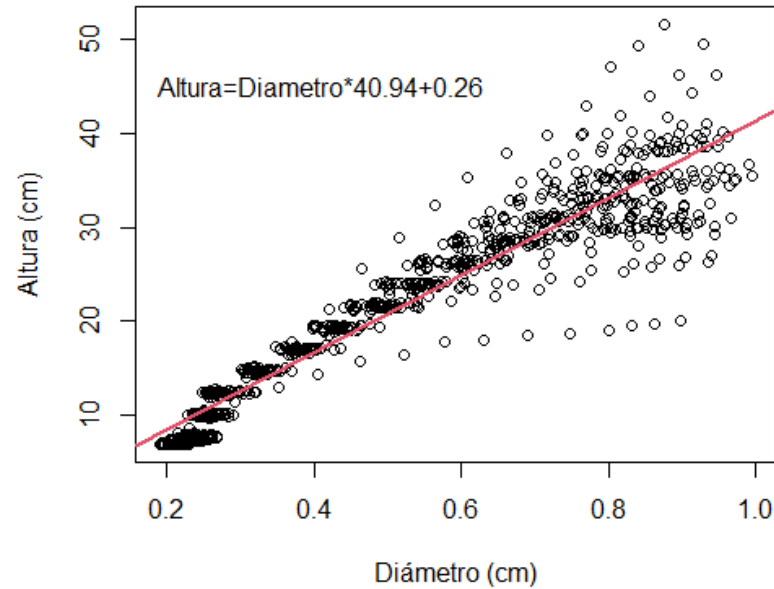
Correlación entre altura y diámetro

Regresión lineal
T0



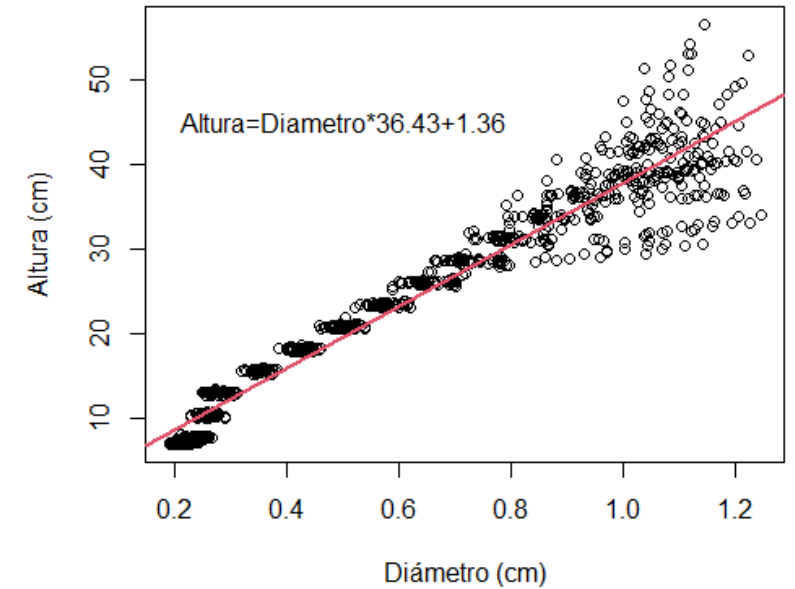
R-cuadrado ajustado de **0.864**, modelo que predice adecuadamente los valores aplicando el manejo común del agricultor.

Regresión lineal
T1



R-cuadrado ajustado de **0.899**, modelo que predice adecuadamente los valores para el cultivo, aplicando una dosis de bokashi.

Regresión lineal
T2



R-cuadrado ajustado de **0.936**, modelo con mayor valor predictivo, dado que los valores tienen una menor dispersión.

Resultados y Discusión

Floración

Tratamiento	Semana de floración		
	8	9	10
T0	-	-	46 (100%)
T1	-	-	47 (100%)
T2	4 (8.9%)	41 (91.1%)	-

El T2 presentó 1 semana de anticipación en esta etapa fenológica, mientras que el T1 no mostró ninguna diferencia en el apareamiento de la floración con respecto al testigo.

