

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE ALGAS DEL GÉNERO SARGASSUM SP. COMO
ALTERNATIVA DE FERTILIZACION ORGANICA EN EL CULTIVO DE
PEPINO (*Cucumis sativus*) EN CATACAMAS, OLANCHO, HONDURAS**

POR:

CARLOS DAVID PAZ PADILLA

TESIS DE GRADO



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2023

**EVALUACION DE ALGAS DEL GÉNERO SARGASSUM SP. COMO
ALTERNATIVA DE FERTILIZACION ORGANICA EN EL CULTIVO DE
PEPINO (*Cucumis sativus*) EN CATACAMAS, OLANCHO, HONDURAS**

POR:

CARLOS DAVID PAZ PADILLA

GERARDO MENCIA, M.Sc.

Asesor Principal



TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE LICENCIADO EN
RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE.**

CATACAMAS

OLANCHO

2023

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso, le agradezco por no abandonarme ni un instante en este proyecto que un día me propuse lograr.

A mis padres JUAN CARLOS PAZ ALVAREZ y NANCY PADILLA VARELA por ser los mejores del mundo, e impulsarme a seguir creciendo como persona en sabiduría y amor.

A mis hermanos, SARA MARIELLE PAZ PADILLA Y JUAN JOSE PAZ PADILLA por confiar en mí y por su apoyo incondicional.

A mis amigos y compañeros, CARLOS MARROQUIN, KEVIN MENDOZA, LESMAN SAUCEDA, EDRAS CRUZ y YULIZA MENDOZA ya que estuvieron siempre a mi lado apoyándome y demostrándome su apoyo incondicional.

A una persona en especial, BEYRA FABIOLA MAIRENA por su gran apoyo en transcurso de mi tesis y levantado mis ánimos en todo momento y cuando más lo necesitaba.

A mi familia en general por estar pendiente de mí y apoyarme a seguir creciendo cada día.

AGRADECIMIENTOS

A mi DIOS TODO PODEROSO, le agradezco por no dejarme solo en este reto que un día me propuse llegar a vencer.

Al Ms.c. GERARDO MENCIA por su apoyo y tiempo dedicado para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de la sección única de Recursos Naturales.

A mis compañeros del cuarto, por su amistad en estos cuatro años de convivencia.

A todos mis amigos por su amistad, respaldo y apoyo en todo este tiempo.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por acogerme en sus instalaciones y por ser parte de la historia de esta prestigiosa institución.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. <i>Sargassum sp</i>	3
3.1.1. Trabajos realizados en especies de sargazos.....	3
3.2. Arribazones	4
3.3. Características Físicas del <i>Sargassum sp</i>	4
3.4. Características Botánicas del <i>Sargassum sp</i>	6
3.5. Productos a base de algas.....	6
3.6. Antecedentes del uso de algas como alternativas.	7
3.7 Metales pesados y <i>Sargassum sp</i>	8
3.8 Beneficios del uso de las algas como abono	9
3.9 Cultivo de Pepino (<i>Cucumis sativus</i>).....	10
3.9.1. Taxonomía del Cultivo de Pepino.....	11
3.9.2 Origen del cultivo de pepino.....	11

3.10	Características morfológicas de la planta de pepino	11
3.10.1	Sistema radicular del pepino.....	12
3.10.2	Tallo del cultivo de pepino.....	12
3.10.3	Hojas de la planta de pepino	12
3.10.4	Flor del pepino.....	13
3.10.5	Fruto del cultivo de pepino.....	13
3.10.6	Semilla de pepino.....	13
3.11	Fertilización adecuada para el cultivo de pepino.....	13
3.12	Abonos orgánicos en la producción de pepino	14
IV.	MATERIALES Y METODO.....	16
4.1.	Ubicación del Estudio	16
4.2.	Equipo y materiales	16
4.3.	Factor bajo estudio	17
4.4.	Recolección de algas <i>Sargassum sp.</i>	17
4.5.	Preparación del alga.	17
4.6.	Muestreo de suelos	19
4.7.	Preparación del suelo e incorporación del abono de sargazo	19
4.8.	Manejo Experimental.....	19
4.8.1.	Siembra	20
4.9.	Riego.....	20
4.10.	Tutorado.....	20
4.11.	Podas.....	21
4.12.	Cosecha.....	21
4.13.	Diseño experimental.....	22
4.14.	Modelo estadístico	23
4.15.	Descripción de los tratamientos	23
4.17.	Variables a ser evaluadas	¡Error! Marcador no definido.

4.18.	Peso promedio del fruto	25
4.19.	Diámetro del fruto	25
4.20.	Longitud del fruto	26
4.21.	Número de frutos/Planta	26
4.22.	Producción por área.....	26
4.23.	Análisis económico	27
V. RESULTADOS Y DISCUSION		28
5.1.	Indicadores productivos	28
5.2.	Producción total por área.....	34
5.3.	Numero de frutos	35
5.4.	Peso del fruto	37
5.5.	Diámetro y longitud del fruto	38
5.6.	Análisis de biomasa vegetal.....	39
5.7.	Análisis económico	40
5.8.	Análisis de metales pesados.....	41
VI. CONCLUSIONES.....		43
VI. RECOMENDACIONES.....		44
VII. BIBLIOGRAFIA		45
VIII. ANEXOS		49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos sobre los indicadores productivos de la primera cosecha realizada en la parcela de pepino.....	28
Tabla 2. Resumen del análisis de varianza de la primera cosecha.....	28
Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos sobre los indicadores productivos de la segunda cosecha realizada en la parcela de pepino.....	29
Tabla 4. Resumen del análisis de varianza de la segunda cosecha.....	30
Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos sobre los indicadores productivos de la tercera cosecha realizada en la parcela de pepino.....	31
Tabla 6. Resumen del análisis de varianza de la tercera cosecha.....	32
Tabla 7. RBC (Ciclos Económicos Reales) de los tratamientos.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del lugar del estudio.....	16
Figura 2. Croquis de los Tratamientos.....	24
Figura 5. Resultado del Análisis de Metales Pesados.....	41

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección del sargazo.	57
Anexo 2. Lavado y secado del alga.	58
Anexo 3. Dosificación y aplicación del alga.	59
Anexo 4. Trasplante de las plántulas de invernadero a la parcela.	61
Anexo 5. Crecimiento y tutorado del cultivo.	62
Anexo 6. Primeros frutos y cosecha.	63
Anexo 7. Recolección e ingreso de datos.	64
Anexo 8. Resultados de análisis de metales pesados.	66
Anexo 9. Análisis de varianza cosecha 1.	67
Anexo 10. Análisis de varianza de la cosecha 2.	68
Anexo 11. Análisis de varianza de la cosecha 3.	69
Anexo 12. Análisis de biomasa vegetal.	70
Anexo 13. Concentraciones máximas aceptables de metales pesados fitotóxicos en suelos agrícolas según país.	71
Anexo 14. Análisis de suelo.....	71
Anexo 15. Resultados del análisis de abono orgánico.....	72
Anexo 16 Análisis de biomasa vegetal.....	72
Anexo 17 Resumen del ANAVA de la biomasa vegetal.....	73

Paz Padilla, C.D (2023) Evaluación de algas del género *Sargassum sp.* como alternativa de fertilización orgánica en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en Catacamas, Olancho, Honduras. 77 pp.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de tres dosificaciones de alga conocida como sargazo (*Sargassum sp.*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 15 unidades experimentales, cada unidad experimental con un área de 1.5m². Se evaluaron las siguientes dosis 5 ton/ha, 20 ton/ha 50 ton/ha para los tratamientos conteniendo sargazo. Fueron evaluadas las siguientes variables del cultivo: Producción total por área, peso del fruto, diámetro del fruto, longitud del fruto y números de frutos por planta. Los resultados encontrados reportaron que no existen diferencias estadísticas en las diferentes dosificaciones usadas de sargazo en el experimento. El uso de sargazo fue el más eficiente en el diámetro y longitud de fruto del cultivo de pepino en comparación al fertilizante mineral NPK 12-24-12. Es importante destacar que, aunque no se encontró significancia en las variables estudiadas según las dosis aplicadas de sargazo, la dosis con 5 ton/ha obtuvo la mayor producción total por área con un total de 13.49 ton/ha de pepino producido, esto nos confirma que la fertilización orgánica a base de sargazo puede utilizarse en cultivo de pepino sin comprometer el rendimiento, siempre y cuando se tome en cuenta un estudio de metales pesados al sargazo antes de ser utilizado.

Palabras clave: fertilización, sargazo, pepino, metales pesados.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático avanza inexorablemente y con esto va generando retos enormes para las sociedades humanas y fuertes presiones de selección para los agroecosistemas y los ecosistemas naturales. La producción de alimentos es una actividad particularmente vulnerable y requiere especial atención con cuidados mayores cada día que pasa. Las algas son organismos importantes de los ecosistemas acuáticos de nuestro planeta. Algunas especies, tales como *Sargassum muticum*, se han reportado como alimento tradicional en algunos lugares del planeta.

El sargazo es un tipo de alga que desde el 2016 está arribando a costas del caribe en grandes cantidades. la marea marrón que está invadiendo la costa caribeña y destrozando su ecosistema, es un fenómeno que ya fue avistado durante las primeras expediciones de europeos que atravesaron el Atlántico para llegar al continente americano. Hace más de seis siglos, temerosos de que sus barcos quedaran atascados entre la maleza marina, algunos exploradores documentaron estas praderas flotantes en mitad del mar. Pero en la última década, este fenómeno está llegando a las regiones costeras, volviéndose una amenaza para el sector turístico (Arratibel, 2022). Es considerado desecho por los habitantes y no tiene un uso práctico.

Sin embargo, el sargazo cuenta con ciertas propiedades que podrían ser beneficiosas para el suelo, así como para productores de alimentos (Verdad, 2018).

El objetivo de esta investigación es evaluar especies de sargazo en el cultivo de pepino como fuente de fertilización orgánica y con ellos se pretende poder contar con una fuente alternativa de fertilización orgánica para la producción de pepino, esto traerá un beneficio para los agricultores y dar un mejor uso al sargazo.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar las algas del género *Sargassum* como alternativa de fertilización orgánica en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en Catacamas, Olancho

Objetivos Específicos

- Evaluar la respuesta del cultivo de pepino a la aplicación diferentes dosis de algas del género *Sargassum* como fuente orgánica de fertilización
- Comparar la respuesta en el cultivo de pepino a la aplicación de fertilizante mineral versus la aplicación de sargazo.
- Evaluar la presencia de metales pesados en algas del género *Sargassum* estudiada.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Sargassum sp

El sargazo es una macro alga marina parda del género *Sargassum*. Se le puede ver flotando en la superficie del océano. Está compuesto principalmente de dos especies, *S. natans* y *S. fluitans*. (Semarnat 2018).

Las algas marinas presentan un alto contenido de nutrientes y sustancias naturales (vitaminas, carbohidratos, proteínas, y ácidos orgánicos), cuyos efectos son similares a los reguladores del crecimiento vegetal (Quitral 2012). Además, tienen acción enzimática y cuando el proceso de elaboración de los derivados de algas se lleva adecuadamente, los microorganismos que viven en asociación con ellas continúan viables, propagándose donde se aplican potenciando su acción (Wilbert& Rosa, 2008).

La utilización de extractos de algas marinas refuerza en las plantas su sistema inmunitario y alimentario, así también activan sus funciones fisiológicas, lográndose plántulas más sanas, con mejor nutrición y más vigorosas.(Norrie 2015)

Trabajos realizados en especies de sargazos

Según estudio llevado a cabo por la investigadora Doleasha Davis desarrollaron un análisis bioquímico y elemental comparativo detallado de tres morfotipos pelágicos de *Sargassum* identificados hasta el momento como formadores de floraciones atlánticas: *Sargassum natans* I (SnI), *S. fluitans* III (Sf) y *S. natans* VIII (Fernandez 2015).

Los resultados mostraron que SnVIII acumulaba una menor cantidad de metales y metaloides en comparación con SnI y Sf, pero contenía mayores cantidades de polisacáridos fenólicos y no celulósicos. SnVIII también tenía más manitol, compuesto de almacenamiento de carbono (Davis, 2021). No se identificaron diferencias en el contenido y composición del polisacárido alginato de la pared celular entre los tres morfotipos.

3.2.Arribazones

Los arribazones son acumulaciones de algas oceánicas que se han desprendido como consecuencia de temporales y son arrastradas por las olas hasta la orilla (Alicante Press, 2016).

Por lo general, el sector turístico ha venido calificando los arribazones como basura playera durante los últimos 30 años. Para este sector y para el propio turista resulta ser molesto en término visual, incómodo para el traslado en la playa y repulsivo por el olor generado por la rápida descomposición del alga. Desde luego la única solución es la limpieza periódica de las playas y la subsecuente incorporación de los desechos de algas al resto de los desechos urbanos (Dreckmann, 2013).

3.3.Características físicas del *Sargassum* spp

Durante el estudio realizado por Candelaria Isabel Pérez Martín en el Instituto Tecnológico de Conkal se demostró que el sargazo tiene buenas características físicas cómo sustrato (Verdad, 2018). Cuenta con una porosidad del 37%, una buena aireación y retención de la humedad.

Las cantidades importantes de potasio y fósforo, debidas a la alta diversidad de algas pardas, brindan posibilidad de generar alimento para aves de cautiverio, compostas para

abono en el cultivo de hortaliza y posibles usos en la elaboración de alimentos y fármacos (Dreckmann 2013).

Las propiedades químicas del sargazo también son excelentes para ser utilizado como sustrato. Durante su estudio se dieron los siguientes resultados Contenido de Nitrógeno entre 200 y 500 ppm, (recomendado 100 a 200 ppm), contenido de Fósforo entre 2 a 7 mg (recomendado 6 a mg), contenido de Potasio 30 a 37 mg / l (recomendado 150 a 249 mg / l) y un pH de 6.7 a 8 (recomendado 5.5 a 6) (Hernández, 2019).

Los fertilizantes orgánicos en este caso el sargazo, no son solubles en agua y, por lo tanto, liberan nutrientes lentamente con el tiempo, especialmente cuando son mejorados por un suelo con un pH de 6.5 a 6.8, lo que aumenta la capacidad de fertilidad del suelo (Granstedt & Kjellenberg 1997).

Dado que el nitrógeno generalmente promueve el crecimiento del follaje, el fósforo promueve el crecimiento de las raíces y la producción de frutos y el potasio promueve la salud general de la planta, en el estudio realizado por Oyesiku se recomienda el porcentaje de *Sargassum* como fertilizante para un nuevo césped y para las plántulas. Además, las especies de *Sargassum* ya son utilizadas como forraje y fertilizante en China y en muchas partes de Asia (Oyesiku & Egunyomi, 2014).

Por razones de transporte, el uso de algas directamente como abono se limita necesariamente a las zonas costeras o próximas a ellas. La aplicación directa se refiere al alga sin procesar, es decir fresca o seca. En el primer caso, las algas tan pronto son obtenidas, se esparcen en la tierra y se mezclan con ella, ya sean enteras o cortadas. Es raro que la pequeña cantidad de sal común (NaCl) contenida en las algas tenga algún efecto adverso sobre las plantas, de hecho, a la remolacha y los espárragos les sienta bien una pequeña adición de sal. Pero si se desea usar el alga entera húmeda como fertilizante y está dudoso acerca del contenido de NaCl, esparza las plantas en el suelo preparado, semanas antes de las primeras lluvias (Surey-Genty Morris 1987)

En cuanto al secado de las algas, ya sean cortadas o enteras, debe realizarse lo más pronto posible, esparciéndolas en un lugar apropiado y a pleno sol, pues de lo contrario se perderán nutrientes. La ventaja de las algas secas es que se pueden almacenar y obtener productos derivados de ellas. En un período de sequía como San Andrés, Colombia 3-4 días serían suficiente para tal propósito (Fernandez & Wyso 2021).

3.4.Características botánicas del Sargassum spp

Es un organismo vegetal marino que puede alcanzar hasta 4 metros de longitud, también se les conoce como algas pardas debido a que tienen un color verde opaco cuando está anclada el manto rocoso y café cuando están secas.

Carecen de un sistema vascular autentico, tiene una estructura de forma arbustiva donde el talo es el eje central y se divide en sujetador, estipe, filoides y aerocistos. El sujetador es una parte del talo cuya función es anclar al mismo en el sustrato, este puede tener grosor de hasta 1.5 cm y su longitud es variable, se puede confundir con el estipe el cual, en este género de algas, se ramifica alternamente en la parte superior y su función es dar flexibilidad al talo (Aguilar, 2011).

Otras estructuras características del Sargassum son los filoides, conjuntos de estructuras fotosintéticas con apariencia de hojas insertas en espiral a lo largo del estipe. Los filoides carecen de nerviación central, poseen forma alargada, son aserrados y pueden medir 4 cm de longitud y 3 cm de ancho.

3.5.Productos a base de algas

El tratamiento de cosechas con algas ha crecido en popularidad, lo cual ha conducido al desarrollo de un gran número de productos procesados (S.M. 3, Maxicrop, Alginex, Seanol, Seamac, Kelpak y otros), facilitando de esta manera su uso y almacenamiento. Estos se pueden encontrar de las siguientes formas: 1) harinas (algas secadas y molidas en un polvo grueso), usadas en grandes volúmenes para suplementar suelos o para

mezclar en medios definidos, en los invernaderos, polvos, y extractos líquidos y concentrados empleados para enraizar, remojar suelos y como aspersores foliares (Metting 1990).

Desde los años 60, el uso comercial de extractos concentrados de algas como aspersores foliares, para el tratamiento de semillas y como humedecedores de raíces, se ha incrementado mucho más rápido que el de las harinas como un aditivo de suelos. Esto se podría atribuir a que el extracto y el concentrado son relativamente más fáciles de transportar y almacenar comparados con la harina, y a la eficiencia con que los constituyentes activos están disponibles biológicamente cuando los productos son aplicados directamente en lugar de mezclar otras formas con el suelo (Metting 1990).

3.6. Antecedentes del uso de algas como alternativas.

Históricamente el empleo de algas marinas en la agricultura es una práctica muy antigua y extendida en aquellos lugares donde abunda este recurso, como ocurre en muchas playas del Caribe. Esto ha implicado su uso no solo como abono para el suelo sino también como alimento para animales (Castro 1992).

En países como Francia, Inglaterra, Escocia, Finlandia, Noruega e Islandia, se emplean algas frescas como alimento para borregos, bovinos, caballos y cerdos, y se lleva a pastar a los animales a las playas, principalmente durante todo el invierno, aunque en algunos lugares también durante el verano (Castro, 1992).

En muchos casos, las algas constituyen casi toda su ración. Sin embargo, la mayoría de las algas aprovechadas en alimentación animal son usadas en forma de harina, para complementar las dietas de los animales. Algunas algas (*Rrcophyllumnodosum* y *Luminaria digituta*) aumentan la pigmentación de la yema de huevo, incrementan el crecimiento y producción de lana de los borregos, así como el contenido de grasa en la leche de vaca (Chapman y Chapman 1980).

El uso de algas como fertilizante en la agricultura cada día es más frecuente, los extractos de algas marinas constan de diferentes formulaciones, así mismo la procedencia de las algas influirán, aunque de menor manera en el producto. La gran mayoría de estos compuestos a base de algas marinas se pueden aplicar directamente al follaje, aunque también se aplica mediante riegos dirigidos o fertirriego. Las algas marinas se han probado exitosamente en la horticultura, incrementando la tolerancia a condiciones ambientales (Yáñez, 2017).

Los extractos de algas representan un efecto positivo en la actividad microbológica del suelo, especialmente en el proceso de respiración y movilización de nitrógeno del suelo, de esta manera se crea un ambiente adecuado para el desarrollo radicular de las plantas. Además, el extracto de algas marinas contiene una gran cantidad de nutrientes minerales que desarrollan el metabolismo celular, estimulando el crecimiento vertical de las plantas, del mismo modo incrementa la floración y el cuajado de frutos, lo que representa a un incremento significativo de la producción (Yáñez, 2017).

3.7 Metales pesados y *Sargassum* sp

Como organismos vivos, los principales elementos que están presentes en los sargazos son el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Estos elementos explican porque en la descomposición orgánica de los sargazos se desprenden gases como el metano y sulfuro de hidrógeno (Vidal, 2023).

No obstante, los sargazos están formados por más de más de 30 de elementos químicos. Los que están en mayor cantidad, además de los mencionados anteriormente, son: el sodio, magnesio, potasio y calcio. Otros elementos esenciales también se han identificado como el hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc, cromo, níquel, silicio, molibdeno, selenio, aluminio, boro, cloro y fósforo. Lo cual ha hecho que algunas personas hayan planteado la idea de utilizar los sargazos como materia prima para la producción de abono agrícola. (Vidal, 2023).

En principio, parece buena idea utilizar los sargazos como materia prima para abono agrícola. Sin embargo, en el sargazo también podemos encontrar elementos químicos tóxicos como el cadmio, plomo y mercurio. Sobre todo, uno de los elementos químicos más venenosos, el arsénico (Contreras, 2023).

Sabiendo que en los sargazos se han encontrado los metales pesados señalados y arsenico, resultaría muy cuestionable abonar productos agrícolas con sustancias tóxicas y venenosas. Esto traería como consecuencia el potencial envenenamiento de las personas que consuman los productos agrícolas abonados con veneno (Contreras, 2023).

Estudios realizados con las algas marinas han demostrado que son más eficientes para la remoción de metales cuando están muertas que estando vivas. Diferentes géneros de algas marinas como *sargassum* sp. y *ascophyllum* sp. han dado buenos resultados como biosorbentes llegando a remociones superiores al 90% del metal de interés (Vidal, 2023)

3.8 Beneficios del uso de las algas como abono

Las respuestas de las plantas a la aplicación de las algas son múltiples y variadas. Estas incluyen una mayor cosecha, incrementan la absorción de los nutrientes, cambios en la composición del tejido de la planta, aumentan la resistencia al congelamiento y a las enfermedades fúngicas y ataque de insectos, alargan la vida del fruto, mejoran la germinación de la semilla e incrementan la clorofila y el tamaño de las hojas (Metting 1990).

Se ha observado su potencial al utilizar un extracto líquido obtenido de esta alga en cultivos de frijol con efectos positivos al medir parámetros como velocidad de crecimiento largo de las raíces, altura del tallo, tamaño de la hoja, un incremento en el rendimiento. Esto se debe que le provee elementos como: Fe, Cu, Zn, Mn, N, P, K, S, Ca y Mg, además de reguladores de crecimiento como giberelinas y auxinas. también

biomoléculas como metabolitos, carbohidratos y vitaminas. esto le permite al suelo mejorar sus propiedades químicas, físicas y biológicas (Vijayanand et al., 2014).

La eficacia de algas en cualquier forma, ya sea incorporada en el suelo o rociadas sobre la superficie, las hace muy útiles para rejuvenecer suelos viejos y cansados, permitiendo que se asegure una vida perenne de los cultivos como los de frutales.

La liberación de minerales atrapados en el suelo y la adición de nutrientes provenientes de la descomposición de las algas dan a estos árboles un empuje, además la actividad bacterial del suelo se incrementa y los movimientos subsiguientes de lombrices, aumentan la aireación del suelo. En algunos casos, árboles pobres o no productivos han empezado a fructificar nuevamente. Además, parece ser que el uso continuo de abono a partir de algas hace innecesario rotar los cultivos (SureyGent y Morris 1997).

Uno de los efectos más pronunciados de estas aplicaciones de algas es el desarrollo vigoroso que experimenta el sistema radicular, el cual frecuentemente se expresa en una cosecha más alta. Se ha demostrado que la aplicación de bajas cantidades de concentrado de alga en la raíz del tomate, estimuló el crecimiento de ésta en todo sentido, un efecto que fue imitado por la zeatina (citoquinina) en concentraciones por debajo de 10^{-7} M. Este efecto estimulador se perdió cuando el extracto fue incinerado, lo que equivale a decir que la acción reguladora estaba asociada a una fracción orgánica. También se demostró que cuando se usó altas concentraciones, ya sea de zeatina o del concentrado de alga, el crecimiento de la raíz se inhibió (Metting 1990).

3.9 Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*)

Es originario de las regiones tropicales de ASIA (Sur de Asia), siendo cultivado en la India desde hace más de 3000 años. Dentro de las características generales es una planta anual, herbácea de crecimiento rastrero e indeterminado. El cultivo del pepino tiene un

alto índice de consumo, en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación

3.9.1. Taxonomía del cultivo de pepino

El pepino pertenece al orden de las cucurbitales y a la familia cucurbitaceae del género *cucumis*. La especie del pepino es la *cucumis sativus* del reino plantae y el subreino tracheobionta. Y la superdivision es la *spermatophyta* perteneciente a la división magnoliophyta.

3.9.2 Origen

El origen del pepino ocurrió en las regiones tropicales del sur de Asia. Se ha cultivado en la India desde hace aproximadamente 3000 años, la primera mención literaria que se hace del pepino se encuentra en el cuarto texto más antiguo de la India, el Atharva-veda, dicho texto es de principios del milenio I antes de nuestra era (Olmo 2017).

El cultivo del pepino tiene un alto índice de consumo, en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación.

3.10 Características morfológicas de la planta

Es una planta anual. Las raíces son fasciculadas y de desarrollo superficial. Toda la planta está recubierta de pelos erizados. Los tallos están muy ramificados en la base son de forma angulosa y poseen zarcillos. Las hojas tienen unos pecíolos muy largos. Tienen 3-5 lóbulos y terminan en punta y son de color verde oscuro por el haz y grisáceo por el envés.

Las flores son unisexuales, se localizan en las axilas de las hojas y son de color amarillo. Las flores masculinas se forman antes que las femeninas. Las plantas monoicas son las más normales. La polinización se realiza frecuentemente por insectos. Esta planta tiene una cierta tendencia a la partenocarpia (SAG, 2005).

Los frutos que se forman son de tamaño y forma variable. El color de la corteza va desde amarillo o blanco hasta verde. En la superficie de la piel muestran pequeñas verrugas cuando son jóvenes. Las semillas son alargadas y de color amarillento. El número de semillas por gramo se puede cifrar en 30-40. La capacidad germinativa de estas semillas es de unos 5 años (SAG, 2005).

3.10.1 Sistema Radicular

Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco, la planta de pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello (Casaca, 2011).

3.10.2 Tallo

Sus tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 metros en condiciones normales (Fuentes, 2015).

3.10.3 Hojas

Son de forma palmeada, con cinco puntos, presentando vellosidades blancas con de forma triangular ovaladas con lóbulos no bien formados, su longitud es de 7 a 20 cm,

alternas y tienen un color verde oscuro en el has de la hoja y un color grisáceo en el envés (Fuentes 2015).

3.10.4 Flor

Son plantas monoicas, aunque algunas son ginoicas (hembras), presentan solamente flores femeninas que son solitarias, produciéndose en las axilas de las hojas; las masculinas nacen en grupo, unisexuales y la floración es monoica, es decir en una misma planta hay flores masculinas y femeninas, en la parte inferior de la hoja suelen aparecer las flores masculinas, y en la parte superior las flores femeninas (Bionica, 2010).

3.10.5 Fruto

Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 15 y 35 cm de longitud, además es un fruto carnoso, más o menos cilíndrico, exteriormente de color verde, amarillo o blanco e interiormente de carne blanca, contiene numerosas semillas ovaladas de color blanco amarillento y de tamaño mediano, en estadios jóvenes, los frutos presentan en su superficie espinas de color blanco o negro (Bionica, 2010).

3.10.6 Semilla

Las semillas son de forma plana de color blanco y miden de 8 a 10 mm, de largo con un grosor de 3.5 mm dependiendo de la variedad con la que se esté trabajando (Fuentes 2015).

3.11 Fertilización

El pepino es una hortaliza con altos requerimientos de los principales macronutrientes, por lo que DICTA recomienda fertilizar el cultivo de pepino con 35kg N, 95 kg p2 o5 y

100 kg K_2O todos por hectárea, el N se debe de fraccionar con dos o más aplicaciones, mientras que el P y K se aplican a la siembra esta hortaliza es muy sensible a la carencia de Mg en el suelo; a dosis insuficientes de N, puede restringir y modificar el crecimiento de los frutos, forma y tamaño, por el contrario, un exceso de N, puede provocar amargor de fruto (Casaca, 2003).

En cuanto a los micronutrientes, estos se requieren en cantidades muy pequeñas y muy limitadas, la deficiencia de uno o más de estos nutrimentos puede tener mucha influencia en el desarrollo de los cultivos, la dosificación de fertilizantes a lo largo del ciclo, facilitará una nutrición correcta, evitando excesivas aplicaciones que puedan inducir salinización del suelo (Muñoz, 2015).

El pepino es muy exigente a abonos nitrogenados en forma nítrica, los abonos minerales deben de aplicarse en forma reducida y los abonos foliares son más asimilados por esta planta (Muñoz, 2015).

3.12 Abonos orgánicos en la producción de pepino

Existe una investigación en Fertilización Orgánica En La Producción De Pepino Bajo Condiciones De Invernadero desarrollada por Jorge Medina en 2008 donde los tratamientos fueron 5 fertilizantes foliares y el testigo con composta, la siembra se estableció con la aplicación de BIO-FOM polvo a una dosis de 1 ton/ha, 50g por planta y BIO-FOM liquido 4 l/ha, 50 ml/parcela a los 8, 15, 25, 35 y 45 días después de la siembra. Se observó que los tratamientos BIO-FOM polvo más Foliar BF-2 y el tratamiento BIO-FOM polvo más Foliar BF-3 superan a los demás tratamientos. todos los tratamientos superaron al testigo. (González & Arellano,2018)

Por otra parte, en otra investigación se estudiaron dos fertilizantes foliares: Alga 600 y Microalgae k+, en tres dosis: 0.5, 1.0 y 1.5 kg/ha, cuyas interacciones se compararon con dos testigos: absoluto y Nitrofoska. Con Alga 600 se obtuvo plantas con guías de mayor

longitud a los 45 días (131.7 cm), menor tiempo a la floración (27.7 días) y mayor número de frutos por planta (4.0 frutos), con mayor diámetro (4.5 cm), longitud (22.7 cm) y peso (339.8 g), que desencadenaron en un mayor rendimiento por hectárea (29416.8 kg). Con la aplicación de Nitrofoska se obtuvo un 40% de rentabilidad, mientras que al aplicarse 1.5 Kg/ha de Alga 600 se obtuvo 38% de rentabilidad, demostrando ser un tratamiento muy bueno para aplicarse en los sistemas de producción agrícola (Martínez 2017).

IV. MATERIALES Y METODO

4.1. Ubicación del estudio

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura ubicada en el municipio de Catacamas, departamento de Olancho, Honduras, con una temperatura promedio anual máxima de 27°C, mínima promedio de 13°C, precipitación promedio de 845mm/año, humedad relativa de 69.17% y una altura de 350msnm.

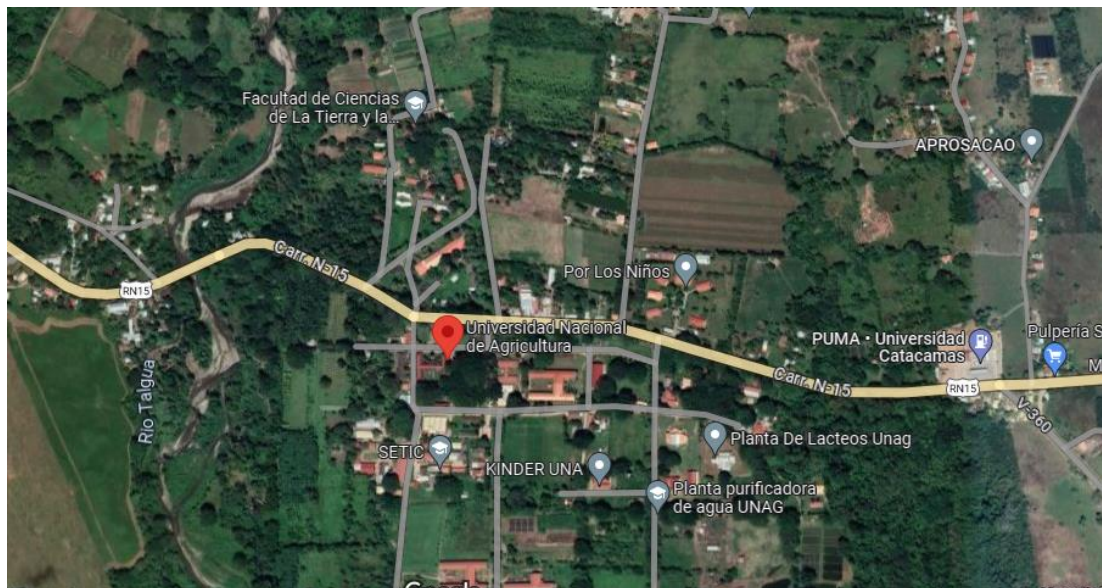


Figura 1. Ubicación del lugar del estudio.

4.2. Equipo y materiales

Para la realización del experimento fue necesario el uso de guantes, chaleco salvavidas, hieleras y bolsas ziploc para la recolección del alga sargazo, triturador para convertir el material vegetal en partículas de menor tamaño para una mejor absorción, semilla de

cultivo de pepino de la variedad POINSET 76, fertilizante químico (12-24-12), cinta métrica, balanza, pala, piocha, azadón, machete, pie de rey, computadora, programa estadístico SPSS

4.3. Factor bajo estudio

El factor bajo estudio fue la evaluación del potencial del abono orgánico elaborado a partir de sargazo como alternativa orgánica en la fertilización de cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), mediante el establecimiento en campo del cultivo de pepino, donde se evaluaron diferentes tratamientos y sus respectivas repeticiones de acuerdo con el aporte nutricional del sargazo y el requerimiento de nutrientes por parte del cultivo.

4.4. Recolección de las algas.

Inicialmente se hizo una recolección de las algas y luego que fueron colectadas se preservaron en húmedo. Las muestras húmedas se preservaron con agua de mar para conservar la estructura de las células tanto vegetativas como reproductivas para el análisis de metales pesados en las algas.

4.5. Preparación del alga.

- a) Extracción del alga: La colecta de las muestras se realizó en la zona intermareal. Se escogieron especímenes con el menor número de lesiones. Se fotografió en el campo, desde varios ángulos, así como del hábitat que la rodea (sustrato, otras algas alrededor). Las algas se removieron del sustrato manualmente y colocaron dentro de un recipiente sellado para su análisis de metales pesados.
- b) El lavado: es un proceso en el que se pretende eliminar un compuesto no deseado de un sólido y si el compuesto extraído es valioso se conoce como lixiviación. En este

caso fue necesario hacer un lavado del alga para retirar el exceso de sal que se pudo encontrar en esta. Si tenemos grandes cantidades de sal en el alga al momento de realizar el compostaje este sería un problema porque afectaría a que las bacterias comenzaran el proceso de descomposición así mismo afecta la salinidad de los suelos.

- c) El secado es una operación en la cual se elimina parcial o totalmente, por evaporación, el agua de un sólido o un líquido. Cuando un sólido húmedo es sometido a secado térmico, dos procesos ocurrirán simultáneamente:
- Hubo transferencia de energía (comúnmente calor) de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie.
 - Habrá transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido

Los objetivos del secado son:

- 1.- Conservación para prolongar vida del alga.
- 2.- Reducción de peso y volumen para facilitar empaque y transporte
- 3.- Presentación de alternativas de consumo

Pueden producirse cambios no deseables que afectan tanto la calidad como la aceptación del producto. En el secado se logró notar un cambio en la pigmentación del alga recolectada pasando de un color verdoso amarillo a un color café oscuro esto luego de ser expuestas al secado con la radiación solar.

- d) El triturado es el proceso cuyo objetivo es reducir el tamaño de partículas, generalmente para este proceso se utilizan molinos. El alga se trituro hasta obtener el tamaño deseado, esto para acelerar el proceso de compostaje y que los nutrientes se integren de mejor manera al suelo donde fue integrado.

4.6.Muestreo de suelos

Previo al montaje del experimento se realizó un análisis de propiedades químicas del suelo que este mide los valores nutricionales del mismo para tener una base de la calidad del suelo de la zona. Se obtuvieron muestras de suelo de forma aleatoria en el terreno a una profundidad de 20 cm y luego fueron homogenizadas (FAO, 2002). Se realizó el análisis de suelo sin aplicar el abono orgánico a base de alga y se realizó un análisis del abono orgánico del alga previo a la aplicación al suelo.

4.7. Preparación del suelo e incorporación del abono de sargazo

La preparación de suelo se realizó de forma mecánica, preparando 3 camas de 3 metros de largo por 0.5 metros de ancho para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, el sargazo fue incorporada cuando las camas estuvieron terminadas, realizándose previamente la dosificación (75% de la dosis al inicio y el 25% restante 20 días después del trasplante de la plántula de pepino).

Se incorporo el sargazo directamente al suelo sin ningún tratamiento previo mas que el lavado y secado, se realizó la incorporación el mismo día que se sembraron las semillas de pepino en el invernadero esto para que cuando las plántulas estuvieran listas para el trasplante se lograra un proceso de compostaje del sargazo en el suelo donde se estableció el experimento.

4.8.Manejo Experimental

El manejo del experimento se realizó siguiendo las técnicas agronómicas habituales realizadas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), una vez que el suelo estuvo preparado las tres dosis de abono fueron incorporados al suelo 14 días antes del trasplante del cultivo para evitar posibles problemas por reacciones inmediata del sargazo, luego se

continuo con la segunda fase del experimento, la que consiste en el trasplante del cultivo de pepino y su desarrollo.

Así mismo, se realizó la aplicación de 14 gramos de 12-24-12 para el tratamiento de fertilizante mineral en dos partes a los 10 días y 20 días después del trasplante,

4.8.1. Siembra

La siembra se realizó proporcionando un manejo uniforme a las plántulas durante un periodo de 14 días en invernadero, para luego ser trasplantadas en 15 camas elaboradas en cada unidad experimental, considerando una hilera por cama a un distanciamiento de 0.25 metros entre planta y 1.0 metros entre hilera. Se le agregaron 7 gramos de fertilizante NPK 12-24-12(solución arrancadora) a todas las plántulas antes de su trasplante a campo esto para generar un equilibrio al momento de iniciar el experimento. La aplicación de esta se realizó granulada y en cada agujero de cada plántula se le agrego los 7 gramos de fertilizante una pequeña capa de suelo y posteriormente fueron colocadas cada plántula en su respectivo agujero.

4.9.Riego

El riego que se hizo con agua sin ningún tipo de tratamiento, extraída del estanque de almacenamiento de las instalaciones donde se estableció el experimento con un riego manual y agua lluvia.

4.10. Tutorado

Se realizo el turado a los 20 días después del trasplante de las plántulas, colocando una estaca en cada extremo de la cama de 3 metros de longitud y, 1 estaca en el centro de la cama de 3 metros, luego se procedio a colocar cabuya o pita, la cual se amarrará en la

parte superior hasta llegar a la parte inferior formando 8 hileras de cabuya para un mejor tutorado de las plantas.

4.11. Podas

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo fue necesario la realización de podas de formación, fitosanitarias y producción. Las podas de formación se realizaron en los primeros 30 días de edad de la plantación (una semana después de haber concluido la elaboración del tutorado) con el objetivo de que las plantas se adhieran al tutorado y no queden guías a nivel de suelo, luego se realizaron podas de producción la cual consistirá en retirar las flores que se desarrollen cuando la planta aún no esté lista para la producción, permitiendo de esta manera un desarrollo adecuado en el cual la planta pudiese expresar su máximo potencial productivo.

Y por último se realizó una poda fitosanitaria que consistirá en retirar hojas y tallos (enfermas, podridas y muertas) frutos podridos, guías a nivel de suelo y quebradas evitando de esta manera la propagación y multiplicación de enfermedades en toda la plantación.

4.12. Cosecha

La cosecha se realizó en 3 etapas: primera cosecha de forma manual a los 45 días de sembrado el cultivo, segunda cosecha a los 52 días de sembrado el pepino y la tercer y última cosecha se realizó a los 60 días de sembrado el pepino recolectando los frutos de color verde oscuro deseado y con el tamaño y forma característicos de un fruto fisiológicamente listo para la cosecha.

4.13. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 15 unidades experimentales.

Por unidad experimental se elaboró 1 cama, cada unidad experimental se diseñó de 3 metros de largo y 0.5 metros de ancho y se sembró una hilera del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) por cama, distanciadas a 0.25 metros entre planta y distribuidas en una hilera separada a 1.0 metros entre sí, a todas las unidades experimentales se les proporcionó el mismo manejo, variando únicamente en su caso la cantidad de alga a usar.

La aplicación del alga se realizó en dos fases: la primera se aplicó al momento de preparar el suelo en el cual se le agrego el 70% de la total cantidad a utilizar por cada tratamiento, pesando la dosis y distribuyéndola uniformemente en el canal elaborado en el centro de la cama y luego fue mezclado con todo el suelo de la cama. La segunda aplicación que es el restante 30% (T3:0.225kg, T4:0.9kg, T5: 2.25kg) de los tratamientos con sargazo se aplicó a los 20 días después del trasplante de las plántulas por medio de la realización de aporque.

La aplicación de del fertilizante NPK 12-24-12 se realizó en dos partes, la primera fertilización se realizó a los 10 días después del trasplante agregando 7 gramos a cada planta de pepino haciendo en una media luna a 5cm del tallo de cada planta. La segunda aplicación se realizó 20 días después del trasplante donde se le agregaron 7 gramos de fertilizante y se realizó de la misma forma separándose 5cm del tallo y haciendo una media luna para agregar los 7 gramos de fertilizante.

4.14. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media general de la población

T_i = Efecto del enésimo tratamiento i

B_j = Efecto del enésimo bloque j

E_{ij} = Error experimental de la unidad experimental j del tratamiento i

4.15. Descripción de los tratamientos

T1= Testigo absoluto; no se aplicó fertilizante y se trabajó solo con el contenido nutricional del suelo: 34.4 kg/ha de Nitrógeno(n), 0.06 kg/ha de Fosforo(p) y 336.26 kg/ha de Potasio(k).

T2 =Testigo relativo, aplicación de 14 gramos de 12-24-12 en 2 partes 10 días después del trasplante y 20 días después del trasplante, dosificación basada de acuerdo con dosis recomendada para cultivo de pepino: 27.7 kg/ha de Nitrógeno(n), 55.44 kg/ha de Fosforo(p) y 27.7 kg/ha de Potasio(k).

T3= Aplicación de sargazo, dosis baja (5ton/ha o 0.5 kg/m²)

T4=Aplicación de sargazo, dosis media (20 ton/ha o 2 kg/m²)

T5= Aplicación de sargazo, dosis alta (50 ton/ha o 5 kg/m²)

Tabla 1. Aporte Nutricional kg/ha de cada elemento en las dosis calculadas

Tratamiento	Aporte Nutricional kg/ha		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
T1	34.4	0.06	336.26
T2	27.7	55.44	27.7
T3	0.13	0	12.5
T4	0.55	0	46
T5	1.385	0	122.5

Tabla 2. Aporte nutricional total de los tratamientos luego de la integración al suelo.

Tratamiento	Aporte Nutricional kg/ha		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
T2	62.1	55.5	363.96
T3	34.53	0.06	348.76
T4	34.95	0.06	382.26
T5	35.785	0.06	458.76

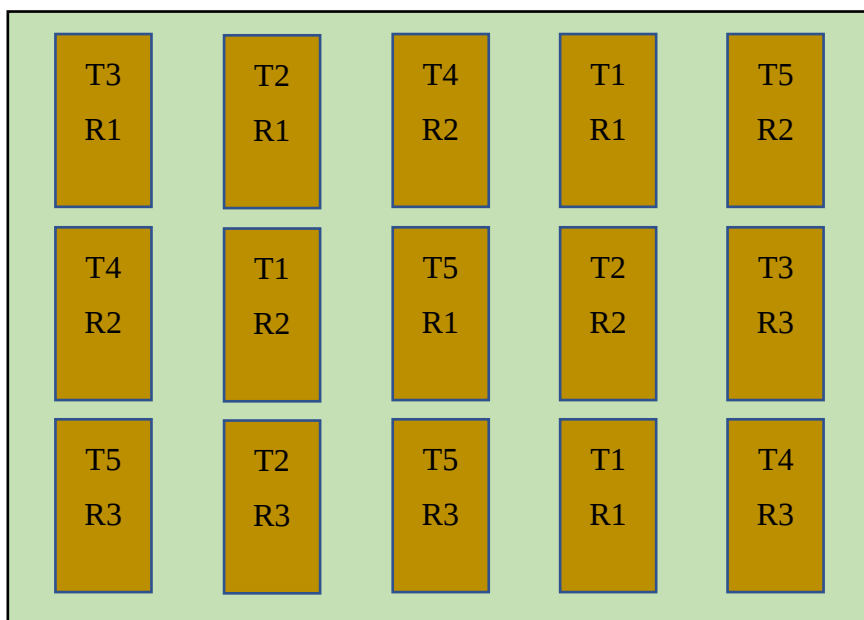


Figura 2. Croquis de los Tratamientos

4.16. Variables para evaluar

La toma de datos de las variables evaluadas en el cultivo de pepino se comenzó 10 días después de la siembra en campo definitivo y a lo largo del ciclo de cultivo. Cabe mencionar, que a todas las plántulas se les proporciono las mismas condiciones durante su estadía en las camas.

4.17. Peso promedio del fruto

Se pesaron los frutos de 3 cosechas realizadas a las plantas seleccionadas del área útil de cada tratamiento y de acuerdo con esto se calculó el peso promedio, dividiendo el peso total de la cosecha entre el número de frutos, el cual se expresó en gramos(g) por fruto y se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{Peso promedio} = \frac{\text{Peso Total de la cosecha}}{\text{Número de frutos cosechados del área útil}}$$

4.18. Diámetro del fruto

El diámetro se midió de los frutos obtenidos de las 3 cosechas realizadas durante la investigación, con ayuda del pie de rey y considerando los frutos del área útil de cada tratamiento, midiendo su grosor para luego sumarlo y calcular el diámetro promedio de los frutos mediante la fórmula:

$$\text{Diámetro promedio} = \frac{\text{Diametro total de los frutos}}{\text{Total frutos del área útil}}$$

4.19. Longitud del fruto

La longitud del fruto se midió de los frutos de 3 cosechas a realizar a lo largo del experimento, auxiliándose de una cinta métrica graduada en centímetros, cosechando los frutos del área útil de cada tratamiento y midiendo su longitud para luego sumarlo y calcular el promedio mediante la fórmula:

$$\text{Longitud promedio} = \frac{\text{Longitud total de los frutos}}{\text{Total frutos cosechados del área útil}}$$

4.20. Número de frutos/Planta

Del área útil de cada tratamiento se realizaron 3 cosechas durante la investigación, recolectando los frutos con las características fisiológicas adecuadas de un fruto desarrollado y adecuado para el consumo, se calculó el promedio de frutos por planta mediante la fórmula:

$$\text{Frutos/Planta} = \frac{\text{Frutos cosechados}}{\text{Número de plantas del área útil}}$$

4.21. Producción por área

Se peso el total de frutos cosechas en el área útil de cada unidad experimental y los resultados se proyectaran a kg/ha .

$$Pa \frac{kg}{ha} = \frac{PF(kg) \times 1000m^2(ha)}{area\ util\ m^2}$$

Pa= Producción por área.

PF= Peso de los frutos.

4.22. Análisis de relación beneficio costo.

Se determino tomando en cuenta los gastos netos realizados en la adquisición de la materia prima y mano de obra para la aplicación del alga al cultivo (Egresos) y el precio al que pueden ser comercializados los abonos orgánicos (Ingresos).

Se comparó el total de kilogramos obtenidos por hectárea entre los tratamientos donde se aplicó el abono orgánico versus el tratamiento donde se utilizó el fertilizante NPK con el fin de evaluar si se presentan diferencias.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

En este informe, se presentan los resultados obtenidos a través de una investigación orientada a la comparación de la utilización del alga del género *Sargassum* como alternativa de fertilización en la producción de pepino. Este ensayo se realizó en los meses de junio a septiembre del año 2022, donde se observaron diferencias estadísticas en ciertos indicadores productivos en los tratamientos aplicados en la parcela del cultivo establecida.

5.1. Indicadores productivos

Se muestran en la tabla 1 el resumen de los resultados de los parámetros productivos observado en la parcela de pepino establecida en la Universidad Nacional de Agricultura.

En la Tabla 2 se observa de manera general mayores diferencias en la primera cosecha de los tratamientos que contienen sargazo de los que no. A diferencia de la segunda cosecha no hay diferencia estadística entre los tratamientos. En la tercera cosecha se logra percibir una diferencia estadística entre el tratamiento dos y el tratamiento cinco en la longitud del fruto.

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos sobre los indicadores productivos de la primera cosecha realizada en la parcela de pepino

Cosecha 1					
Tratamiento	Producción (kg)	No. de frutos	Peso del fruto (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
T2	5.83±0.68a	11.33±1.15a	515.62±43.55a	6.62±0.42ab	24.84±1.70a
T4	5.58±0.74ab	11.33±1.53a	492.79±31.12a	6.27±0.44b	24.64±1.61a
T3	5.53±1.22ab	11.00±1.00a	498.69±69.87a	6.76±0.33a	24.86±0.97a
T5	3.95±0.54ab	8.33±1.15ab	477.26±56.05a	6.40±0.45ab	24.59±1.29a
T1	3.62±0.55b	7.33±1.53b	497.18±33.58a	6.42±0.53ab	23.93±2.27a

Media General	4.90	9.86	496.30	6.49	24.57
----------------------	-------------	-------------	---------------	-------------	--------------

Letras diferentes en la misma columna, muestran diferencias significativas entre sí, según pruebas de Tukey ($p \leq 0.05$)

Tabla 2. Cuadro Resumen del ANAVA de la primera cosecha

Análisis de Varianza					
Variable	Producción	No. De Frutos	Peso del fruto	Diámetro del fruto	Longitud del fruto.
Modelo	*	*	N.S	*	N.S
Tratamiento	*	*	N.S	*	N.S
Bloque	N.S.	N. S	N. S	N. S	N. S
Error	6171142.00	16.67	24033.87	13.50	184.96
Total	18972403.33	59.73	26297.11	15.77	193.59
R ² %	67	72	9	14	4
C.V	16.02	13.18	4.24	6.76	6.62

N. S= No significativo; C.V = Coeficiente de variación; R² = Coeficiente de determinación; * = Significativo al 5% de probabilidad

En la cosecha 1 se encontró diferencias estadísticas en las variables de producción, número de frutos y diámetro del fruto. En la producción se encontró diferencia estadística entre el tratamiento con fertilizante NPK 12-24-12 y el testigo. En el número de frutos se logra observar diferencia estadística entre los tratamientos 2, 3 y 4 en comparación al testigo absoluto. En cuanto al diámetro existe diferencia estadística en el tratamiento 3 (sargazo 0.5kg/m²) y el tratamiento 4 (2kg/m²) obteniendo una mayor media el tratamiento 3.

Cabe mencionar que el alga aporta 0 de fósforo y según la guía de plantación de pepino este necesita 300kg/ha de fósforo para su fertilización. El fósforo es usado por las plantas para ayudar a formar nuevas raíces, producir semillas, frutos y flores (Universidad de Illinois, 2023). Esto podría afectar a que los tratamientos con sargazo no tuvieran un mejor resultado en las variables estudiadas y es por esto que sus no se obtuvieron resultados significativos en la evaluación de las variables.

Tabla 3. Resumen de los resultados obtenidos sobre los indicadores productivos de la segunda cosecha realizada en la parcela de pepino.

Cosecha 2					
Tratamiento	Producción (kg)	No. de frutos	Peso del fruto (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
T3	5.66±1.11a	12.33±2.31a	459.35±36.68a	6.62±0.56a	24.96±2.07a
T5	5.28±1.77a	11.33±3.79a	465.85±3.52a	6.64±0.63a	25.33±1.84a
T1	5.17±0.72a	11.00±1.00a	468.61±25.32a	6.35±0.55a	25.01±1.25a
T2	4.34±2.07a	10.00±4.58a	432.95±14.95a	6.50±0.63a	24.76±1.83a
T4	3.62±0.98a	8.33±2.08a	436.03±44.94a	6.98±0.91a	24.72±1.68a

Media General	4.81	10.59	452.56	6.62	24.96
----------------------	-------------	--------------	---------------	-------------	--------------

Letras diferentes en la misma columna, muestran diferencias significativas entre sí, según pruebas de Tukey ($p \leq 0.05$)

Tabla 4. Cuadro Resumen del ANAVA de la segunda cosecha

Análisis de Varianza					
Variable	Producción	No. De Frutos	Peso del fruto	Diámetro del fruto	Longitud del fruto.
Modelo	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Tratamiento	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
Bloque	N.S.	N. S	N. S	N. S	N. S
Error	20301274.00	92.00	8483.01	31.35	215.66
Total	28408885.60	119.60	11898.06	34.57	219.24
R ² %	29	23	29	9	2
C.V	29.58	28.61	6.44	10.11	7.03

N. S= No significativo; C.V = Coeficiente de variación; R² = Coeficiente de determinación; * = Significativo al 5% de probabilidad

No se presentaron diferencias estadísticas significativas en ninguna variable de las estudiadas en la segunda cosecha.

El intervalo entre la primer cosecha y segunda cosecha podría haber afectado a que las variables no mostraran diferencias estadísticas.

Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos sobre los indicadores productivos de la tercera cosecha realizada en la parcela de pepino.

Cosecha 3

Tratamiento	Producción (kg)	No. de frutos	Peso del fruto (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
T5	9.90±1.50a	22.33±4.04a	444.91±12.34a	6.23±0.44a	23.58±2.55a
T3	8.95±1.12a	22.00±2.65a	406.63±16.63a	5.99±0.64a	22.06±2.35ab
T2	8.39±3.24a	23.33±8.74a	358.19±35.12a	5.77±0.42a	20.96±1.86b
T4	7.91±1.48a	20.00±6.08a	407.69±62.02a	5.94±0.43a	22.35±2.59ab
T1	7.67±1.61a	19.33±2.08a	394.22±44.07a	6.01±0.57a	21.93±2.45ab

Media General	8.56	21.39	402.33	5.99	22.18
----------------------	-------------	--------------	---------------	-------------	--------------

Medias seguidas de letras diferentes en las columnas, presentan diferencias significativas entre si ($p \leq 0.05\%$)

Tabla 6. Cuadro Resumen del ANAVA de la tercera cosecha.

Análisis de Varianza					
Variable	Producción	No. De Frutos	Peso del fruto	Diámetro del fruto	Longitud del fruto.
Modelo	N.S	N.S	N.S	N.S	*
Tratamiento	N.S	N.S	N.S	N.S	*
Bloque	N.S.	N. S	N. S	N. S	N. S
Error	37621236.00	282.00	14902.24	17.88	393.87
Total	47205053,73	315.60	26525.57	19.50	447.39
R ² %	20	11	44	8	12
C.V	22.65	24.81	9.60	8.44	10.70

N. S= No significativo; C.V = Coeficiente de variación; R² = Coeficiente de determinación; * = Significativo al 5% de probabilidad

Se presentaron diferencias estadísticas en la variable de longitud del fruto entre los tratamientos T5(5kg/m²) y el tratamiento con el abono químico, resultando el tratamiento 5 con una mayor media en esta variable. En las demás variables no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Se observa en el anexo 14 que el manganeso se obtuvo un resultado alto, mayor de 80 ppm el cual si existe un exceso de manganeso se puede dar una clorosis marginal y necrosis de hojas y raíces café oscuras y durante la tercera cosecha se observó en el cultivo esta reacción por la disminución en la respiración del cultivo de pepino.

5.2. Producción total por área

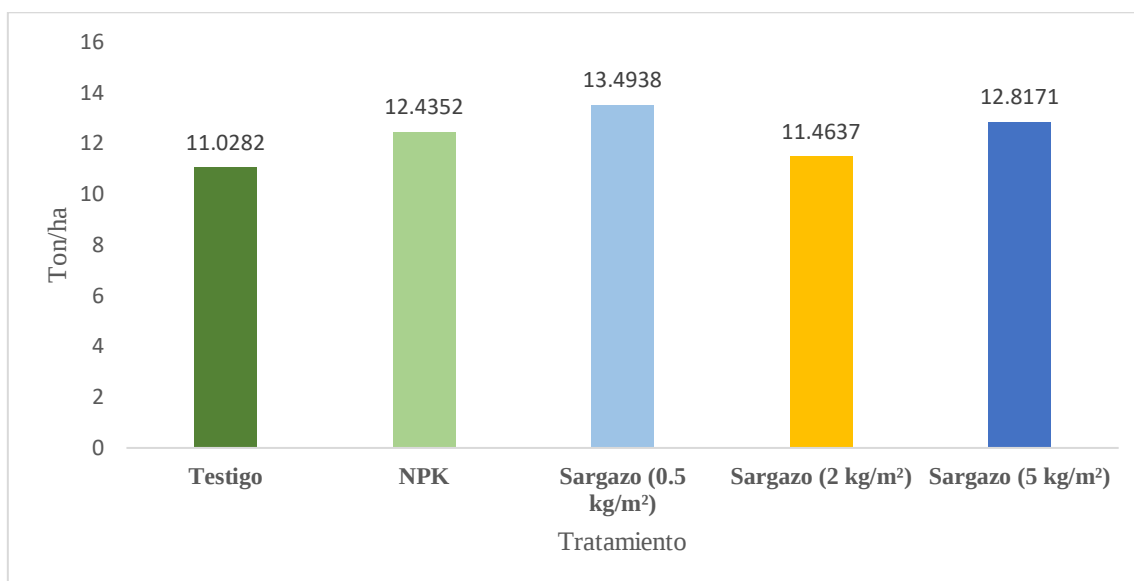


Gráfico 1. Producción por área total (kg/m²) por cada tratamiento

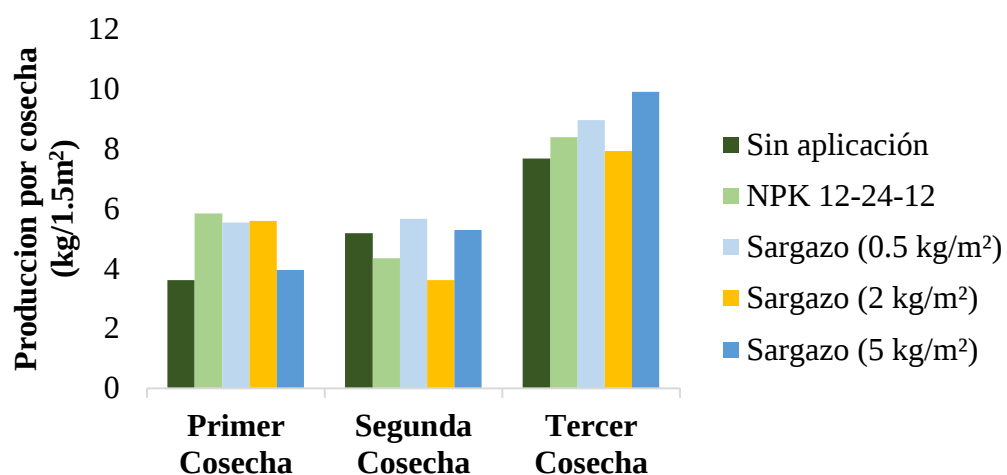


Gráfico 2. Producción segmentada por número de cosecha (kg/m² por cada tratamiento)

En cuanto a la producción de la planta se observó un mayor promedio de producción en la primera cosecha en el tratamiento con fertilizante mineral pero no se presentan

diferencias estadísticas entre el tratamiento 2 y los tratamientos conteniendo sargazo, esto nos indica que obtendremos el mismo resultado aplicando cualquier concentración de alga que aplicar fertilizante. En la segunda y tercera cosecha no se logró observar diferencia estadística en la producción entre tratamientos, sin embargo, en la segunda cosecha se observa un mejor promedio en el tratamiento tres en comparación a los demás tratamientos. Analizando el grafico 2 en la tercera cosecha se observó un promedio más alto en la producción en el tratamiento cinco, lo que nos puede indicar que el sargazo entre más tiempo se encuentra en el suelo será mejor para el cultivo para su absorción de nutrientes.

Haciendo una sumatoria de todas las cosechas obtendremos diferentes producciones totales en base a los tratamientos. En el grafico 1 se observa que el tratamiento con mejor producción total en base a números fue el tratamiento conteniendo 5ton/ha de sargazo.

5.3. Numero de Frutos

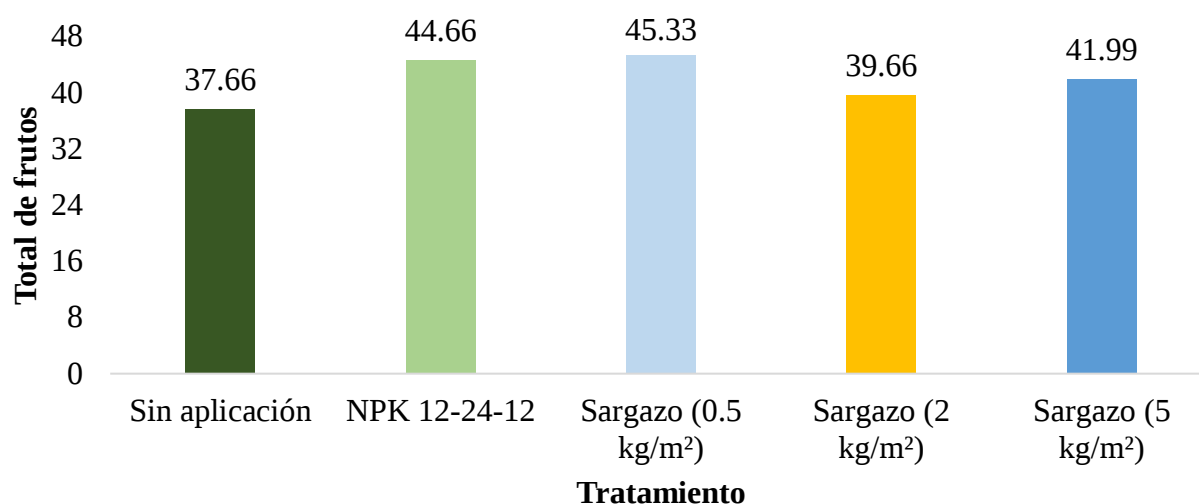


Gráfico 3. Número total de frutos producidos por cada tratamiento

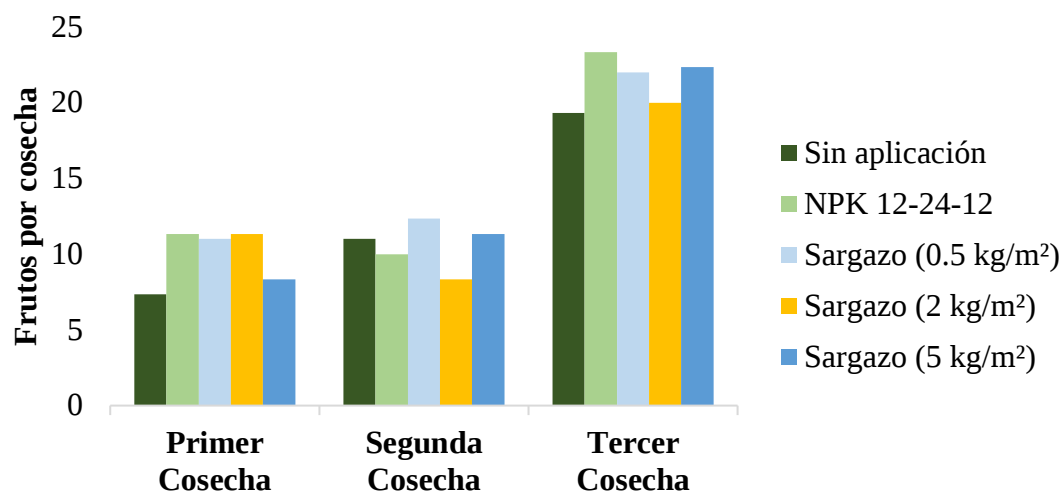


Gráfico 4. Número frutos segmentado por cosecha producidos por cada tratamiento

En la primera cosecha no se logra observar una diferencia estadística entre los tratamientos 3 y 4 que contienen alga con el tratamiento del fertilizante químico. Resultando en que los tratamientos con 0.5kg/m^2 y 2kg/m^2 ayudaran a producir la misma cantidad de frutos por cosecha que el fertilizante químico. En la segunda cosecha no se observan diferencias estadísticas, pero si hay diferencias en las medias de los tratamientos 3 y 5 de sargazo el cual están por arriba de los demás. En la tercera cosecha pasa lo mismo que en la segunda cosecha donde no hubo diferencias estadísticas sin embargo los tratamientos con mayores medias son el tratamiento 2 de fertilizante químico y los tratamientos 3 y 5 de sargazo el cual nos indica que en base a número de frutos se estarían comportando de la misma manera.

5.4. Peso del Fruto

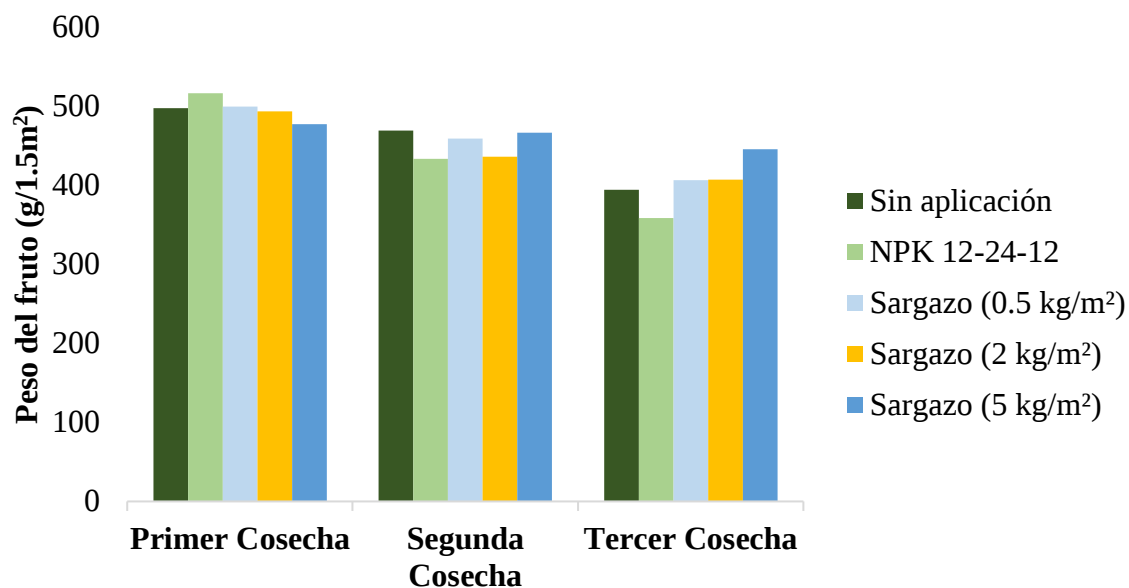


Gráfico 5. Peso promedio de los frutos producidos por cada tratamiento

En cuanto al peso de fruto podemos observar en la tabla 2, 4 y 6 no se observó ninguna diferencia estadística entre los tratamientos y las cosechas las cuales dan como resultado que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Se logran observar diferencias en los promedios entre tratamientos como por ejemplo en la primera cosecha se observa que el tratamiento 2(NPK 12-24-12) obtuvo mayor promedio en peso del fruto comparado a los demás tratamientos.

En la tercera cosecha se distingue una diferencia en el peso de los tres tratamientos conteniendo sargazo con un mayor peso promedio comparado al testigo y al fertilizante químico, dando peso a la conclusión que con un mayor tiempo que el sargazo se encuentra integrado al suelo será mejor para el aprovechamiento de este para el cultivo.

5.5. Diámetro y longitud del fruto

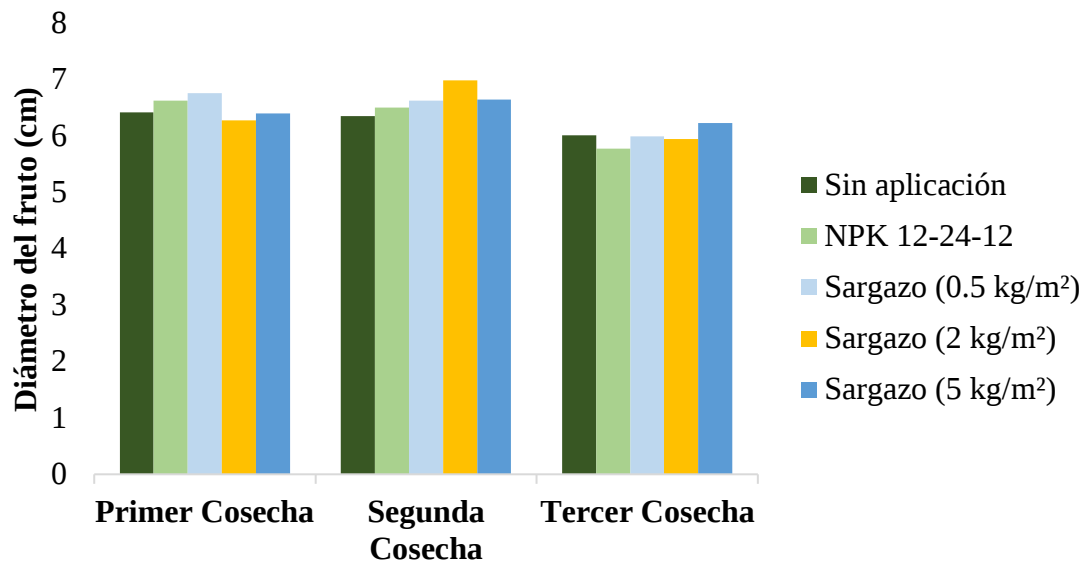


Gráfico 6. Diámetro promedio de los frutos producidos por cada tratamiento

En la primera cosecha existe una diferencia estadística entre el tratamiento 3 y el tratamiento 4 obteniendo una mejor media el tratamiento 3(0.5kg/m²) obteniendo el promedio más alto en el diámetro de fruto. En la segunda y tercera cosecha no existe diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto al diámetro del fruto sin embargo el cuarto tratamiento en la segunda cosecha obtuvo el mejor promedio y en la tercera cosecha este lugar se lo lleva el tratamiento cinco.

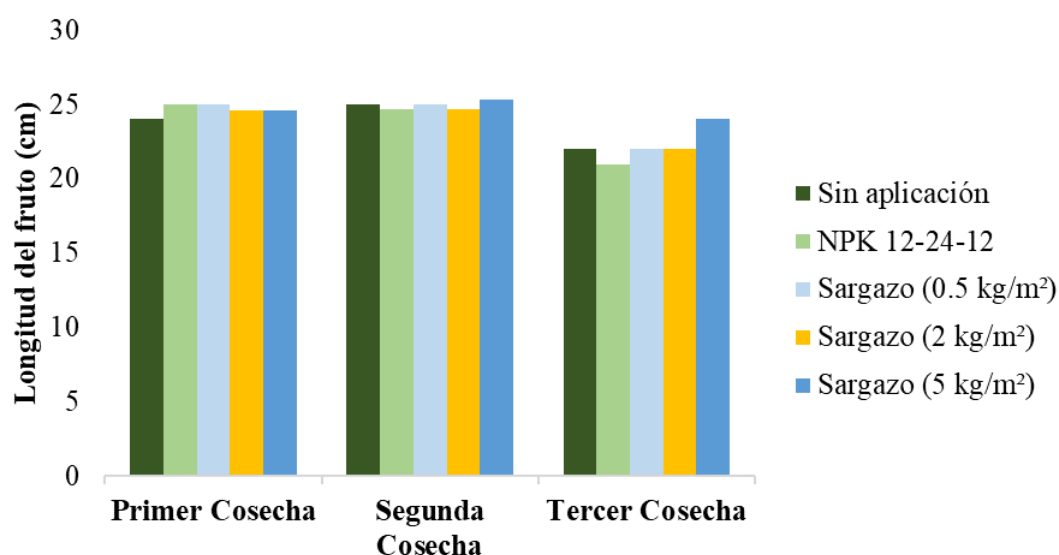


Gráfico 7. Longitud promedio de los frutos producidos por cada tratamiento

La longitud de fruto en la primera cosecha no hubo diferencia estadística. En la segunda cosecha el tratamiento con mejor promedio fue el quinto tratamiento sin embargo no existe diferencia estadística entre los demás tratamientos. Todo cambia en la tercera cosecha donde si se percibe una diferencia estadística entre el tratamiento cinco con los demás tratamientos, donde se puede concluir que el tratamiento cinco en la última cosecha mantuvo niveles de nutrientes que sirvieron para promover la longitud del fruto del pepino.

5.6. Análisis de Biomasa Vegetal

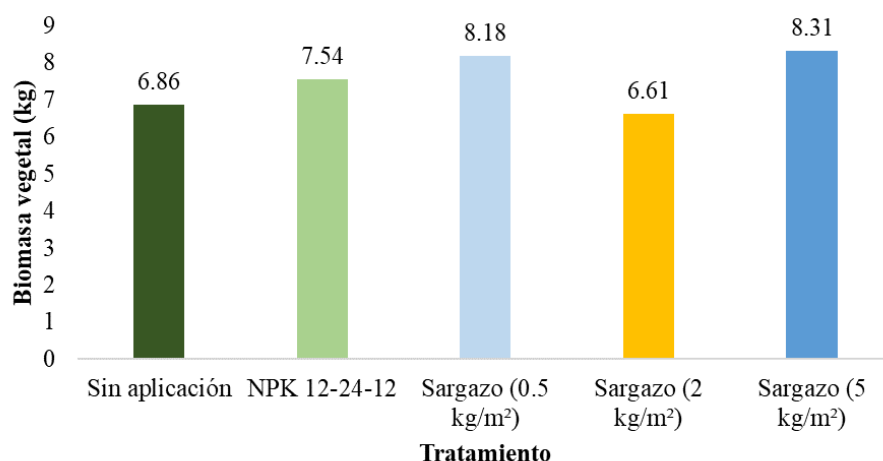


Grafico 8. Promedio de biomasa producida por cada tratamiento

En el resumen del ANAVA que podemos encontrar en el anexo 16 nos da el resultado que no existió diferencia estadística entre la biomasa producida por los tratamientos como se observa en la tabla 7 sin embargo el mejor promedio lo obtuvo el tratamiento 5 junto con el tratamiento 3 ambos conteniendo sargazo lo cual se correlaciona con lo observado en campo ya que eran los tratamientos con los frutos más grandes y con las plantas de pepino más frondosas.

5.7. Análisis Económico

Según la FAO el rendimiento en kilogramos por hectárea de cultivo de pepino con una adecuada aplicación de nutrientes NPK es de 35000kg/ha.

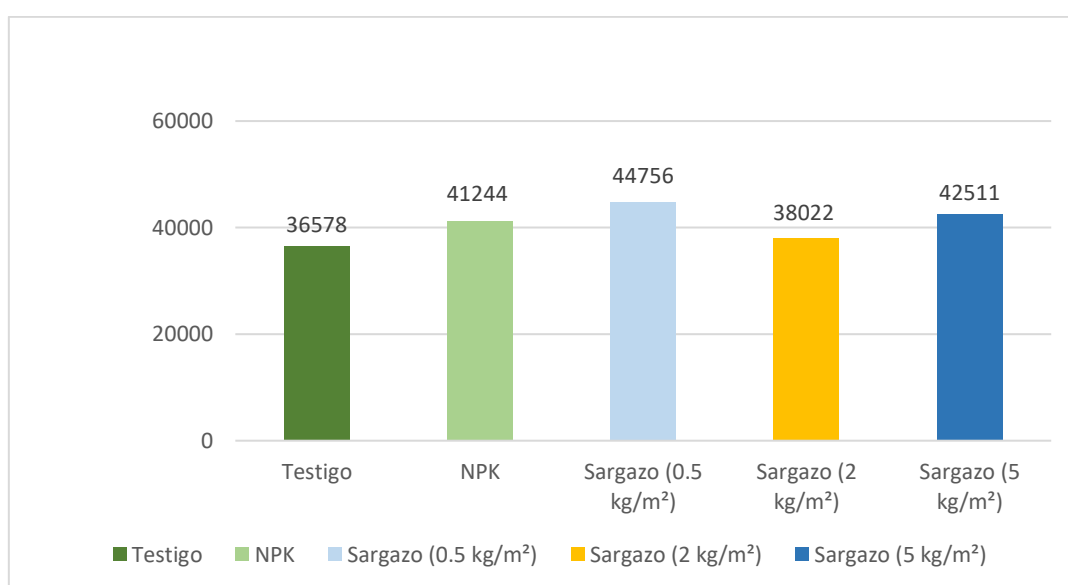


Gráfico 9. Rendimiento Comercial de cada tratamiento

Tabla 7. RBC de los tratamientos

Tratamiento	Rendimiento Comercial	Precio por Kg	Ingresos	Egresos	Utilidad	RBC
	Kg/Ha	Lps	Lps/Ha	Lps/Ha	Lps/Ha	
Testigo	25577.7412	HNL 5.00	HNL 127,888.71	HNL 30,000.00	HNL 97,888.71	4.26295687
NPK	41244.4032	HNL 5.00	HNL 206,222.02	HNL 46,463.80	HNL 149,758.22	3.65228724
Sargazo (0.5 kg/m ²)	44755.5108	HNL 5.00	HNL 223,777.55	HNL 35,000.00	HNL 188,777.55	6.3936444
Sargazo (2 kg/m ²)	38022.1842	HNL 5.00	HNL 190,110.92	HNL 40,000.00	HNL 150,110.92	4.75277303
Sargazo (5 kg/m ²)	42511.0686	HNL 5.00	HNL 212,555.34	HNL 45,000.00	HNL 167,555.34	4.72345207

De acuerdo a los datos obtenidos en la RBC, como se muestra la tabla 9, de acuerdo a la relación ingresos versus egresos, todos los tratamientos muestran una generación de ingresos aceptable, inclusive los tratamientos sin aplicación de ningún fertilizante. Podemos resaltar que la dosis utilizada de sargazo de 0.5kg/m² fue la que mostro una mayor RBC de 6.39. El gran beneficio que tenemos al usar sargazo como alternativa de fertilizante es que los costos son menores ya que su obtención es gratis y lo único que tendríamos que pagar es mano de obra y transporte y tendremos mayores o iguales beneficios en producción de pepino que utilizando el fertilizante químico

5.8. Análisis de Metales Pesados

Los usos del sargazo son múltiples y van desde la acuicultura, composta y generación de biocombustibles (Thompson., 2020), hasta extracciones especializadas que han mostrado potencial para la obtención de alginatos y antioxidantes; sin embargo, las aplicaciones de esta alga deben analizarse con cautela, debido a su capacidad de acumular metales pesados. Fue por ello que para descartar una posible contaminación de suelo se realizó el análisis de cuatro metales pesados elegidos en base a ser los más tóxicos para la salud del ser humano.

Figura 3. Resultado del Análisis de Metales Pesados.

Parametro	Resultado		Metodo	Concentraciones Aceptables
	Base Seca	Base Humeda		
Cadmio	<0.024 mg/kg	<0.024 mg/kg	3051 EPA/EAA-Llama	2 mg/kg
Plomo	<0.03 mg/kg	<0.03 mg/kg	3052 EPA/EAA-Llama	100 mg kg
Arsenico	43.72 mg/kg	27.57 mg/kg	3053 EPA/EAA-Hidroruros	40 mg/kg
Mercurio	<0.94 µg/kg	<0.94 µg/kg	3054 EPA/EAA-Vapor Frio	10 mg/kg

El intervalo de arsénico en el suelo varia de 0.2 a 40mg/kg (Mandal & Suzuki, 2002) según y en este caso se observa que sobrepasa no por mucho la cantidad de arsénico adecuado para los suelos por lo que se debe de ser cuidadoso con la aplicación de esta alga sin antes hacer una prueba de metales pesados, ya que se estaría causando un problema al suelo al cual se le aplicara esta alga como abono.

En el anexo 13 encontramos las concentraciones máximas aceptables de metales pesados fitotóxicos en suelos agrícolas según país (mg/kg). Todos los demás metales pesados analizados estaban dentro de su rango. Si bien algunos de estos elementos son nutrientes esenciales, otros pueden llegar a ser tóxicos en altas concentraciones.

En estudios anteriores se han encontrado la presencia de metales pesados donde predominan siempre el arsénico. En una investigación realizada por la Universidad Autónoma de acuerdo con este estudio liderado por la especialista universitaria Rosa Elisa Rodríguez, después de analizar 63 muestras de estas macroalgas, recolectadas durante 2018 y 2019 en diferentes localidades, se encontraron, además de los elementos mencionados, concentraciones de aluminio, calcio, cloro, cobre, hierro, potasio, magnesio, fósforo, plomo, rubidio, azufre, silicio, estroncio, torio, uranio, vanadio y zinc, entre otros.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el modelo experimental de tipo lineal utilizado en esta investigación responden únicamente a las variables experimentales de producción y numero de frutos, con valores de R^2 entre el 60 y 70%.

El sargazo puede emplearse como alternativa de abono orgánico sustituyendo de forma parcial el uso de fertilizante mineral. Sin embargo, el uso de este tipo de fertilizante es quien presenta los mejores resultados basados en sus medias.

Luego de las sumatoria de las tres cosechas realizadas el tratamiento que dio la mayor producción total por área fue el tratamiento con sargazo 5 Ton/ha dado un total de 13.49 ton/ha de producción de pepino en el área del experimento.

La presencia de algunos metales pesados en el alga del género *sargassum* puede ser un inconveniente si no se le realizan estudios antes de integrar al suelo. En este caso se observó que el análisis de metales se encontró la presencia del metal pesado Arsenico en concentraciones arriba de lo normal lo que podría restringir la utilización de este abono como fuente de fertilización orgánica

VI. RECOMENDACIONES

Para la utilización del sargazo como alternativa de abono a cultivos hay que tomar en cuenta muchos parámetros que se tienen que ver antes de aplicar este al suelo. Hay que tener mucho cuidado con lo que es la absorción de metales pesados de esta alga, ya que sin un previo estudio de metales pesados al alga, se podría cometer una contaminación de suelo y se utiliza como abono para algún cultivo la planta absorbería estos metales causando aún más problemas.

Se recomienda el sargazo como alternativa de abono ya que es de muy fácil acceso y sin ningún precio en su estado natural. Su morfología ayuda a manipularlo de manera fácil, cualquier persona podría trabajar con él y no sería necesario mucha mano de obra para utilizarlo como fuente orgánica de fertilización.

Se sugiere continuar con las investigaciones de esta alga como alternativa de fertilización, dándole mayor tiempo en la parcela o combinándola con algún otro abono orgánico alto en fosforo para así evaluar si habrá una mejor respuesta. Así mismo se le podría dar un tratamiento diferente al alga, dándole mejor tiempo de compostaje para una mayor disponibilidad de nutrientes.

Se recomienda el uso de un modelo experimental diferente ya sea de tipo cubico o polinomial, en vista que el modelo lineal aplicado en este estudio no da respuesta a las variables peso del fruto, diámetro y longitud, basados en sus pruebas de correlación. Por lo anterior se recomienda con esta investigación modificando sus variables de respuesta.

VII. BIBLIOGRAFIA

Ansorena, J., & Merino, E. B. D. 2014. Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Escuela Agraria Fraisoro, 1–67.

Bash, E. 2015. La Materia Orgánica Del Suelo. PhD Proposal, 1(C).

Bermúdez, AMM; Angela, LLGM. 2016. Caracterización fisicoquímica *Sargassum* sp (en línea). In *Blucher Design Proceedings*. São Paulo, Editora Blucher. p. 621-633

Boaden. 1995. La maleza adventicia *Sargassum muticum*, Fensholt en Strangford Lough, Northern Ireland. *Ir. Nat. J.* 25 111 - 113

Casaca, AD. 2003. El cultivo del Pepino (*Cucumis sativus*) (en línea). :1-71.

Cardona, C., Sánchez, Ó.; Ramírez, J. & Alzate, L. 2004. Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado'. *Revista colombiana de biotecnología*, 6 (2), 78-89.

Carranza. 2013. Taxonomía del cultivo de pepino.

Castaño Prudencio. 2012. Cultiva Hortalizas en tu Jardín.

Colemar y Gallardo. 2016. Análisis e implementación de un proceso de compostaje para la valorización de lodos provenientes de plantas de tratamiento de agua residual industrial

Cuiña-Cotarelo Rocío .2011; Efecto residual del encalado y de la fertilización con lodos de depuradora urbana sobre los diferentes componentes de un sistema silvopastoril establecido con *Pinus radiata* D. Don en Galicia.

Davison. 1999. *Sargassum muticum* en Strangford Lough, 1995-1998; Una revista a la introducción y colonización de Strangford Lough por el alga invasora parda *Sargassum muticum*. Serie del Servicio de Ambiente y Patrimonio.

FAO. 2008. Base referencial mundial del recurso suelo (en línea). s.l., s.e., vol.03.

FAO. 2013. Manual de compostaje del agricultor

Fuentes Paz Manuel Hibrido Diomede), Bajo Condiciones De Invernadero En El Centro Experimental Docente De La Facultad De Agronomía (Ceda), Guatemala, C.A

Gilsanz Juan Carlos, Leoni Carolina, Schelotto Felipe, Acuña Ana. 2013. Uso potencial de los lodos urbanos en la producción agrícola.

Henriquez, O de LM. 2011. Análisis y criterios mínimos para la Aplicación de lodos tratados provenientes de Plantas de tratamiento de aguas servidas en Agrosistemas de la provincia de Melipilla, Región metropolitana, Chile (en línea). s.l., s.e.

Honduras, CN de P más L de. 2008. Inventario de 16 residuos industriales para Honduras (en línea).

Ignacio, BO. 2007. Gestión de cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes (en línea). s.l., s.e., vol.07/80. p. 17.

Londoño, JFR; Carmona, DEG. 2016. Análisis e implementación de un proceso de compostaje para la valorización de lodos (en línea). IOSR Journal of Economics and Finance 3(1):56.

Medina, C; Rojas, G; Rodríguez, V; Fabila, G; Básico, A; Reuso, DEL; Residuales, DEL; Planta, DEUNA. 2009. Análisis básico del reuso de lodos residuales en suelos de pradera del Parque Nacional Nevado de Toluca (en línea).

Méndez, J; Chacon, A. 2009, Evaluación de tres dosis de fertilización con abono orgánico y sintético en la producción de zapallo (*Cucurbita pepo*), Zamorano, Honduras

Morales, MJ; Torre2, LMG; Hernández, y REF. 2017. Clasificación de suelos de la zona noroeste de San Pedro Sula (en línea). s.l., s.e.

Mosquera, B. 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Fonag, 25.

Muñoz. 2015. El cultivo de pepino - Repositorio Universidad de Guayaquil.

Murray, R., Bojórquez, J., Hernández, A., Orozco, M., García, J., Gómez, R., ... Aguirre, J. (2011). Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. Revista Biociencias, 1(3), 27–35.

Olmo Axayacatl 2017. Origen del pepino (En línea)

Orozco, María. 2017. Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos

Perdomo Jafet. 2013. Evaluación del potencial de rendimiento y adaptabilidad de cinco cultivares de pepino (*Cucumis sativus* L.; *Cucurbitaceae*) en dos localidades de la región nor-oriental de Guatemala

QuirantesLopez ,Maria del Mar .2015 Propuesta para la reutilización agrícola de las cenizas generadas en la obtención de energías renovables a partir de biomasa residual.

Snv; Hondupalma. 2008. Manejo de residuos sólidos. Una guía para socios y personal de Hondupalma (en línea). Antamina (Adra-Peru) :1-32.

TodoAgro. 2018. La producción de alimento balanceado en el mundo superó las 1.000 Millones de toneladas (en línea). s.l., s.e.

Torres, P; Pérez, A; Escobar, JC; Uribe, IE; Imery, R. 2007. Compostaje de biosólidos de plantas (en línea). :267-275.

Yañez, P; Levy, A; Azero, M. 2007. Evaluación del compostaje de residuos de dos agroindustrias palmiteras del Trópico de Cochabamba en silos hiperventilados (en línea). s.l., s.e.

Zamora, E 2016. Algunas deficiencias nutricionales en cultivos protegidos.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Recolección del sargazo



Anexo 2. Lavado y secado del alga.



Anexo 3. Dosificación y aplicación del alga.



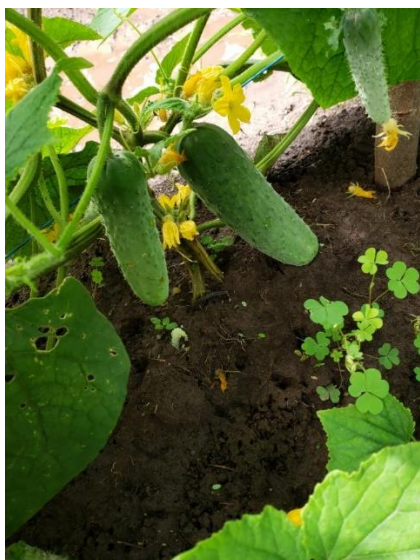
Anexo 4. Trasplante de las plántulas de invernadero a la parcela.



Anexo 5. Crecimiento y tutorado del cultivo



Anexo 6. Primeros Frutos y Cosecha



Anexo 7. Recolección e Ingreso de Datos.



Anexo 8. Resultados de Análisis de metales pesados



Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

CODIGO RT-41
Versión No. 5
Pág. 1/1

Laboratorio Químico Agrícola
Col. Sula 3era. calle SO, contiguo al Instituto Patria, La Lima, Cortés

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Cliente¹: Carlos David Paz Padilla	Muestra No.: 0534
Dirección¹: Juticalpa, Olancho	Fecha de Ingreso: 2023/06/13
Contacto¹: Carlos Paz	Fecha de Ejecución del Análisis: 2023/06/16 – 2023/07/04
Entregada Por: Encomienda	Lugar de Ejecución del análisis: Instalaciones LQA-FHIA
Mtra. Recolectada Por: El cliente	Solicitud #: 46453
Plan de muestreo: No aplica	Factura #: 18773
Método de muestreo: No aplica	Informe: Lqa # 259/23
Matriz¹: Algas (Sargazo)	Observaciones: Uso como abono orgánico
Condiciones de recepción de muestra: Cantidad suficiente, envase adecuado suministrado por el cliente.	
Identificación¹: ---	Fecha de Emisión de Informe: 2023, Julio 07

Parámetro	Resultados		Método
	Base Seca	Base Húmeda	
Cadmio (Cd)	<0.024 mg/kg	<0.024 mg/kg	3050 EPA/EAA-Llama
Plomo (Pb)	<0.03 mg/kg	<0.03 mg/kg	3050 EPA/EAA-Llama
Arsénico (As)	43.72 mg/kg	27.57 mg/kg	3050 EPA/EAA-Hidruros
Mercurio (Hg)	<0.94 µg/kg	<0.94 µg/kg	3050 EPA/EAA-Vapor Frío

¹Información suministrada por el cliente

Método: (EPA) Environmental Analysis 3rd. Third Edition 1997.
(EAA) Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

Marcos Padilla, Mg. Sc.
Jefe Lab. Químico Agrícola



mg/L: Miligramos por litro	N.D: No detectado
µg/L: Microgramos por litro	<: Menor al LC
mg/Kg: Miligramos por kilogramo	LC: Es el valor de cuantificación más bajo detectado por el equipo
µS/cm: micro Siemens/cm	±U (K=2, 95%): Incertidumbre Expandida
±U): "intervalo de confianza", que representa una fracción de los valores que puede probablemente tomar el mensurando.	

ma/misc./Sol.46453/lqa259/23

Los resultados presentados corresponden únicamente a las muestras analizadas en las condiciones de muestreo realizadas en las instalaciones del Lab. Químico Agrícola de la FHIA.
El laboratorio no se hace responsable por la información suministrada por el cliente, ni del uso de los resultados fuera del alcance previsto respaldado por el laboratorio.
Este informe de resultados de ensayo no se puede reproducir excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Lab. Químico Agrícola de la FHIA.

Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.
Tels: PBX: (504) 2668-2470, 2668-2827, 2668-2864
Correo Electrónico: fhia@fhia.org.hn
La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
www.fhia.org.hn

Anexo 9. Análisis de Varianza Cosecha 1.

Análisis de la varianza

Peso Total (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Total (g)	15	0,67	0,54	16,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12801261,33	4	3200315,33	5,19	0,0159
Tratamiento	12801261,33	4	3200315,33	5,19	0,0159
Error	6171142,00	10	617114,20		
Total	18972403,33	14			

Número de frutos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de frutos	15	0,72	0,61	13,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43,07	4	10,77	6,46	0,0078
Tratamiento	43,07	4	10,77	6,46	0,0078
Error	16,67	10	1,67		
Total	59,73	14			

Promedio de Peso por fruto(g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Promedio de Peso por fruto	15	0,09	0,00	9,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2263,25	4	565,81	0,24	0,9120
Tratamiento	2263,25	4	565,81	0,24	0,9120
Error	24033,87	10	2403,39		
Total	26297,11	14			

Diametro (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro (cm)	75	0,14	0,10	6,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,28	4	0,57	2,95	0,0259
Tratamiento	2,28	4	0,57	2,95	0,0259
Error	13,50	70	0,19		
Total	15,77	74			

Longitud (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud (cm)	75	0,04	0,00	6,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,63	4	2,16	0,82	0,5191
Tratamiento	8,63	4	2,16	0,82	0,5191
Error	184,96	70	2,64		
Total	193,59	74			

Anexo 10. ANAVA de la cosecha 2.

Peso Total (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Total (g)	15	0,29	0,00	29,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8107611,60	4	2026902,90	1,00	0,4523
Tratamiento	8107611,60	4	2026902,90	1,00	0,4523
Error	20301274,00	10	2030127,40		
Total	28408885,60	14			

Número de frutos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de frutos	15	0,23	0,00	28,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,60	4	6,90	0,75	0,5801
Tratamiento	27,60	4	6,90	0,75	0,5801
Error	92,00	10	9,20		
Total	119,60	14			

Promedio de Peso por fruto(g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Promedio de Peso por fruto	15	0,29	1,8E-03	6,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3415,06	4	853,76	1,01	0,4486
Tratamiento	3415,06	4	853,76	1,01	0,4486
Error	8483,01	10	848,30		
Total	11898,06	14			

Diametro (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Diametro (cm)	75	0,09	0,04	10,11
---------------	----	------	------	-------

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,21	4	0,80	1,79	0,1400
Tratamiento	3,21	4	0,80	1,79	0,1400
Error	31,35	70	0,45		
Total	34,57	74			

Longitud (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud (cm)	75	0,02	0,00	7,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,58	4	0,90	0,29	0,8831
Tratamiento	3,58	4	0,90	0,29	0,8831
Error	215,66	70	3,08		
Total	219,24	74			

Anexo 11. ANAVA de la cosecha 3

Análisis de la varianza

Peso Total (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Total (g)	15	0,20	0,00	22,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9583817,73	4	2395954,43	0,64	0,6479
Tratamiento	9583817,73	4	2395954,43	0,64	0,6479
Error	37621236,00	10	3762123,60		
Total	47205053,73	14			

Número de frutos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de frutos	15	0,11	0,00	24,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,60	4	8,40	0,30	0,8728
Tratamiento	33,60	4	8,40	0,30	0,8728
Error	282,00	10	28,20		
Total	315,60	14			

Promedio de Peso por fruto(g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Promedio de Peso por fruto	15	0,44	0,21	9,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11623,34	4	2905,83	1,95	0,1786
Tratamiento	11623,34	4	2905,83	1,95	0,1786
Error	14902,24	10	1490,22		
Total	26525,57	14			

Diámetro (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (cm)	75	0,08	0,03	8,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,61	4	0,40	1,58	0,1899
Tratamiento	1,61	4	0,40	1,58	0,1899
Error	17,88	70	0,26		
Total	19,50	74			

Longitud (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud (cm)	75	0,12	0,07	10,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53,52	4	13,38	2,38	0,0600
Tratamiento	53,52	4	13,38	2,38	0,0600
Error	393,87	70	5,63		
Total	447,39	74			

Anexo 12. Análisis de Biomasa vegetal

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa vegetal (kg)	15	0,24	0,00	19,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,97	4	1,74	0,80	0,5525
Tratamiento	6,97	4	1,74	0,80	0,5525
Error	21,80	10	2,18		
Total	28,76	14			

Anexo 13. Concentraciones maximas aceptables de metales pesados fitotoxicos en suelos agricolas según país (mg/kg). (Kabata y Pendias, 1992)

Metal	Austria	Polonia	Alemania	Holanda	Canadá	Japón	Gran Bretaña	Unión Europea
Arsénico	50	30	40	-	25	15	20	-
Berilio	10	10	10	-	-	-	-	-
Cadmio	5	3	2	-	8	-	1	3
Cobalto	50	50	-	-	25	50	-	-
Cromo	100	100	200	100	75	-	50	-
Cobre	100	100	50	50	100	150	50	100
Mercurio	5	5	10	-	0.3	-	2	-
Molibdeno	10	10	-	-	2	-	-	-
Níquel	100	100	100	50	100	100	30	50
Plomo	100	100	500	50	200	400	50	100
Zinc	300	300	300	200	400	250	150	300

Anexo 14. Análisis de Suelo

ELEMENTO	UNIDAD	CONTENIDO
PH		5.74
Materia Orgánica	%	3.44
Fósforo	ppm	0.03
Potasio	meq/100g suelo	0.43
Calcio	meq/100g suelo	9.09
Magnesio	meq/100g suelo	1.80
Aluminio	meq/100g suelo	0.02
Zinc	ppm	3.28
Manganeso	ppm	80.71
Hierro	ppm	42.31
Cobre	ppm	0.35
Acidez Inter.	meq/100g suelo	0.04

Anexo 15. Resultados del análisis de abono orgánico

RESULTADO DEL ANÁLISIS

ELEMENTO	UNIDAD	CONTENIDO	
PH		7.98	A
Materia	%	5.54	M
Fósforo	ppm	0.01	B
Potasio	meq/100g suelo	6.28	A
Calcio	meq/100g suelo	9.22	M
Magnesio	meq/100g suelo	21.76	A
Aluminio	meq/100g suelo	0.02	B
Zinc	ppm	0.05	B
Manganeso	ppm	7.15	M
Hierro	ppm	11.40	M
Cobre	ppm	0.51	B
Acidez Inter.	meq/100g suelo	0.04	
<u>Orgánico</u>			
BAJO	MEDIO	ALTO	
B	M	A	

Anexo 16 Análisis de Biomasa Vegetal

Análisis de Biomasa vegetal

Tratamiento	Biomasa vegetal (kg)
T5	8.31±2.05a
T3	8.18±0.78a
T2	7.54±2.08a
T1	6.86±0.99a
T4	6.61±0.88a

Anexo 17 Resumen del ANAVA de la biomasa vegetal.

Análisis de Varianza	
Variable	Biomasa Vegetal
Modelo	N.S
Tratamiento	N.S
Bloque	N.S.
Error	21.80
Total	28.76
R ² %	24
C.V	19.69

N. S= No significativo; C.V = Coeficiente de variación; R2 = Coeficiente de determinación; * = Significativo al 5% de probabilidad