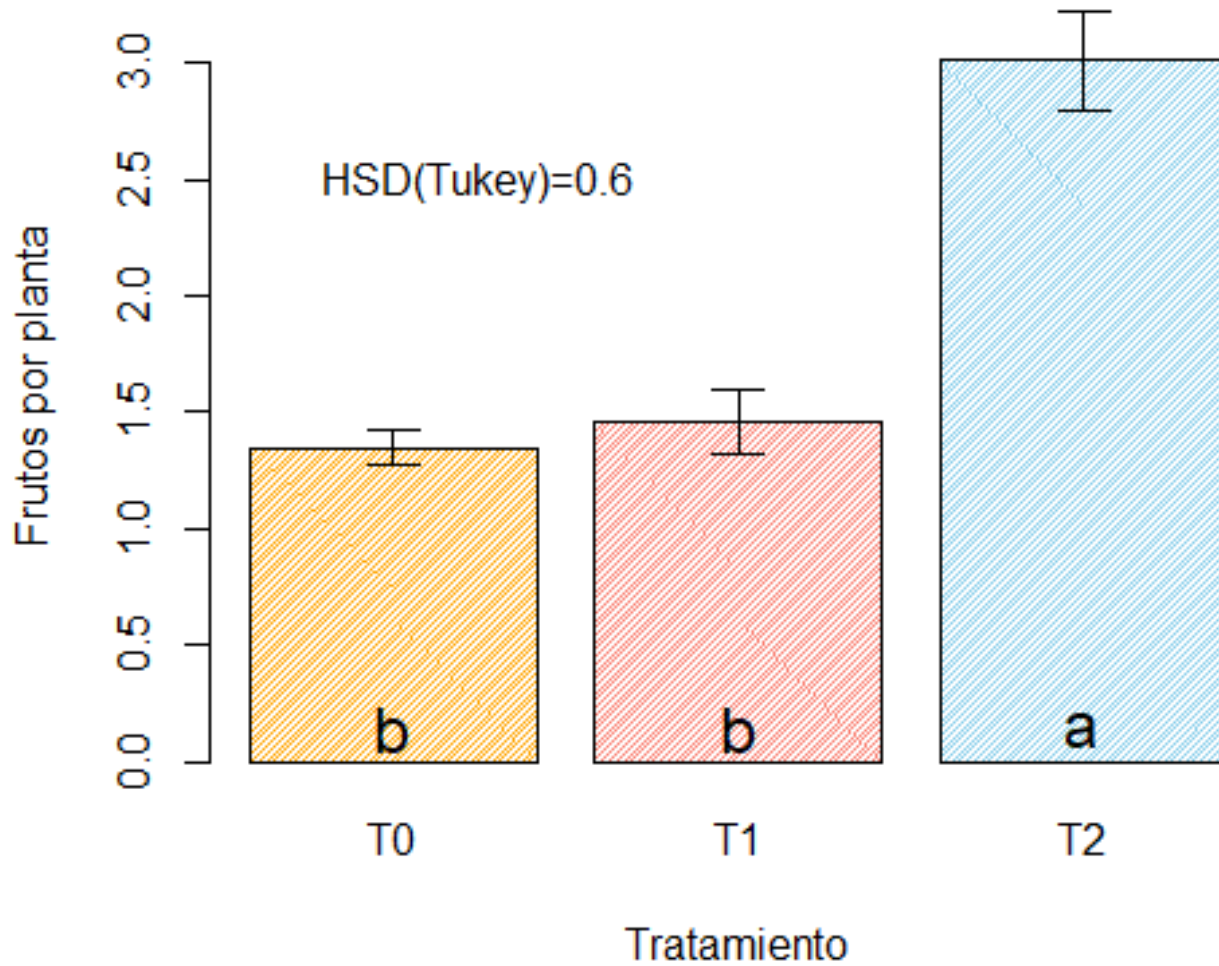
Aleman, (2005), menciona que la implementación de **bokashi** en un cultivo **no tiene influencia en el apareamiento de la fase de floración.**

Battacharyya *et al.*, (2015), sostiene que los productos a base de “microalgas” promueven el crecimiento de las plantas, **mejoran la floración y el rendimiento**, estimulan la calidad y el valor nutricional de los frutos.



Resultados y Discusión

Frutos por planta



El T2 es estadísticamente superior a los demás, con un promedio de 3 frutos por planta, frente a los 1.5 y 1.3 frutos promedio para T1 y T0 respectivamente, además no se encontró diferencias significativas entre estos dos tratamientos.



Resultados y Discusión

Longitud del fruto

Tratamiento	Longitud del fruto (cm)
T0	14.11 ± 0.19 a
T1	14.28 ± 0.68 a
T2	14.20 ± 0.32 a
LSD	0.89



Peso del fruto

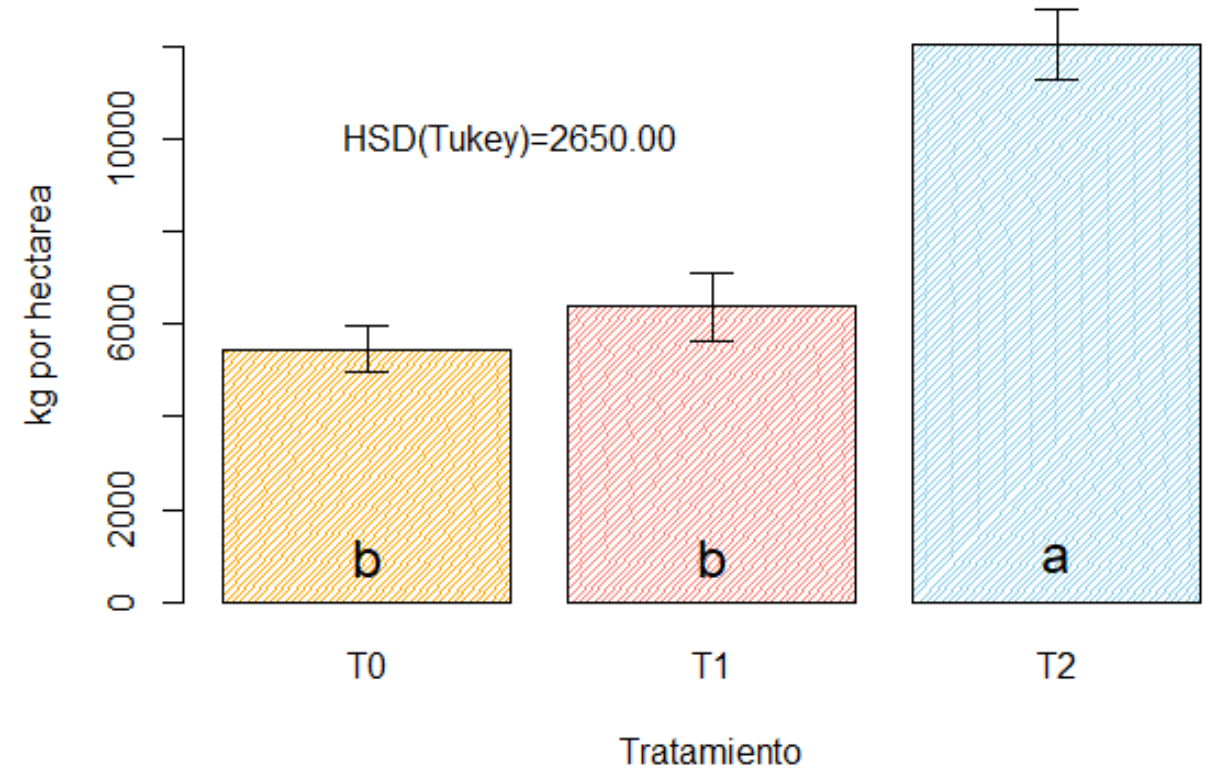
Tratamiento	Peso del fruto (g)
T0	110.56 ± 7.73 a
T1	120.50 ± 18.81 a
T2	110.15 ± 9.29 a
LSD	25.49



Resultados y Discusión

Rendimiento por hectárea

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
T0	5466.72 ± 986.06 b
T1	6381.25 ± 1460.94 b
T2	12048.15 ± 1516.09 a
LSD	2650.00



Resultados y Discusión

Análisis económico

Número de plantas por tratamiento	48
Costo de cada planta	\$ 0.12
Costo de las plantas de cada tratamiento	\$ 5.76
Peso de la primera cosecha del T0	7.2 kg
Peso de la primera cosecha del T1	8.2 kg
Peso de la primera cosecha del T2	14.8 kg
Peso del bokashi utilizado para el T1	7.2 kg
Volumen de espirulina utilizado para el T2	4 L
Costo de elaboración de 1 kg de bokashi	\$ 0.22
Costo de elaboración de 1 L de espirulina	\$ 4.69
Costo del T1 (48 plantas + 7.2 kg de bokashi)	\$ 7.34
Costo del T2 (48 plantas + 4 L de espirulina)	\$ 24.52

Tratamiento	Rendimiento	Venta	Beneficio	Costos	Beneficio
	(kg/tratamiento)	(\$/kg)	Bruto (\$)	Variables (\$)	Neto (\$)
T0	86.4	3	259.2	5.76	253.4
T1	98.4	3	295.2	7.34	287.9
T2	177.6	3	532.8	80.8	452



El T2 presentó el mayor beneficio neto con un total de \$452 por ciclo de producción, es decir al año, haciendo que la agricultora recupere por completo la inversión y además cuente con una ganancia muy significativa.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Los tres tratamientos evaluados tuvieron un buen desempeño en la longitud y peso del fruto, ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas.
- El T2 presentó adaptación superior con una altura promedio de 24.23 cm, precocidad de floración y 3 frutos por planta, representando así un correcto desarrollo.
- El tratamiento a base de espirulina obtuvo el mayor rendimiento, 12048.15 kg/ha, superando a los 6381.25 y 5466.72 kg/ha, de los tratamientos T1 y T0 respectivamente.
- Respecto al análisis económico, el T2 reporta un beneficio neto de \$ 452 por ciclo de producción, es decir al año, superando al T1 y T0 y siendo el mejor tratamiento económicamente.

Conclusiones y Recomendaciones

Recomendaciones

- Incluir la aplicación de espirulina en el plan de manejo orgánico del cultivo de pimiento, por su alto porcentaje de proteína y aminoácidos que se pueden transferir a la planta y por los beneficios evidenciados en la presente investigación.
- Ampliar las investigaciones con el uso de espirulina a fin de consolidar el proceso y uso adecuado.
- Realizar investigaciones en otros cultivos que producen los beneficiarios de Misión Social, a fin de apoyar el desarrollo de los sectores más vulnerables del cantón Rumiñahui.

Anexos



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



¡Gracias!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA