

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EXTRACTO DE MICROALGAS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD
EN AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*)”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERA AGRÓNOMA

FRISELLY ANTONELLA VALDIVIEZO PÉREZ

LIMA - PERU

2023

Document Information

Analyzed document	VALDIVIEZO PEREZ REV.pdf (D161622079)
Submitted	2023-03-21 00:17:00
Submitted by	Isabel
Submitter email	imontes@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	imontes.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://docplayer.es/83259739-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html Fetched: 2022-08-20 01:45:23	 3
W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4794/trujillo-sanchez-marily... Fetched: 2022-04-28 19:27:05	 6
W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4793/rosado-julian-estefany-... Fetched: 2022-03-26 20:27:36	 2
W	URL: https://pdfcoffee.com/aji-amarillo--pdf-free.html Fetched: 2021-07-09 05:46:40	 1
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / AGROECOSISTEMA DEL VALLE DE HUARAL.pdf Document AGROECOSISTEMA DEL VALLE DE HUARAL.pdf (D148039233) Submitted by: luisruces@lamolina.edu.pe Receiver: luisruces.unalm@analysis.arkund.com	 1

Entire Document

RESUMEN En la actualidad en el Perú contamos con más de 350 variedades de aji. Siendo el aji escabeche el más sembrado dentro de todos los Capsicum y ante esto surge la necesidad de mejorar la producción y rendimiento de manera sostenible y sustentable. En el presente ensayo, se aplicó foliarmente 4 dosis diferentes de microalgas (2 l/Ha, 4 l/Ha, 6 l/Ha y 8 l/Ha) y dos tratamientos testigo, uno sin fertilización ni aplicación de extracto de microalgas y el otro con fertilización (NPK) pero sin aplicación de microalgas en el cultivo de aji escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) en el Valle de Cañete Lima. El diseño estadístico usado fue Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro bloques y seis tratamientos para evaluar la afectividad del producto. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de cuajado, rendimiento, calidad externa en peso promedio, longitud y diámetro de fruto, calidad de producción en extra, primera, segunda, tercera y cuarta y porcentaje de materia seca en hojas, tallos y frutos. En general se observó que la aplicación de extracto de microalgas no causó efecto alguno en la mayoría de las variables evaluadas, no observándose diferencias significativas entre tratamientos, esto probablemente a que se requiere de mayores dosis, lo cual tiene que evaluarse en futuros ensayos. Palabras claves: Capsicum baccatum var. pendulum , aji escabeche, microalgas, rendimiento, calidad.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“EXTRACTO DE MICROALGAS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD
EN AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*)”**

FRISELLY ANTONELLA VALDIVIEZO PÉREZ

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERA AGRONOMA**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado

Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez
PRESIDENTE

Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza
MIEMBRO

LIMA – PERU

2023

DEDICATORIA:

Dedicado a mis papás, Arlan y Norma, mi principal motor y motivo para el logro de este nuevo objetivo. A mi hermana, Kristhel. todo por ustedes y para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primero a DIOS, porque gracias a Él todo esto se hizo posible.

A mi asesor el Ing. Andrés Casas, que con su ímpetu y acompañamiento logré culminar con éxito este trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a mis padres, Norma y Arlan, sin su motivación y confianza sincera nada de esto se hubiera concretado.

A mi tío Franklin, mi gran referente, el agrónomo que confió en mi desde el día uno, desde mucho antes de ingresar a la UNALM, gracias.

A mi Thon por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos, a mis grandes amigos y confidentes, Brigitte, Angie, Sofía, Hellen, Eny, Michael, Carlos a mis roomies Claudia, Valeria, Camila, Leslie, Patty y Karla (mis hermanas por elección); y muchos otros que sin saberlo de una u otra forma me inspiraron a culminar con este paso de los tantos que vendrán. Convencida de que cada persona llega a nuestras vidas por alguna razón, de todos y cada uno he aprendido algo que me llevaré y quedará grabado en el corazón.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Aspectos generales del cultivo de ají	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2 Taxonomía	3
2.1.3 Especies domesticadas	3
2.1.4 Aspectos químicos	4
2.1.5 Aspectos biológicos	5
2.1.6 Morfología	5
2.1.7 Fenología	6
2.2 Factores que influyen en la producción de ají escabeche	7
2.2.1 Clima	7
2.2.2 Suelo	8
2.2.3 Fertilización	8
2.2.4 Riego	9
2.2.5 Manejo fitosanitario	10
2.3 Aspectos generales de las microalgas	12
2.3.1 Características	13
2.3.2 Producción de microalgas	13
2.3.3 Chlorella	14
2.3.4 Uso de microalgas en la agricultura	14
2.3.5 Fertilización foliar	15
2.4 Microalgas (aplicación al suelo)	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Características del área experimental	17
3.1.1 Ubicación	17
3.1.2 Condiciones climáticas	18
3.1.3 Características de las condiciones del suelo	19
3.1.4 Características de las condiciones del agua de riego	20
3.2 Manejo agronómico	21
3.3 Materiales y equipos	22
3.3.1 Materiales	22

3.3.2 Equipos	23
3.4 Metodología	23
3.4.1 Instalación en campo	23
3.4.2 Tratamientos evaluados	24
3.4.3 Variables evaluadas	25
3.4.4 Forma de aplicación	27
3.4.5 Características del campo experimental	27
3.5 Diseño estadístico	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 Porcentaje de cuajado de frutos	30
4.2 Rendimiento	31
4.3 Calidad externa del fruto	34
4.4 Calidad de la producción	36
4.5 Porcentaje de materia seca de hojas, tallos y frutos	39
4.6 Análisis de concentración de nitrógeno, fósforo y potasio foliar	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. BIBLIOGRAFÍA	46
VIII. ANEXOS	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales características de las especies domesticadas de <i>Capsicum</i>	4
Tabla 2: Temperaturas óptimas para el desarrollo del ají escabeche	7
Tabla 3: Registro de temperaturas de la estación meteorológica del fundo Don Germán ..	18
Tabla 4: Resultados de análisis de suelo de Fundo Don Germán	20
Tabla 5: Análisis del agua de riego en Fundo Don Germán	21
Tabla 6: Composición del producto Phycoterra	23
Tabla 7: Dosis de extractos de microalgas evaluados en el presente ensayo	24
Tabla 8: Características del campo experimental	27
Tabla 9: Porcentaje de cuajado de ají escabeche bajo seis tratamientos	31
Tabla 10: Rendimiento (ton/ha) de ají escabeche bajo seis tratamientos	32
Tabla 11: Peso promedio, longitud y diámetro de fruto ají escabeche	35
Tabla 12: Categorías comerciales de ají escabeche en tn/ha	37
Tabla 13: Porcentaje de materia seca en hojas, tallos y frutos de ají escabeche	40
Tabla 14: Interpretación de los valores bajo, normal y alto de N, P, K foliar en <i>Capsicum</i>	41
Tabla 15: Efecto de la aplicación foliar de extracto de microalgas (Phycoterra) en hojas del cultivo ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>)	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista satelital de la ubicación del Fundo Don Germán. San Vicente de Cañete, Cañete. 2022	17
Figura 2: Temperaturas de Enero a Julio del 2019	19
Figura 3: Croquis del campo experimental	29

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: ANVA de rendimiento	50
Anexo 2: ANVA de porcentaje de cuajado	50
Anexo 3: ANVA de peso promedio	51
Anexo 4: ANVA de longitud de fruto	51
Anexo 5: ANVA de diámetro de fruto	51
Anexo 6: ANVA de peso seco de hojas	52
Anexo 7: ANVA de peso seco de ramas	52
Anexo 8: ANVA de peso seco de frutos	52
Anexo 9: ANVA de % N	53
Anexo 10: ANVA de % P	53
Anexo 11: ANVA de % K	53
Anexo 12: Fotografías del ensayo realizado	54

RESUMEN

En la actualidad en el Perú contamos con más de 350 variedades de ají. Siendo el ají escabeche el más sembrado dentro de todos los *Capsicum* y ante esto surge la necesidad de mejorar la producción y rendimiento de manera sostenible y sustentable. En el presente ensayo, se aplicó foliarmente 4 dosis diferentes de microalgas (2 l/Ha, 4 l/Ha, 6 l/Ha y 8 l/Ha) y dos tratamientos testigo, uno sin fertilización ni aplicación de extracto de microalgas y el otro con fertilización (NPK) pero sin aplicación de microalgas en el cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en el Valle de Cañete Lima. El diseño estadístico usado fue Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro bloques y seis tratamientos para evaluar la afectividad del producto. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de cuajado, rendimiento, calidad externa en peso promedio, longitud y diámetro de fruto, calidad de producción en extra, primera, segunda, tercera y cuarta y porcentaje de materia seca en hojas, tallos y frutos. En general se observó que la aplicación de extracto de microalgas no causó efecto alguno en la mayoría de las variables evaluadas, no observándose diferencias significativas entre tratamientos, esto probablemente a que se requiere de mayores dosis, lo cual tiene que evaluarse en futuros ensayos.

Palabras clave: Ají escabeche, microalgas, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

Currently in Peru we have more than 350 varieties of chili. The pickled pepper is the most cultivated in all the Capsicum and, therefore, there is a need to improve production and yield in a sustainable and sustainable way. In this test, four different doses of microalgae (2 l/Ha, 4 l/Ha, 6 l/Ha and 8 l/Ha) and two control treatments were applied foliarly, one without fertilisation or application of microalgae extract and the other with fertilisation (NPK) but without application of microalgae in the cultivation of pickled pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) in the Cañete Lima Valley. The statistical design used was Completely Random Block Design (DBCA) with four blocks and six treatments to evaluate the affectivity of the product. The variables evaluated were: The variables evaluated were: percentage of fruit set, yield, external quality in average weight, length and diameter of fruit, production quality in extra, first, second, third and fourth and percentage of dry matter in leaves, stems and fruits. In general it was observed that the application of microalgae extract in most variables evaluated did not have significant differences between treatments, this probably due to the way of application of microalgae extract, which we will corroborate in this test.

Keywords: Pickled chili, microalgae extracts, yield, quality.

I. INTRODUCCIÓN

El ají escabeche *Capsicum baccatum* var. *pendulum* es uno de los cultivos que más se siembra en el Perú, además también es el que más se consume, habiendo aproximadamente entre 3 000 y 5 000 hectáreas de este cultivo en el país, adquiriendo una enorme importancia económica, por su comercialización como producto fresco, conserva, congelado, seco, o como fuente de colorantes naturales, de los cuales se elaboran pinturas y cosméticos.

Ante la necesidad de seguir buscando formas sustentables de producir alimento, es que se han hecho muchas investigaciones basadas en los beneficios que podría traer el uso de extracto de microalgas marinas en nuestros cultivos. Ya está comprobado que las algas marinas contienen una amplia gama de sustancias bioactivas tales como vitaminas, minerales, reguladores del crecimiento, compuestos orgánicos, y agentes humectantes, coloides mucilaginosas (agar, ácido algínico, y manitol) que accionan positivamente en la retención de la humedad y los nutrientes en las capas superiores del suelo (Subba et al., 2007). Adicional a esto, también aportan a los cultivos, ya que sintetizan las moléculas bioactivas que producen más crecimiento y productividad en las plantas, otorgándoles mayor resistencia al estrés abiótico y aumenta la eficacia del uso de los nutrientes para los cultivos.

Actualmente existe información científica de acuerdo con el importante rol de los bioestimulantes (hormonas y extracto de algas) sobre el crecimiento, rendimiento, calidad, tolerancia al estrés biótico y al estrés abiótico, por lo que ya se elaboran estos productos en base a microalgas y distribuyen de manera comercial en el mundo.

Por lo tanto, es necesario realizar estudios referentes a los diferentes ámbitos de comportamiento del ají amarillo en campo, por ello este proyecto tiene como objetivo principal: Evaluar y comprobar el efecto de la aplicación foliar de extractos de microalgas marinas en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) y como **objetivos específicos** los siguientes:

- Evaluar el efecto de la aplicación de microalgas marinas sobre el rendimiento y calidad de la producción en escabeche.
- Evaluar si se mejora las concentraciones foliares de nitrógeno, fósforo y potasio como producto de la aplicación foliar de las microalgas.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE AJÍ

2.1.1 Origen

El género *Capsicum*, tiene sus orígenes en las regiones áridas de las montañas andinas, las que hoy forman parte de Perú y Bolivia, siendo estos dos centros de origen de mayor diversidad genética del ají, y luego migraron a las regiones bajas tropicales de las Américas (Bosland y Votava, 2012), donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7000 años (Nuez, 1996). En referencia al ají amarillo estas se originaron en áreas relativamente secas del sur de Bolivia (Nuez et al., 1996).

2.1.2 Taxonomía

Capsicum baccatum fue descrita por Carlos Linneo y publicada en Systema Naturae. La clasificación taxonómica del ají escabeche es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *C. baccatum* L.

Variedad: *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (Willd.) Eshbaugh.

2.1.3 Especies domesticadas

Son 5 las especies domesticadas en base a sus características morfológicas: *C. annum* L.; *C. frutescens* L.; *C. baccatum* var. *pendulum* Wild.; *C. chinense* Jacq. y *C. pubescens* R y P.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran las características de las especies domesticadas antes mencionadas.

Tabla 1: Principales características de las especies domesticadas de *Capsicum*

Características	<i>C.annuum</i>	<i>C. frutescens</i>	<i>C.chinense</i>	<i>C.baccatum</i>	<i>C.pubescens</i>
Flores	Solitarias	Solitarias	Dos o más por nudo	Solitarias	Solitarias e inclinadas
Pedícelos	Declinados	Erectos	Erectos o declinados	Erectos o declinados	Erectos
Color de corola	Blanco lechoso ocasionalmente purpura	Verdosa-Blanca	Verdosa-Blanca, ocasionalmente blanca o morada	Blanca o Verdosa-Blanca	Morada
Manchas	No	No	No	Si	No
Cáliz	No tiene constricción Anular	No tiene constricción anular	Tiene constricción anular	Tiene constricción Anular	No tiene constricción Anular
Venas	Prolongada en dientes cortos	No están prolongadas en dientes	No están prolongadas en dientes	Prolongadas en dientes prominentes	Prolongadas en dientes
Pulpa	Blanda	Blanda	Firme	Firme	Firme
Semillas	Amarillas	Amarillas	Amarillas	Amarillas	Oscuras
Nro. Cromosómico	2n=24	2n = 24 Un par de cromosomas acrocentricos	2n = 24 Un par de cromosomas Acrocentrico	2n = 24 Un par de cromosomas acrocentrico	2n = 24 Un par de cromosomas Acrocentrico
			S	S	S

Fuente: Galmarini, 1992; USDA, 1994; IBPGR, 1983.

2.1.4 Aspectos químicos:

Presentan una diversidad en su composición química, entre los principales componentes destacan los capsaicinoides, carotenoides y ácido ascórbico. Además de estos, también hay compuestos fenólicos, vitamina A y tocoferoles, y estos niveles de compuestos pueden variar según el genotipo y el grado de maduración (Davis et. al., 2007).

Los capsaicinoides son los compuestos más estudiados en pimientos y son amidas de vinalamina (4-hidroxi-3-metóxi-benzilamina) y ácidos grasos saturados o insaturados. Este grupo tiene más de 10 compuestos conocidos, sin embargo, la capsaicina {N-[(4-hidróxy-

3-metóxi-fenil) metil]-8-etilnon-6-enamida} es la más descrita (Carvalho et. al., 1999; Davis et. al., 2007).

Sin embargo, como no todas las especies de pimientos tienen altas concentraciones de capsainoides, recientemente algunos estudios se han centrado en la investigación sobre la cuantificación y el aislamiento de compuestos fenólicos y sus actividades biológicas, especialmente las propiedades antioxidantes de estas sustancias (Materska e Perucka, 2005; Miean e Mohamed, 2001).

2.1.5 Aspectos biológicos:

Los capsaicinoides, además de definir la acidez de los *Capsicum*, presentan una diversidad de actividades biológicas, en particular actividades antimicrobianas, antioxidantes, anticancerígenas y analgésicas (Cichewicz e Thorpe, 1996.; Chowdhury et. al., 1996; Molina-Torres et. al.; Rosa et. al., 2002; Surh, 2002).

Por otro lado, la presencia de niveles moderados a altos de fenólicos se indica como el principal responsable de las actividades biológicas de los pimientos. Se sabe que estos fitoquímicos se describen como antioxidantes. Algunos estudios que informan sobre la capacidad antioxidante de las especies de *Capsicum* correlacionan positivamente esta actividad con el contenido fenólico (Materska y Perucka, 2005).

2.1.6 Morfología

El género *Capsicum* comprende un conjunto de plantas semi-arbustivas perennes en ciclo de vida pero que comercialmente se cultivan como anuales (Ugás et al., 2000).

El ají escabeche tiene una raíz pivotante que mide entre 30 a 60 cm de profundidad del suelo, el sistema radicular lateral es muy ramificado, puede llegar a cubrir un diámetro de 0.90 a 1.20 m. El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Su peso resulta entre 7 y 17 % del peso total de la planta, dependiendo del tipo varietal y especie (Nuez et al., 1996). Inicialmente en plantas jóvenes la relación raíz-copa es alta, pero esta relación se reduce gradualmente a medida que incrementa el porcentaje de tallo y follaje de la planta.

El tallo es herbáceo inicialmente, con el paso del tiempo estos se lignifican, a su vez presenta ramificación dicotómica y sobre las ramas se disponen hojas de tamaño medio, alternas, enteras, de forma oval-oblonga, glabras y de color verde intenso. Es de crecimiento limitado y erecto, con altura y forma de desarrollo muy variable en función de la especie a cultivar. (Orellana et al, 2011). El porte en término medio puede variar entre 0,5 – 1,5 m (Nuez et al., 1996).

Las flores del ají escabeche son hermafroditas perfectas. Las formas domesticadas ya mencionadas son las que presentan flores solitarias en cada nudo, excepto los *C. annuum* y *C. chinense* que muestran entre una a más flores por nudo (Nuez *et al.*, 1996). Sus flores presentan corolas de color crema, con unos puntos característicos de color amarillo, verde oscuro o marrón en la base de los pétalos y las anteras son de color amarillo (Nicho y Malasquez 1995, Bosland 2009).

Las características del fruto de *Capsicum* es una baya hueca con características muy variables. La madurez del fruto va relacionada con los cambios cuantitativos, de composición y color, pasando de verde hasta anaranjado, estos cambios son debido a la presencia de pigmentos carotenoides (Pinto, 2013). El peso fluctúa entre unos pocos gramos hasta medio kilo. Se encuentran formas redondas, acorazonadas, largas, cilíndricas, cónicas, rectangulares y hasta cuadradas (Bosland 2003).

2.1.7 Fenología:

El ají escabeche presenta los siguientes estados fenológicos: germinación y emergencia, desarrollo vegetativo, diferenciación floral – floración, fructificación y maduración de fruto. La duración de las etapas fenológicas del cultivo está influenciada principalmente por la temperatura. la emergencia de la plántula tiene una duración de 7 días. En el desarrollo vegetativo ocurren dos periodos; el crecimiento de la plántula, donde se desarrollan las hojas verdaderas y el sistema radicular, y crecimiento vegetativo rápido, que se da a partir de la producción de la sexta y octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radical se reduce y las del follaje y tallos se incrementan. El tallo principal se bifurca y, a medida que la planta crece, ambas ramas se subramifican. La diferenciación floral ocurre a los 65 o 75 días después de la emergencia. En la floración de la planta se producen abundantes flores terminales, a partir de esta etapa los ciclos de producción de frutos se traslapan con la etapa de crecimiento vegetativo (Maroto, 2002; Nicho, 2004; Jaramillo, 2005).

2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE AJÍ ESCABECHE

2.2.1 Clima:

El clima adecuado para el desarrollo óptimo de este cultivo es tropical y semitropical. El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes etapas de su fenología (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa. El ají necesita una temperatura media diaria de 24°C. Debajo de 15° C el crecimiento es malo y con 10°C el desarrollo del cultivo se paraliza. Con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco (Bosland y Votava, 2012). La temperatura mínima para germinar y crecer es de 15°C y para florecer y fructificar mínimo 18°C. Si se dan bajas temperaturas durante la floración, entre 10- 15° C, se originan anomalías en las flores, dando lugar a frutos pequeños y con deformaciones que perjudican su calidad comercial (Aguado et al. 2011). Los requerimientos de temperaturas óptimas menores de 25°C para que el producto cosechado sea turgente y bien anaranjado, caso contrario se producen frutos deformados y de mala calidad (Tabla 2).

Tabla 2: Temperaturas óptimas para el desarrollo del ají escabeche

C°	Siembra/germinación (1)	Desarrollo vegetativo (11)	Diferenciación floral y cuajado de flor (111)	Cosecha (IV)
Mínimo	13	15	18-20	
Optimo	18	Día Noche	25	
Máximo		15-20		
Tiempo (días)	7	70	70-90	120-150

Fuente: Nuez, 1996.

Si durante la floración-fructificación se presenta temperaturas no adecuadas, se producen pocos frutos por planta y los frutos son de mala calidad, chicos, deformes y con manchas causadas por quemaduras del sol (Nuez, 1996).

Con respecto a las condiciones ecológicas del ají: La humedad relativa del aire óptima oscila entre el 50-70 %; si esta se eleva, se desarrollan enfermedades en la parte aérea de la planta, dificultando la fecundación. Caso contrario si la humedad es demasiado baja durante el

verano (T° altas), se produce la caída de flores y frutos recién cuajados. (Aguado; Del castillo; Uribarri; Astiz & Sadaba., 2011).

2.2.2 Suelo

El ají escabeche se adapta a distintos tipos de suelo, con preferencia por los suelos profundos (30-60 cm de profundidad), francos arenosos, francos limosos o francos arcillosos, con elevado contenido de materia orgánica y bien drenados (Cotter, 1986).

El cultivo se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 6.5 a 7.0 aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de aplicar enmiendas.

2.2.3 Fertilización

El requerimiento de los ajíes en fertilización se basa en concentraciones adecuadas de macro y micronutrientes con el objetivo de obtener rendimientos óptimos, siendo los nutrientes más utilizados el nitrógeno y el fósforo (Cotter, 1986).

Rodríguez (1992) argumenta que 16 elementos son esenciales para el desarrollo y crecimiento de una planta. Para que un suelo produzca adecuadamente un cultivo debe abastecer a la planta de los nutrientes en cantidad necesaria y en un balance proporcional con los otros elementos. En los ambientes naturales las plantas se adaptan y sobreviven a las condiciones de nutrientes y las diversas formaciones vegetales tienen que ver con la disponibilidad de estos. En cambio, en la agricultura moderna se deben emplear técnicas de aporte óptimo de nutrientes para garantizar buenas cosechas. Todos los elementos esenciales a las plantas están disponibles en los suelos fértiles normales, si bien hay que reponer regularmente las existencias de algunos para mantener dicha fertilidad. Por tanto, el empleo de fertilizantes completos o compuestos es un procedimiento fácil de mantener unos niveles adecuados de los seis nutrientes vegetales más importantes.

Tamhane (1978) por su parte dice que hay tres sustancias principales en la composición de los fertilizantes, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, estas sustancias son las más importantes en el crecimiento vigoroso de las plantas, y a su vez son las que más se agotan en el suelo, un fertilizante es un tipo de sustancia o nutriente, en formas químicas solubles y asimilables por las raíces de las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo.

Se sabe que cantidades altas de nitrógeno son necesarias para los cultivos, sin embargo, no se puede exceder a las dosis puesto que, si no habría un crecimiento excesivo de la parte vegetativa, provocando plantas esqueléticas, con pocas frutas tempranas y de darse esto en períodos de alta precipitación y humedad, podría resultar frutos muy suculentos de maduración tardía y un mayor riesgo de sufrir graves pudriciones del pedúnculo (Bosland y Votava, 2012).

El Fosforo es importante principalmente en las fases de crecimiento vegetativo, la labor más resaltante es la de ser parte de la molécula de ATP y ADP, por lo que interviene en todas las reacciones que tengan relación con intercambio de energía, además estimula el crecimiento de raíces, acelera la maduración y coloración de frutos y participa en la formación de semillas.

El potasio regula la presión osmótica del contenido de agua celular, participa en la apertura y el cierre de estomas, la turgencia celular y el flujo y nivel de transpiración y forma parte activa de todo el sistema enzimático de las plantas y catalizador de la síntesis de proteínas.

También es importante prestar atención al contenido de calcio, ya que niveles bajos de este provocaría plantas raquíticas y severa pudrición de la parte apical del fruto (Bosland y Votava, 2012).

2.2.4 Riego

Las raíces del ají escabeche son poco profundas, por lo que también se debe de tener en cuenta esto para el riego, además del tipo de suelo, tamaño de planta, edad de la planta, humedad, viento, la luz solar, temperaturas. La cantidad y frecuencia de riegos está en base a lo antes mencionado y el tiempo óptimo de riego se puede determinar mediante la comprobación de los niveles de humedad del suelo en la zona radicular, mediante la comprobación de la cosecha en busca de signos de estrés hídrico, y / o mediante el uso de tecnologías de predicción (Cotter, 1986).

Los *Capsicum* en general no necesitan de abundante agua, es preferible no regarlas frecuentemente para evitar un ambiente propicio a las enfermedades radiculares como *Phytophthora*, pero al momento de hacerlo darle mucha agua. Cabe mencionar que en épocas más cálidas el requerimiento de agua es mayor.

2.2.5 Manejo fitosanitario:

- Malezas:

Muchas de las hortalizas como los ajíes sufren una fuerte competencia de las malezas no solo por agua, nutrientes y luz sino incluso por espacio generando problemas de reducción de los rendimientos de los cultivos (Labrada, 1996).

Según Cáceres et al. (2009), las malezas se constituyen en una limitante para la producción de ají, provocando pérdidas entre 20 y 100%, si no se realiza un manejo oportuno y eficiente y en las épocas adecuadas.

La rotación de cultivos es una manera eficaz de reducir los problemas de enfermedades y malezas en campos de ají. Otra manera es con acciones preventivas, como por ejemplo emplear materia orgánicas bien descompuestas y libres de semilla de maleza, aquí radica mucho los insumos empleados.

- Plagas y enfermedades:

Para evitar problemas de plagas y enfermedades se recomienda rotar el cultivo de ají con maíz. No debe rotarse con solanáceas (papa y tomate) o con cucurbitáceas (sandía, zapallo, etc) porque estos cultivos pueden provocar atracción de plagas.

Según Nicho & Malasquez (2001) , las principales plagas y enfermedades son las siguientes:

Principales plagas

- Gusano de tierra (*Agrotis spp, Feltia spp*)

Estos afectan desde la emergencia hasta el estado de plántula, cortándola a la altura de cuello. Como parte de su control es recomendable la aplicación de cebos tóxicos (afrecho, melaza e insecticida- Carbaryl) y de manera preventiva la buena preparación del terreno.

- Perforador de frutos (*Symmetrischema capsicum, Gnorimoschema gudmanella*)

Perfora los frutos, generando orificios que son tapados por sus mismos residuos, llegan hasta la parte central para alimentarse en donde están las semillas. Se controla con la aplicación de Metamidophos.

- Lepidópteros:

Además de la *Symmetrischema capsicum* en este grupo es donde radican otras de las plagas claves para este cultivo: *Heliothis virescens*, *Prodiplosis longifolia* (Sánchez, 2006). Estos, también dañan el producto cosechable, ya sea debido a un ataque de botón floral, flor o fruto.

- Moscas blancas

Aquí hablamos de 2 especies: *Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifoli*, ambas polífagas y cosmopolitas y pueden llegar a ser una peligrosa plaga ya que se alimentan del tejido de las hojas, e incluso extrayendo sabia de la planta lo cual desarrolla el hongo de la fumagina además de entorpecer el crecimiento de la planta.

- Pulgón (*Myzus persicae*, *Aphis sp*)

Las ninfas y adultos se alimentan del jugo de la planta generando deformación de hojas y amarillamiento. Las plantas tiernas en épocas secas y calurosas son las más vulnerables.

A su vez, los pulgones producen una miel que cae en las hojas produciendo un hongo llamado fumagina, el cual ennegrece hojas y frutos afectando su desarrollo y calidad comercial. Los pulgones también transmiten virus.

Como parte de su control tenemos: Eliminación de malezas hospederas de pulgones o de aplicar control químico emplear productos específicos para evitar la eliminación de los insectos benéficos (acefato 75% PS, pirimicarb 50% GD, Dimetoato 500 CE).

- Acaro hialino (*Poliphagotarsonemus latus*)

Su ataque es más frecuente en época de floración (flores no cuajan) o inicio de formación de fruta (frutos deformes), reduciendo hasta un 50% en los rendimientos. Los daños son más visibles en hojas jóvenes, las mismas que se enrollan mostrando en el envés de las hojas un color café; si la infestación es fuerte las hojas toman un color verde-amarillento y de un aspecto duro o coriáceo. Los brotes quedan encrespados de forma arrosada. Esta plaga se puede prevenir con aplicaciones de azufre mojable a razón de medio Kg por cilindro de 200 litros y controlar con abamectina, fenazaquin.

- Arañitas rojas:

La especie identificada de este cultivo es *Tetranychus urticae*, penetran en la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. Las hojas debido al daño se tornan blancuzcas o bronceadas, además de manchas o erupciones pálidas transparentes, cuando la infestación es abundante. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso sobre el cual los ácaros se arrastran. Las hojas infestadas pueden estar recubiertas de estas telarañas.

Principales enfermedades

- Chupadera (*Phytophthora sp, Fusarium sp*)

Provoca lesiones a nivel de cuello, causando estrangulamiento y posterior muerte de las plántulas. Como parte del control se hace uso de: Captan 80% PM, Benomil 50% PM, Thiabendazol.

- Podredumbre del tallo (*Sclerotium rolfsii*)

Genera pudrición a nivel de cuello del tallo, con posterior marchitamiento y muerte.

Se controla con rotación de cultivos, evitando sembrar en campos donde hubo tomate, fríjol o ajo. No dar riegos pesados y alejar la humedad del cuello de la planta.

- Marchitez de planta (*Phytophthora capsici*)

Inicia con la marchitez de las hojas inferiores, luego hojas superiores y a lo largo del tallo aparecen manchas negras. Tiene mayor incidencia en floración y fructificación.

No hay control químico, la única manera de evitar esta enfermedad es alejando el contacto del agua con el cuello de la planta y raíz.

2.3 ASPECTOS GENERALES DE LAS MICROALGAS:

Las microalgas son organismos unicelulares que crecen en suspensión, principalmente en soluciones acuosas (Wen & Jhonson, 2009). Estos microorganismos se consideran los primeros productores de oxígeno (O₂) y son responsables de transformar la composición de la atmósfera (fijación de CO₂ y emisión de O₂) permitiendo el surgimiento de la vida vegetal y animal en la Tierra (Tebbani et al., 2014).

2.3.1 Características:

A través de la fotosíntesis, estos microorganismos sintetizan O₂ y metabolitos orgánicos primarios como: los carbohidratos, lípidos y proteínas. Desde el enfoque estructural una microalga tiene un núcleo, una membrana plasmática y contiene orgánulos esenciales para su funcionamiento, como los cloroplastos, amiloplastos, elaioplastos y mitocondrias. También contiene tres principales tipos de pigmentos: clorofilas, carotenoides y ficobiliproteínas (Tebbani et al., 2014).

Por su tamaño reducido y variado (5–50 µm en promedio) son de fácil captura y digestión por multitud de organismos que se alimentan en forma directa del fitoplancton (microalga) (Abalde, 2004).

2.3.2 Producción de microalgas:

Los sistemas de cultivo para la producción de biomasa de microalgas se suelen clasificar según su configuración y tipo de funcionamiento. Hay una variada gama de sistemas que se emplean para el cultivo de microalgas, dependiendo principalmente de su aplicación. Conociendo el destino del uso de la biomasa producida se puede elegir la mejor opción para su cultivo a gran escala y optimizarla (Acién et al., 2013).

- Sistemas abiertos:

Es uno de los sistemas más usados para la producción comercial de microalgas por su bajo costo. Estos tipos de sistemas no necesitan grandes inversiones y mantenimiento, pero su control es más complicado por lo que determina que estos sistemas tengan bajas productividades y eficiencia, además de ser más susceptibles a contaminaciones por otras algas o bacterias, aunque suponga un menor coste. Los sistemas artificiales presentan diferentes diseños: inclinados (incluidos de capa fina), circulares y los más comunes y extendidos los estanques de carrusel o canales (raceway). Los elementos de control en estos sistemas no son muy sofisticados y los reactores están muy condicionados por el ambiente donde se localizan (Molina *et al.*, 2010).

En resumen, para el cultivo en sistemas abiertos se buscan cepas de microalgas que puedan crecer bajo condiciones en las que otros organismos les resultaría complicado desarrollarse

como pH altos o bajos, temperaturas específicas, requerimientos nutritivos específicos, etc (González Céspedes, 2016).

- Sistemas cerrados:

Como solución a la falta de obtención de cultivos puros (un solo tipo de microorganismo), se crearon los sistemas cerrados, un ambiente más controlado para el desarrollo de las microalgas.

Estos sistemas se encuentran aislados del ambiente exterior, por lo tanto, sin contacto directo con la atmósfera, esto trae una reducción de la contaminación, un mayor control de las condiciones de cultivo y por lo tanto una mayor rentabilidad. El principal inconveniente es su coste. Hay una mayor eficiencia y fijación del CO₂ inyectado (González Céspedes, 2016).

2.3.3 Chlorella:

Chlorella sp., es un alga verde de forma elipsoidal, que crece en forma de células simples. Perteneciente a la división Chlorophyta y a la clase de las Chlorophyceae. Se ha cultivado de forma intensiva con fines de alimentación y obtención de metabolitos. El sistema por lote es el más utilizado a gran escala por su bajo riesgo de contaminación del cultivo y fácil implementación (Cherlys et al., 2012).

Este género ha sido aplicado al tratamiento biológico de aguas residuales, probando su efectividad en la remoción de nitrógeno, fósforo, demanda química de oxígeno y metales. Su uso en aplicaciones de biorremediación ha sido bastante amplio y profundo, en forma suspendida o inmovilizada, como cepa pura o en asociación con otros microorganismos no fotosintéticos (Garza et al., 2010).

2.3.4 Uso de microalgas en la agricultura

Según Tebbani et al. (2014), la biomasa de algas constituye un activo valioso como abono, fertilizante y estabilizador del suelo en la agricultura, y también como medio acelerador y protector al limitar la proliferación de epifitas y parásitos. Las microalgas permiten la retención de nutrientes y almacenamiento de agua en el suelo, así como la fijación de nitrógeno.

La síntesis de moléculas bioactivas significa que es probable que influya en el crecimiento de las plantas terrestres. Las microalgas se usan, por ejemplo, en la producción de arroz, asegurando la fijación de nitrógeno en zonas tropicales y subtropicales agricultura. También se utilizan para fortalecer la superficie en regiones áridas para combatir la erosión (Tebbani et al., 2014).

2.3.5 Fertilización foliar

Esta consiste en brindarle a la planta nutrientes por medio de las hojas, principalmente en disoluciones acuosas (Trinidad & Manjarrez, 1999). Guaras (2008) menciona que la fertilización foliar se basa en aplicar sustancias fertilizantes mediante la aspersion directa al follaje con soluciones nutritivas.

Narváez (2008) por su parte resalta que la fertilización foliar es una aplicación complementaria de nutrientes a las plantas, que no puede reemplazar total o parcial a una fertilización de fondo. Su principal objetivo es promover el crecimiento de las plantas acelerando su actividad. Así, las raíces de las plantas pueden absorber más nutrientes del suelo y además favorecer el traslado de nutrientes acumulados en el interior de la planta para la formación de nuevos tejidos y frutos. Es factible nutrir a las plantas vía foliar para corregir deficiencias de elementos menores y en el caso de elementos mayores, N-P-K, es necesario recalcar que el abonamiento foliar solamente puede ser complementario y en ningún caso puede sustituir la fertilización al suelo; debido a que las dosis de aplicación por vía foliar son muy pequeños en relación a las exigencias del cultivo. Si se aumentara la dosis para cumplir con estos requerimientos de la planta se caería muy probablemente en toxicidad de sales.

La fertilización foliar es una forma eficiente y rápida de aportar nutrientes al cultivo, su empleo reduce la cantidad de fertilizante y el riesgo de contaminación ambiental y pérdidas económicas. Adecuados niveles complementan una mejor reacción de la planta a las adversidades. Su propósito es activar y estimular el crecimiento. De esta forma, las raíces de las plantas pueden absorber más nutrientes del suelo y favorecer el traslado de nutrientes acumulados en el interior de la planta para la formación de nuevos tejidos y frutos.

2.4 MICROALGAS (APLICACIÓN AL SUELO)

Su actividad en un suelo agrícola que se encuentra húmedo permanentemente puede ser un factor importante en su edafogénesis y fertilidad, más aún por el efecto:

- Estabilizador de estructura, debido al efecto en su formación de agregados de los mucopolisacáridos coloidales polianiónicos que continuamente son excretados al suelo (principalmente a un suelo arcilloso y pobre en materia orgánica).
- Bioestimulante del sistema radicular y de toda la planta en general (por citoquininas y oligosacáridos).

La propuesta de utilizar los polisacáridos excretados sólo por microalgas (excluyendo polisacáridos de bacterias y hongos) como estructuradores de suelos áridos fue sugerida por Shields et al (1957) y demostrada por primera vez por Bailey et al. (1973). Dichos autores demostraron un aumento significativo en la estabilidad de los agregados del suelo logrado esto tan solo a las seis semanas de la inoculación con *Chlorella*, *Oscillatoria* y *Nostoc*. Cuatro años después Lewin (1977) y Meeting y Rayburn (1983) recolectaron evidencias empíricas que sugerían la potencialidad comercial de las microalgas como acondicionantes de suelos agrícolas, y 10 años después Meeting publicó los resultados de un ensayo en el cultivo de maíz, de 3 años de edad, en el que demostró el aumento significativo de la estabilidad (en seco del 37% en húmedo del 12%) de los suelos áridos inoculados con *Chlamydomonas mexicana* mediante aspersores. El problema de la aplicación de estas algas al suelo radica en los intermitentes procesos de desecación del suelo, que trae consigo la reducción o muerte de las microalgas. Este inconveniente se soluciona en cultivos con sistema de riego por goteo y bajo invernadero (por demostrar) (Bailey D. et al, 1973).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El ensayo se realizó en el Instituto Regional Costa, Fundo Don Germán perteneciente a la Universidad Nacional Agraria La Molina ubicado en el km. 144,5 de la Carretera Panamericana Sur del departamento de Lima, en la provincia de Cañete, distrito de San Vicente, Cañete. Identificación en la Figura 1.

Su ubicación geográfica es:

Latitud 13°04'36'' S

Longitud 76°23'04'' O

Altitud 38 m.s.n.m



Figura 1: Vista satelital de la ubicación del Fundo Don Germán. San Vicente de Cañete, Cañete. 2022. Fuente: Google Maps

3.1.2 Condiciones climáticas

En la Tabla 3 se presenta el resumen de los datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica del Fundo Don Germán. Se puede apreciar que durante el crecimiento vegetativo (enero 2019 – marzo 2019) la temperatura osciló entre los 18.5 y 31.10 °C. Estas temperaturas no alteran el ciclo usual de la especie.

Tabla 3: Registro de temperaturas de la estación meteorológica del fundo Don Germán

Meses 2019	T° Máxima (°C)	T° Mínima (°C)	T° Promedio (°C)	Humedad (%)
ENERO	29,60	19,00	23,11	83,22
FEBRERO	31,10	20,50	24,74	80,53
MARZO	30,20	18,50	23,66	79,70
ABRIL	27,60	17,30	21,74	81,86
MAYO	26,90	13,30	18,71	87,59
JUNIO	22,20	12,50	16,51	91,11
JULIO	21,00	12,20	15,80	89,72

Fuente: Estación meteorológica Don Germán, 2019.

Además la temperatura mínima promedio durante el ensayo fue de 15.80° C y la máxima fue de 24.74°C, encontrándose dentro de un rango adecuado para un correcto desarrollo del cultivo de ají (Ugás et al 2000). En general, estas condiciones no fueron limitantes para el buen desarrollo del cultivo en estudio.

Para la etapa de floración y cuajado de frutos (marzo 2019 – abril 2019) la temperatura osciló entre los 18.5 y 30.2 °C, estas temperaturas se encuentran en el rango favorable para el cultivo. También se observó la temperatura promedio de 22.7 °C, que corresponde a la temperatura óptima a la que se debe mantener el cultivo en esta etapa.

Bosland y Votava (2012) reportan que la temperatura mínima para el cultivo es de 10 °C. Como se aprecia en la Figura 2, durante la etapa de crecimiento y cosecha de frutos (abril 2019 – junio 2019), se aprecia que la menor temperatura fue de 12.5 °C. Por lo tanto, no hubo problemas con las temperaturas mínimas de la zona. La humedad relativa varió entre 79.70 y 91.11%, características de la zona costera del país.

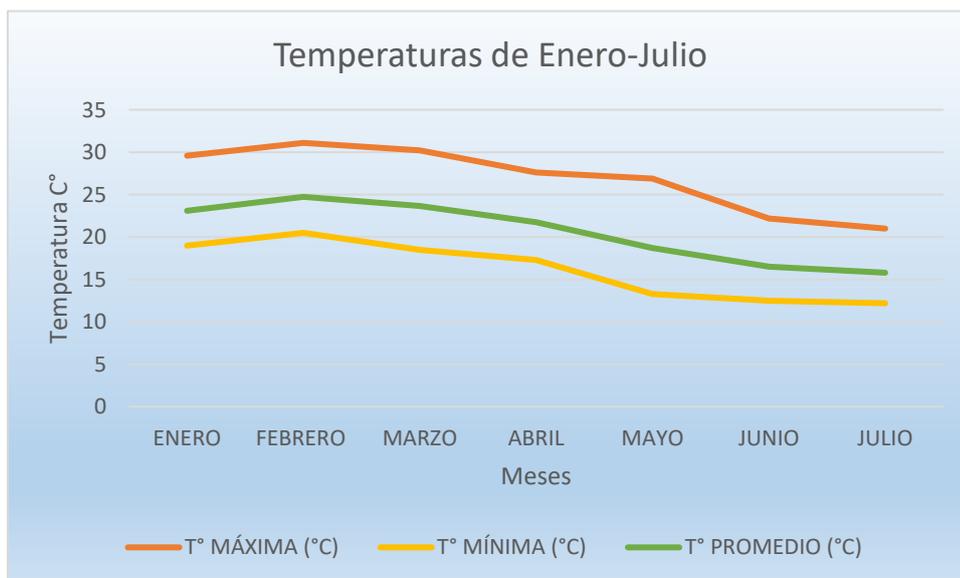


Figura 2. Temperaturas de Enero a Julio del 2019. Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Característica de las condiciones del suelo

En la Tabla 4 se presenta los resultados del análisis de suelo del fundo Don Germán realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Según los resultados, el suelo analizado presenta un pH de 7.75, siendo este ligeramente alcalino con algunas dificultades en la asimilación de micronutrientes, y con una CE=5.0 dS/m (ligeramente salino), lo que puede generar toxicidad de algunos elementos del suelo. Contiene menos del 2% de materia orgánica lo cual en otras condiciones haría al suelo pobre por su “bajo contenido en MO”, pero al ser un suelo de costa este porcentaje es aceptable para las condiciones del suelo.

La clase textural es moderada con una clasificación de: franco con 48% de arena, 29% de limo y 23% de arcilla, caracterizado por un buen drenaje a nivel del suelo, adecuada retención de humedad, y buen desarrollo radicular. Tiene 0% de carbonatos, por lo tanto, no genera alerta.

La CIC es baja, lo que provoca menor retención de nutrientes, y pobreza del suelo.

Tabla 4: Resultados de análisis de suelo de Fundo Don Germán

Valores analizados		Resultados
	pH (1:1)	7.75
	C.E. (2:1) dS/m	5.00
	CaCO ₃ (%)	0.00
	M.O (%)	1.20
	P ppm	12.7
	K ppm	301
Textura	Arena (%)	48
	Limo (%)	29
	Arcilla (%)	23
	Clase textural	Franco
	CIC (Cmol(+)/kg)	14.40
Cationes cambiables	Ca ⁺⁺	10.97
	Mg ⁺⁺	2.18
	K ⁺	0.75
	Na ⁺	0.50
	Al ⁺⁺⁺ + H ⁺	0.0
	Suma de cationes Cmol(+)/kg	14.40
	Suma de bases Cmol(+)/kg	14.40
	Saturación de bases %	100

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.

3.1.4 Característica de las condiciones del agua de riego

En la Tabla 5 se presenta un análisis del agua de riego del fundo Don Germán realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Con respecto a la C.E=0.61 dS/m esta agua es considerada de: peligro de salinidad medio, plantas sensibles pueden mostrar estrés a sales; moderada lixiviación previene la

acumulación de sales en el suelo. Con un RAS=1.72, lo que significa que el peligro de Na es medio, con apreciable remoción de Ca y Mg del agua de riego.

Tabla 5: Análisis del agua de riego en Fundo Don Germán

Características	Valor
pH	7.66
C.E dS/m	0.61
Calcio meq/L	3.04
Magnesio meq/L	0.90
Potasio meq/L	0.16
Sodio meq/L	2.41
SUMA DE CATIONES	6.51
Nitratos meq/L	0.00
Carbonatos meq/L	0.00
Bicarbonatos meq/L	1.90
Sulfatos meq/L	1.96
Cloruros meq/L	2.60
SUMA DE ANIONES	6.46
Sodio %	37.04
RAS	1.72
Boro ppm	0.29
Clasificación	C2-S1

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.

3.2 MANEJO AGRONÓMICO

Se inició con la preparación de los plantines durante 45 días en almácigo en donde se cuidó y aseguró el enraizamiento. Se realizó la preparación del terreno con previo machaco del campo y posterior arado, gradeo y surcado y el trasplante de los plantines ya enraizados. La distancia entre surco y surco fue de 1,1 metros. El tipo de riego utilizado fue gravedad, con formación de tomas para circulación del agua, esto por las condiciones del propio fundo.

El ají escabeche se condujo bajo el sistema convencional de cultivos, previo al trasplante se aplicó al campo un herbicida pre-emergente (Pendimethalin) 2L/Ha. Los plantines fueron trasplantados el 19 de enero del 2019 con el terreno a capacidad de campo con un tamaño de aproximadamente 15 cm de plántula a una densidad de 40 cm entre planta y planta y 1.1 m entre surco y surco, de esa manera se controló la población en campo con un total de 22 727 plantas/Ha. El campo se fertilizó 4 veces durante la campaña esto con el fin de brindarle los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo, la fórmula aplicada fue 200 N – 100 P₂O₅ – 200 K₂O – 60 CaO – 40 MgO con fuentes de Nitrato de amonio, fosfato diamónico, Cloruro de potasio y Sulfato de magnesio. Siendo el primer abonamiento 30 días después del trasplante, el segundo abonamiento a los 56 DDT, un tercer abonamiento a los 83 DDT y un último abonamiento 122 DDT, en este campo se realizó 4 abonamientos en total.

En cuanto al manejo fitosanitarios, se empleó Movento (0,5 L/Ha) que es un insecticida foliar para el control de *Prodiplosis longifolia*, *Spodoptera eridania* y *Bemisia tabaci*, también se aplicó Beta-baytroide (0,15 L/Ha) para combatir *Heliothis virescens*, siendo todas estas las principales plagas presentes durante el ensayo.

Con respecto a la cosecha se recomienda que esta no se dé en las épocas de mayor temperatura, excepto si la producción estuviese destinada a ají escabeche seco o mirasol. La cosecha se realizó cuando el fruto tornó la coloración verde- anaranjada (pintón). Es importante además resaltar que un riego previo a la cosecha es vital. La primera cosecha se dio a los 162 días después del trasplante (DDT), la segunda a los 169 DDT, la tercera a los 175 DDT, la cuarta a los 191 DDT, la quinta a los 205 DDT, la sexta a los 216 DDT y la última cosecha a los 225 DDT.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1 Materiales

- Plantines de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* de aproximadamente 45 días de almacenado.
- Producto Phycoterra, que se describe en la **Tabla 6**.
- Mochila de aplicación capacidad 20 Litros.
- Wincha
- Insecticida Movento

- Insecticida Beta-baytroide
- Carretilla
- Papel
- Bolsas de papel
- Cinta métrica
- Plástico

Tabla 6: Composición del Producto Phycoterra

Sustancias	CAS- NO	Concentración (% peso)
Algas (mezcla propia)	N/A	5- 20 %
Agua	7732-18-5	80- 95 %
Sorbato de potasio	24634-61-5	<0.5%
Ácido fosfórico	7664-38-2	<1%

Fuente : Heliae, 2018

3.3.2 Equipos

- Mochila de aplicación
- Probeta
- Carrizo
- Balanza eléctrica
- Estufa
- Cuchilla
- Vernier

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Instalación en campo

Luego de preparado el terreno se realizó la delimitación del área experimental, marcando con cal cada uno de los 4 bloques (24 surcosx5m largo) dejando un espacio de 1m entre ellos. Luego se realizó el trasplante de los plantines de aproximadamente 15 cm con 45 días de edad. Fue importante también adicionar materia orgánica al campo a la preparación del terreno para que ayude a la proliferación de microorganismos y mejora de la estructura del

suelo. En el campo experimental se establecieron 24 parcelas constituidas a lo ancho por 4 surcos de 5 m de largo.

3.4.2 Tratamientos evaluados

En el presente ensayo se evaluó el efecto del extracto de algas marinas utilizando como fuente el producto Phycoterra, sobre el ají escabeche, la aplicación se hizo foliarmente, de acuerdo con los tratamientos que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Dosis de extracto de microalga evaluado en el presente ensayo

Tratamiento	Descripción	Dosis de extracto de microalgas
Testigo absoluto- Control (To)	Testigo sin fertilización ni extracto de microalgas	-
T1	Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**)	2l/ha
T2	Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**)	4l/ha
T3	Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**)	6l/ha
T4	Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de algas (**)	8l/ha
T5	Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	-

(*) Dosis de fertilización: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha)

Fuentes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra como fuente de extractos de algas

3.4.3 Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes características:

- **Porcentaje de cuajado**

Se marcaron 10 plantas al azar por unidad experimental al momento en el que el cultivo se encontró en un 50% de floración. Se fue evaluando semanalmente para determinar el número de frutos cuajados.

- **Rendimiento**

Se procedió a cosechar de manera independiente los dos surcos centrales de cada unidad experimental (tratamiento de cada bloque). Los rendimientos de cada cosecha se anotaron en una libreta de notas y al finalizar el ensayo se sumaron todas las cosechas de cada uno de los tratamientos, y se calculó el rendimiento por hectárea.

- **Calidad externa del fruto**

Fue evaluada en términos de peso promedio, longitud y diámetro de fruto.

Peso promedio del fruto: Se tomaron muestras de 10 frutos por unidad experimental, se pesó el total y luego se halló el peso promedio de un fruto. Finalmente se promedió los pesos promedio de cada unidad experimental para obtener el dato por tratamiento.

Diámetro y longitud del fruto: Se tomó al azar 10 frutos de cada unidad experimental y haciendo uso de un vernier se procedió a medir diámetro y longitud del fruto. Posteriormente se calculó los datos para cada unidad experimental y finalmente para cada tratamiento.

- **Calidad de la producción**

Según el criterio de clasificación de ajíes empleado por Villanueva (2014), distribuiremos la cosecha de la siguiente manera:

Extra: Se consideraron todos los frutos de ají que no presentaron daño alguno, conservaron el pedúnculo, tuvieron el exterior liso, de color uniforme y presentaron las siguientes dimensiones (aproximadamente): largo de mayor de 13.5 cm; y ancho igual o mayor a 4.5 cm.

Primera: Se consideraron todos los frutos de ají que no presentaron daño alguno, conservaron el pedúnculo, tuvieron el exterior liso, de color uniforme y presentaron las siguientes dimensiones (aproximadamente): 11 a 13.5 cm de largo y 3.5 a 4.5 cm de ancho.

Segunda: Se consideraron todos los frutos de ají que no presentaron daño alguno, conservaron el pedúnculo, tuvieron el exterior liso, de color uniforme y presentaron las siguientes dimensiones (aproximadamente): 8.7 a 11cm de largo y 2.8 a 3.4 cm de ancho.

Tercera: Se consideraron todos los frutos de ají que no presentaron daño alguno, conservaron el pedúnculo, tuvieron el exterior rugoso, pudieran tener variaciones en su color y sus dimensiones son variables, no se da especificación.

Descarte: Aquellos frutos que aún se encuentran suaves o sobre maduros; presentan daños (mecánicos, insectos o enfermedades). Usualmente estos no llegan al mercado para la venta.

- **Porcentaje de materia seca de hojas, tallos y frutos**

Se evaluaron dos plantas por unidad tomadas de los dos surcos laterales de cada unidad experimental (se tomaron plantas representativas de cada unidad experimental). Estas plantas inmediatamente después de ser colectadas se dividieron en tallo, hojas y en fruto y se pesaron en una balanza digital para obtener el peso fresco total de cada órgano. Luego se obtuvo una muestra de cada órgano de 120 gr que fue colocada en bolsas de papel debidamente identificadas y se llevaron a una estufa a una temperatura de 60°C a 70°C por tres días. Luego se pesaron las muestras y se calculó el porcentaje en materia seca.

- **Análisis foliar**

Se tomaron las muestras de hojas secas a estufa de cada unidad experimental y se llevaron al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad

Nacional Agraria La Molina, donde se llevó a cabo la preparación y posterior entrega de muestras para determinar la concentración de N, P y K. La preparación de las muestras se desarrolló entre los 22 y 28 días después de la cosecha y la entrega de muestras a los 35 días después de la cosecha.

3.4.4 Forma de aplicación:

Para realizar las aplicaciones se utilizó una mochila de aspersión manual de 20 litros. Los extractos de microalgas se asperjaron al follaje del ají escabeche durante las primeras horas del día se procuró que todas las plantas sean bañadas de manera uniforme para mantener una homogeneidad de aplicación.

3.4.5 Características del campo experimental

Las características del campo experimental están expresadas en la Tabla 8:

Tabla 8: Características del campo experimental

Unidad experimental (parcelas)	
Número de parcelas	24
Largo de parcela	5 m
Ancho de parcela	3.3 m
Área de parcela	16.5 m ²
Bloques	
Número de bloques	4
Número de parcelas por bloque	6
Largo del bloque	19.8 m
Ancho del bloque	5 m
Área de bloque	99 m ²
Área total experimental	
Área total experimental	225 m ²

3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico empleado en el presente ensayo de investigación fue el de Bloques Completamente al Azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en las unidades experimentales de cada bloque y se observa en el Figura 3:

24 SURCOS							
Calle = 1 m							
5m	T4	T5	To	T1	T2	T3	5m
Calle = 1 m							
5m	T5	To	T1	T2	T3	T4	5m
Calle = 1 m							
5m	To	T1	T2	T3	T4	T5	5m
Calle = 1 m							
5m	T1	T2	T3	T4	T5	To	5m
Calle = 1 m							

Figura 3. Croquis del campo experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PORCENTAJE DE CUAJADO DE FRUTOS:

En la Tabla 9, se presentan los porcentajes de cuajado observados en los tratamientos evaluados. Los valores varían entre 52.25 y 72.75 % sin diferencias estadísticas significativas según la prueba de Tukey al 95 % de confianza. El T4 (fertilización + 8 l/ha) alcanzó un 72.75 %, siendo el mayor valor de porcentaje de cuajado de fruto, mientras que el menor valor corresponde al T5 (Fertilización NPK) que presentó un 52.25% de cuajado.

Higa (2001) evaluando el efecto del distanciamiento y la fertilización nitrogenada en el rendimiento del género *Capsicum*, concluye que la densidad de siembra influye en el comportamiento de la variable porcentaje de cuajado y número de frutos por planta. Afirma que conforme aumenta la densidad y la fertilización nitrogenada los valores de cuajado y número de frutos disminuyen y viceversa. Un buen ejemplo es el presentado en una tesis titulada “Extractos de algas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete”, presentado en el 2017 por Sharon Moreno, en donde el ensayo se realizó a una densidad menor (16 667 plantas) y sus porcentajes de cuajado fueron mayores oscilando entre 60 y 82.5%, lo cual tiene sentido con lo reportado por Higa (2001). En el caso del presente trabajo de investigación, la densidad fue mayor (22 727 plantas) por lo que es probable que esta característica haya afectado el porcentaje de cuajado del ensayo, aunque no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.

Según Méndez et al. (2003) mencionan que el aborto de frutos se encuentra influenciado por la alta densidad de siembra, generando una alta competencia por los nutrientes y luz entre plantas y por fotoasimilados por parte de los frutos.

Tabla 9: Porcentaje de cuajado de ají escabeche empleando microalgas aplicadas foliarmente

Tratamiento	% de cuajado
To: Testigo absoluto- Control sin fertilización ni extracto de microalgas	64,00a
T1: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (2 l/ha)	54,25a
T2: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (4 l/ha)	55,25a
T3: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (6 l/ha)	67,25a
T4: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (8 l/ha)	72,75 ^a
T5: Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	52,25 ^a
PROMEDIO	60,96
CV (%)	31,22

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

(*) Dosis: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha) de las siguientes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra

4.2 RENDIMIENTO

En la Tabla 10 se aprecia los rendimientos alcanzados en cada uno de los tratamientos evaluados. Como se observa con la prueba de Tukey al 95% de confianza se obtuvo diferencias significativas entre el To (testigo absoluto- sin fertilización NPK ni aplicación de algas) con 9.67 ton/ha frente a todos los otros tratamientos, por lo que se puede concluir que, bajo las condiciones del presente trabajo de investigación, la no fertilización con NPK

y la no aplicación foliar de extractos de algas afectó negativamente los rendimientos de las plantas de ají escabeche. Por otro lado no hubo diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos cuando se fertilizó con NPK más aplicación de algas foliares o solo NPK. Sin embargo, hay que resaltar que todos los tratamientos con NPK y aplicación foliar de algas presentaron mayores rendimientos que el tratamiento que solo recibió NPK, aunque sin diferencias estadísticas entre ellos.

Tabla 10: Rendimiento (ton/ha) de ají escabeche empleando microalgas aplicadas foliarmente

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha)
To: Testigo absoluto- Control sin fertilización ni extracto de microalgas	9,67b
T1: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (2 l/ha)	16,10ab
T2: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (4 l/ha)	19,56a
T3: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (6 l/ha)	17,41a
T4: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (8 l/ha)	16,65a
T5: Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	13,56ab
PROMEDIO	15.48
CV (%)	19.35

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

(*) Dosis: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha) de las siguientes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra

El mayor rendimiento se logró con el T2 (fertilización NPK + 4 l/Ha de extractos de algas) con 19,5 Ton/Ha, y el menor rendimiento se obtuvo con el To (testigo sin NPK ni algas foliares) con 9,7 Ton/Ha. Se reporta que en el valle de Cañete el rendimiento promedio de ají escabeche está alrededor de las 20t/ha. En el presente ensayo el rendimiento promedio del ensayo fue de 15.48 t/ha. Este menor rendimiento obtenido puede deberse a que la fecha de siembra del presente ensayo se considera tardía, es decir el proceso de cuaje y desarrollo del fruto se da finalizando el verano y es posible que esas condiciones climáticas puedan haber contribuido a un menor rendimiento, aunque según la data meteorológica los rangos de temperaturas están dentro de lo óptimo para el cultivo.

El estrés abiótico es uno de los principales problemas en la producción de cultivos. En la actualidad, tener rendimientos potenciales es difícil debido a la deficiencia del agua, los cambios de temperatura, salinización de suelos, etc. (Biancardi et al., 2010; Ronga et al., 2018). Oancea et al., (2013) determinaron que en plantas de tomate el uso de bioestimulantes mejoró el desarrollo de la raíz, mayor cantidad y longitud de hoja y un aumento del área foliar en comparación con el tratamiento control en condiciones de estrés abiótico.

Con respecto a la aplicación foliar, en la actualidad es conocido que las microalgas permiten recuperar de forma eficiente los micronutrientes del medio y acumularlo en su biomasa (Tripathi et al., 2008) y, además, también se sabe que la aplicación de micronutrientes al suelo tiene problemas físicos y químicos, por ello la aplicación foliar es una alternativa para resolver el inconveniente (Arif et al., 2006). Las aplicaciones de microalgas pueden suministrar tanto macro como micronutrientes esenciales para las plantas (Shaaban, 2001).

El proyecto realizado por Battacharyya et al., (2015) revelo que los extractos de microalgas son fácilmente asimilados por los estomas y poros de la cutícula, mostrándose más efectivos cuando las aplicaciones son realizadas por las mañanas, momento en el cual las estomas están completamente abiertos. Existen diversos estudios de aplicación foliar de microalgas sobre cultivos ornamentales y hortícolas con resultados positivos (Oancea et al., 2013; García-González y Sommerfeld, 2016; Shalaby y El-Ramady, 2014; Plaza et al., 2018). Además, los extractos de microalgas contienen enzimas, vitaminas y fitohormonas que ayudan a mejorar la translocación y asimilación de nutrientes (Shaaban, 2001).

En otras investigaciones, Coronado (2015) aplicó cinco dosis (0, 0.2, 0.4, 0.6 y 0.8 kg/ha) de un extracto de algas marinas aplicado foliarmente en el cultivo de brócoli y evaluó el rendimiento total. Los tratamientos que aplicó fueron en tres momentos (45, 60 y 75 DDT, respectivamente). El ensayo fue realizado en un campo donde el suelo presentó características físicas y químicas adecuadas para el cultivo. Todos los tratamientos habían recibido una dosis de fertilización 120-80-100 de NPK, incluyendo al testigo. En este caso no se presentaron condiciones meteorológicas ni edafoclimáticas extremas que pudieran afectar el desarrollo del brócoli. Encontró que el valor de las aplicaciones y el testigo fueron estadísticamente similares entre sí.

Si comparamos el tratamiento con aplicación de solo NPK (T5) con el resto de los tratamientos que recibieron NPK y aplicación de microalgas a pesar de no haber diferencias significativas, aparentemente por los datos observados existiría una sinergia beneficiosa para la planta, ya que la fertilización edáfica y foliar con algas se estarían complementando. Se ha reportado que las aplicaciones edáficas no son suficientes, debido a las limitaciones, físicas, y químicas que tiene el suelo, esto coincide con lo reportado por García *et al.* (2016), quienes encontraron un mayor crecimiento en plantas de albahaca cuando fueron fertilizadas foliarmente con un biofertilizante a base las microalgas *Chlorella* sp y *Scenedesmus* sp.

Para lograr rendimientos y rentabilidad en base a calidad se debe considerar los siguientes aspectos con relación a la aplicación foliar de fertilización para un cultivo específico (Roemheld y El-Fouly, 1999): ¿Cuál es la mejor época de aplicación, durante el ciclo de crecimiento?, ¿cuántas aplicaciones se requiere para el rendimiento y calidad deseada?, ¿qué tipo de fertilizante y fórmula se debe aplicar?.

4.3 CALIDAD EXTERNA DEL FRUTO

Los parámetros de calidad evaluados, peso promedio del fruto y su largo y diámetro, son características que determinan el precio del producto por parte del mercado. En la Tabla 11 se resumen los resultados obtenidos en las variables de calidad evaluados.

Tabla 11: Peso promedio, longitud y diámetro de fruto ají escabeche luego de aplicación de microalgas aplicadas foliarmente

Tratamiento	Peso promedio (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
To: Testigo absoluto- Control sin fertilización ni extracto de microalgas	37.63a	11.40b	3.39a
T1: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (2 l/ha)	43.00a	12.77ab	3.54a
T2: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (4 l/ha)	40.41a	12.66ab	3.74a
T3: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (6 l/ha)	40.77a	13.59a	3.46a
T4: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (8 l/ha)	42.78a	13.76a	3.56a
T5: Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	41.68a	12.96ab	3.46a
PROMEDIO	41.05	12.86	3.53
CV (%)	7.91	7.19	10.84

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

(*) Dosis: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha) de las siguientes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra

En lo que respecta al peso promedio del fruto se puede observar que no hubo diferencias significativas en los resultados observados entre tratamiento, por lo que se puede concluir que la aplicación o no de NPK con o sin aplicación foliar de algas no influyeron en el peso

promedio del fruto. El **peso promedio** del ají escabeche varió entre 37.63 y 43 gramos, siendo el peso promedio de fruto mayor con el tratamiento T1 (fertilización + 2 l/ha) con 43 gr y el menor con el To (testigo absoluto) con 37.63 gr, sin haber diferencias significativas entre todos los tratamientos.

Con respecto a la **longitud de fruto** se observa que existe diferencia significativa entre el To (Testigo sin NPK ni aplicación foliar de algas) y el tratamiento T3 y T4 (fertilización NPK + 6 y 8 l/ha de extractos de algas, respectivamente), siendo el de mayor longitud el tratamiento T4 (fertilización NPK + 8 l/ha de extractos de algas) con 13.76 cm y el de menor longitud el To (testigo sin NPK ni aplicación foliar de algas) con 11.4 cm.

La mayor longitud en los frutos se puede deber a que los componentes de las microalgas, como los macroelementos, microelementos, aminoácidos, vitaminas, citoquininas, las auxinas y ácido abscísico como sustancia de crecimiento, afectan el metabolismo celular de las plantas tratadas lo que aumenta el crecimiento (longitud) y el rendimiento de los cultivos (Crouch y Van Staden, 1993).

Una de las características principales de las microalgas, es que contienen agentes promotores del crecimiento bioactivos que ya fueron demostrados tanto en micro como en macroalgas (Abdel-- Raouf et al., 2012).

Por su parte en cuanto al **diámetro**, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, con un promedio de 3.53 cm, siendo el diámetro menor obtenido en el To (testigo sin NPK ni aplicación de algas) con 3.39 cm y el mayor diámetro se observó en el T 2 (fertilización NPK + 4 l/ha de aplicación foliar de algas) con 3.74 cm de diámetro.

4.4 CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN

Los frutos cosechados son clasificados en diferentes categorías de acuerdo con su tamaño, diámetro, largo y sanidad dando lugar a categorías como Extra, Primera, Segunda, Tercera y Cuarta, siendo la categoría Extra la que alcanza los mejores precios y disminuyendo hasta el más bajo que es el fruto de cuarta categoría. Por lo tanto es de suma importancia para el productor lograr la mayor cantidad de su producción en las categorías superiores como extra o primera lo que asegurará un buen retorno económico. El resultado de este parámetro está expresado en la siguiente tabla (Tabla 12).

Tabla 12: Categorías comerciales de ají escabeche en tn/ha luego de aplicación de microalgas aplicadas foliarmente

Tratamiento	Distribución en categorías comerciales (t/ha)				
	Extra	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
To: Testigo absoluto- Control sin fertilización ni extracto de microalgas	0.60a	6.06b	0.55b	1.17a	0.025a
T1: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (2 l/ha)	1.19a	9.99ab	1.31ab	1.30a	0.09a
T2: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (4 l/ha)	0.93a	13.65a	2.03a	1.74a	0.11a
T3: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (6 l/ha)	1.18a	11.36ab	1.84ab	2.12a	0.11a
T4: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (8 l/ha)	0.99a	10.85ab	1.01ab	1.7a	0.04a
T5: Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	0.66a	7.87b	1.07ab	1.40a	0.07a
PROMEDIO	0.93	9.96	1.30	1.57	0.45
% DE PARTICIPACIÓN	6.54%	70.09%	9.15%	11.05%	3.17%
CV (%)	60.8	24.03	45.18	45.18	85.6

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

(*) Dosis: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha) de las siguientes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra

Se puede apreciar que la **categoría extra** en donde los frutos son de mayor tamaño (largo y diámetro) no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento T1 (fertilización NPK + 2 l/ ha de aplicación foliar con algas) con 1.19 t/ha de frutos extras y el de menor producción de frutos extras fue el tratamiento To (Testigo sin NPK ni aplicación foliar de algas) con 0.6 t/ha de frutos extras.

En la categoría primera se obtuvo una mayor cantidad en el T2 (fertilización NPK + 4l/ha de aplicación foliar de algas) con 13.65 t/ha siendo estadísticamente diferente al tratamiento To (Testigo sin NPK ni aplicación foliar con algas) que produjo 6.06 t/ha en esta categoría.

La mayor producción de frutos de la **segunda categoría** se obtuvo con el tratamiento T2 (fertilización NPK + 4 l/ha de aplicación foliar de algas) con 2.03 t/ha siendo este estadísticamente diferente a lo producido por el tratamiento To (Testigo sin NPK ni aplicación foliar de algas) con 0.55 t/ha.

En frutos de tercera categoría no hubieron diferencias significativas entre lo producido por los diferentes tratamientos. La mayor producción de frutos de ésta categoría se obtuvieron con el tratamiento T3 (fertilización NPK + 6 l/ha de aplicación foliar de algas) con 2.12 t/ha y la menor producción de frutos de ésta categoría se logró en el To (testigo sin NPK ni aplicación foliar de algas) con 1.17 t/ha . Para la producción de frutos de **cuarta categoría** o también llamada “descarte” tampoco hubieron diferencias significativas entre lo producido por los diferentes tratamientos, la mayor producción en esta categoría se observó en el tratamiento T2 (fertilización NPK+ 4 l/ha de aplicación foliar de algas) y T3 (fertilización NPK + 6 l/ha de aplicación foliar de algas) ambos con 0.11 t/ha y la menor producción de frutos de ésta categoría lo mostró el tratamiento To (testigo sin NPK ni aplicación foliar de algas) con 0.025 t/ha.

En resumen, la producción de frutos en las categorías extra, tercera y cuarta no fueron afectados por los tratamientos evaluados, no hubo evidencia que la aplicación o no de NPK con aplicación foliar o no con algas hayan afectado la producción de esas calidades de frutos.

Sin embargo, en la producción de frutos de primera y segunda categoría si hay evidencia que la fertilización NPK con aplicación foliar de algas a razón de 4l/ha (T2) mejoraron significativamente la producción de frutos de esa categoría con respecto a lo producido en

estas categoría sin fertilización NPK ni aplicación foliar de algas (T0, testigo), por lo que se puede indicar que existe un efecto de complemento positivo a la aplicación de fertilizantes por parte de la aplicación foliar de algas.

En general se obtuvo mayor rendimiento en la categoría comercial “primera” con un promedio de 9.96 ton/ha .

4.5 PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE HOJAS, TALLOS Y FRUTOS

En la Tabla 13 se resumen los resultados obtenidos en todos los tratamientos evaluados. Se puede apreciar que solo hubo diferencias significativas en el contenido de materia seca en hojas entre el tratamiento 4 (fertilización NPK + 8 l/ha de aplicación foliar de algas) con el tratamiento testigo T0 sin fertilización NPK ni aplicación foliar de algas, con un porcentaje de 22.75 % para el T4 y para el tratamiento To un porcentaje de materia seca del 16.75 %.

En cuando al porcentaje de materia seca en tallos no hubieron diferencias significativas, el mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en el T3 (Fertilización NPK + 6 l/ha de aplicación foliar de algas) con 21.5% y el menor en el To (Testigo absoluto) con 16.75%. En frutos el mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en el To (Testigo sin fertilización NPK ni aplicación foliar de algas) y T5 (solo fertilización NPK) con 10.5% en ambos casos y el menor porcentaje de materia seca lo presentó el T1 (fertilización NPK + 2 l/ha de aplicación foliar de algas) y el T2 (fertilización NPK + 4l/ha de aplicación foliar de algas) con 8% de materia seca para ambos.

Según el ensayo realizado por Layten (2015) resolvió que, al evaluar el efecto de extractos de algas en plantas de alcachofa, coincidió en que no existe evidencia estadística que relacione los extractos de algas con la mejora del porcentaje de materia seca en los tejidos tratados.

Villanueva (2012) al evaluar niveles de N-P-K en plantas de *Capsicum baccatum var. pendulum*, concluyó que el porcentaje de materia seca está directamente asociada a la fertilización, posición respaldada por Ruiz (2015) quien en un ensayo de fertilización nitrogenada en el mismo cultivo encontró que los valores promedio de materia seca fueron de 18.41 % en hojas, 22.61% en tallos y 13.99 % en frutos, y concluyó que el aumento de

materia seca guarda una estrecha relación con el aumento de fertilización nitrogenada. En el presente ensayo, los valores promedio de materia seca obtenidos fueron 19.96 %, 19.5 %, y 9.08%.

Tabla 13: Porcentaje de materia seca en hojas, tallos y frutos de ají escabeche luego de aplicación de microalgas aplicadas foliarmente

TRATAMIENTO	Porcentaje de materia seca (%)		
	Hojas	Tallos	Frutos
To: Testigo absoluto- Control sin fertilización ni extracto de microalgas	16.75b	16.75a	10.5a
T1: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (2 l/ha)	19.5ab	18.75a	8a
T2: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (4 l/ha)	19.75ab	20.5a	8a
T3: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (6 l/ha)	19ab	21.5a	9.25a
T4: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (8 l/ha)	22.75a	20.25a	8.25a
T5: Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	22ab	19.25a	10.5a
PROMEDIO	19.96	19.5	9.08
CV (%)	12.66	14.50	35.81

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

(*) Dosis: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha) de las siguientes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra

4.6 ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO FOLIAR

En la Tabla 14 se resume el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en las hojas de ají escabeche. En la evaluación de los tres contenidos de nutrientes (N, P, K), no hubo diferencias significativas con todos los tratamientos planteados.

El contenido de nitrógeno osciló entre 2.24% y 4.29 %, en el caso del fósforo, este osciló entre 0.33% y 0.50%, y en caso del potasio sus valores oscilaron entre 2.33% y 3.21%.

Basándonos en la Tabla 15, en el caso del nitrógeno todos los tratamientos tienen concentraciones normales, excepto la del testigo absoluto (To) que es un nivel bajo con 2.24 %, esto debido a que en este tratamiento no se aplicó las microalgas ni fertilización NPK. En el caso del fósforo todos los tratamientos presentan niveles normales (óptimos) de concentración a nivel foliar. Con respecto al potasio, todos los tratamientos en los que se aplicó las microalgas contienen niveles normales del elemento, con excepción del To (testigo absoluto) y el T5 (NPK) en donde las concentraciones son bajas, estando deficientes del elemento, en ambos tratamientos no se aplicó microalgas.

Tabla 14: Interpretación de los valores bajo, normal y alto de N, P, K foliar en Capsicum

Elemento	Bajo	Normal	Alto	Unidad
Nitrógeno	<3,0	4,0-5,0	>5,1	%
Fósforo	<0,21	0,3-0,7	>0,71	%
Potasio	<3,5	4,5-5,5	>5,6	%

Fuente: Junta de Extremadura, 1992.

Tabla 15: Efecto del contenido de nutrientes en hojas del cultivo ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) frente a la aplicación foliar de extracto de microalgas (Phycoterra)

Tratamiento	Contenido de nutrientes (%)		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
To: Testigo absoluto- Control sin fertilización ni extracto de microalgas	2.24a	0.49a	3.21a
T1: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (2 l/ha)	3.49a	0.40a	2.51a
T2: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (4 l/ha)	3.47a	0.36a	2.97a
T3: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (6 l/ha)	4.29a	0.34a	2.72a
T4: Tratamiento con fertilización (*) + Extracto de microalgas (**) (8 l/ha)	3.38a	0.50a	2.33a
T5: Tratamiento con fertilización (*) sin extracto de microalgas	3.63a	0.33a	2.66a
PROMEDIO	3.42	0.41	2.73
CV (%)	28.26	36.56	20.26

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$)

(*) Dosis: 200 N – 100 P₂O₅ - 200 K₂O (Kg/ha) de las siguientes: Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico y Sulfato de potasio.

(**) Uso del producto Phycoterra

Con respecto a los contenidos de N, P, K a nivel foliar, si bien en la mayoría de los tratamientos se obtuvieron rangos normales, es importante mencionar que los extractos de algas marinas a dosis aplicadas comúnmente en campo son insuficientes para provocar respuestas fisiológicas significativas, tal como lo señalaron Khan et al. (2009), y estos resultados en el rango “normal” se debe a lo proporcionado por el suelo o el fertilizante granulado puesto por defecto en el plan de fertilización mas no a el del extracto de microalgas, además que no hubieron diferencias significativas entre sí, ya que las microalgas, más que un aportante de nutriente, ofrece otros beneficios como la secreción de sustancias promotoras de crecimiento como auxinas, citoquininas, aminoácidos y poliaminas, se ha cuantificado la presencia de auxinas y citoquininas en al menos 24 géneros de microalgas, adicionalmente se ha reportado la presencia de metabolitos y polisacáridos secundarios que también intervienen en proceso metabólicos que favorecen el crecimiento de los cultivos (Ronga et al., 2019).

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente ensayo se concluye que:

- La aplicación de microalgas en forma foliar no afectó los parámetros de producción (porcentaje de cuaje, características de los frutos) no observándose diferencias con el testigo sin la aplicación de microalgas.
- Solo se observó efecto de la aplicación de microalgas cuando se compara con el tratamiento sin fertilización edáfica ni aplicación foliar de microalgas
- Se observó significancias en la concentración de materia seca en hojas, mas no en tallos ni frutos. En general el contenido de materia seca está relacionado más a la fertilización que a la aplicación de microalgas marinas.
- Con respecto a la concentración foliar de nitrógeno, fósforo y potasio a nivel, no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar la aplicación de microalgas por drench (dirigido al suelo), ya que de esa manera hay una mejor fijación del carbono orgánico al suelo.
- Ensayar la aplicación foliar, pero a dosis inferiores y superiores a las realizadas en esta tesis para evaluar su efecto y/o diferencial.
- Evaluar la aplicación de extractos de algas marinas en otros cultivos de importancia económica.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abalde, J. y Herrero, C. (2004). *Microalgas en acuicultura: calidad nutricional*. ALGAS 32 Diciembre de 2004. 40pp: p 16-18
- Abdel-Raouf, N., Al-Homaidan, A.A., Ibraheem, I.B.M. (2012). *Agricultural importance of algae*. Afr. J. Biotechnol. 11, 648–11658.
- ADEX. (2017). *Perú puede mejorar su posicionamiento como proveedor mundial de pimientos y ajíes*. Revista Gana Más. Comercio Exterior. Lima, Perú.
- Acién, F. G., Fernández, J. M., & Molina, E. (2013). *Photobioreactors for the production of microalgae*. Environmental Science Biotechnology.
- Aguado G. Del Castillo, J. Uribarri, A. Astiz, M., & Sadaba, S. (2011). *Edición Navarra Agraria. Guía de cultivo del pimiento en invernadero. España. 12p.*
- Alfonso, J. (1993). *Cultivo de chile tabasco*. Guía sobre la producción de chile tabasco para exportación. Fundación Hondureña de investigaciones agrícolas, San Pedro Sula, Honduras, HN. pp. 9-15.
- Bai N. R., R. M. Christi, and T. C. Kala. (2011). *Seaweed liquid fertilizer as an alternate source of chemical fertilizer in improving the yield of Vigna radiata L*. Plant Archives. 11(2): 895-898.
- Bailey D., P. Mazurak, J. Rosowski (1973) *Aggregation of soil particles by algae*. Journal Phycology 9, 99-101.
- Bosland, p.w. (2003). *Importancia de los pimientos en el mundo.: Compendio de enfermedades del pimiento*. Sociedad Americana de fitopatología. 1- 4 pp.
- Bosland, P. DeWitt, D. (2009). *The complete chile pepper book: A gardener's guide to choosing, growing, preserving and cooking*. Oregon, US. Timber Press. 336p.

- Bosland, P.; Votava, E. (2012). Peppers, vegetables and spice *capsicums*. Segunda edición. CABI.
- Cáceres, P., C. Bejarano & H. Equise. (2009). *Control Químico de Malezas en el Cultivo de Ají en el Municipio de Monteagudo, Chuquisaca. Sucre, Bolivia.*
- Carvalho, J.J.T.; Gosmann, G.; Schenkel, E.P. (1999). *Compostos fenólicos simples e heterosídicos*. In: Simoes, C.M.O. et. al. Farmacognosia: de la planta a la medicina. Porto Alegre/ Florianópolis: Ed. Universidad de UFSC.
- Cherlyz, I., Angulo, E., Zárate², A., Florez², J. Z., Barrios¹, F. & Zapata¹, C. (2012). *Propagación de la microalga Chorella sp. En el cultivo por lotre: cinética del crecimiento celular*. Avances en Ciencias e Ingeniería. Recuperado el 15 de diciembre del 2020 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627686016>
- Cichewicz, R. H.; Thorpe, P.A. (1996) *The antimicrobial properties of chile pepers (Capsicum species) and their uses in Mayan medicine*. Journal of Ethnopharmacology v. 52, p. 61-70, 1996.
- Cotter, D.J. and Dickerson, G.W. (1984). *Delayed harvest reduces yield of dry red chile in southern New Mexico*. HortScience
- Coronado, J. (2015). *Efecto de ocho combinaciones de dos bioestimulantes orgánicos foliares con cuatro dosis en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea L. Var Itálica Plenck) [Trabajo de grado, Programa de Agronomía]*. Universidad Nacional de Piura.
- Craigie, J. (2011). *Seaweed Extract Stimuli in Plant Science and Agriculture*. Journal of Applied Phycology.
- Crouch I. J. and J. Van Staden (1993). *Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products*. Plant Growth Regul 13:21-29
- Davis, C.B.; Markey, C.; Busch, M.A.; Busch, K.W. (2007). *Determination of Capsaicinods in Habanero Peppers by Chemometric Analysis of UV Spectral Data*. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

- Ediciones Mundi-Prensa. 607 p. Spinelli, F. G.; Fiori, M.; Noferini, M.; Sprocatti, and Costa, G. (2009). *Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees*. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 84(1):131-137.
- Galmarini, C. (1992). *Los recursos genéticos del género Capsicum y su utilización en Argentina*. Actas del curso taller en tecnología de Producción de Semillas hortícolas para pequeños agricultores. FAO- INTA, Santiago (Chile). p. 1-9.
- Garza, M.T., Almaguer, V., Rivera, J. & Loredó, J. (2010). *Bioingeniería aplicada a una columna empacada con Chlorella sp. Inmovilizada para la remoción de metales pesados*. Ciencia UNAL: 13(2), 174-177.
- González Céspedes, A. (2016). *Cultivos de microalgas a gran escala: sistema de producción*. Negocio Agroalimentario y Cooperativo.
- Hartman, Sinclair, & Rupe. (2000). *Compendium Soybean Diseases. (4° edición)*. US: APS Press. Inc., St. Paul, MN.
- Heliae. (2018). *Ficha técnica de Phycoterra. Productos biológicos (extractos de algas)*.
- Hernández, A. (1982). *Influencia de la densidad de población sobre el rendimiento de la calidad del chile (Capsicum annum L)*. Tesis Ingeniería Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, MX. 59 p.
- Hernández, H. R. M.; Santacruz, R. F.; Ruiz, L. M. A.; Norrie, J. and Hernández, C. G. (2014). *Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (Solanum lycopersicum L.)*. J. Appl. Phycol. 26(1):619-628.
- Higa, C. (2001). *Efecto del distanciamiento y la fertilización nitrogenada en el rendimiento del pimiento pprika (Capsicum annum L.) cv. Sonora*. Tesis. UNALM. Lima
- Junta de Extremadura. (1992). *Interpretación de Análisis de Suelo, Foliar y Agua de Riego*. Edición Mundi-Prensa, Madrid, Espana. 92p.

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Prithiviraj, B. (2009). Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386–399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>

Kirk, J.T.O., Allen, R.L., (1965). *Dependence of total carotenoids and chlorophyll 'a' and 'b' of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Transac.* 603, 591.

Kumari, R.; Kaur, I. and Bhatnagar, A. K. (2011). Effect of aqueous extract of *Sargassum johnstonii* Setchell & Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. *J. Appl. Phycol.* 23(3):623-633.

Labrada, R. (1996). Manejo de malezas en hortalizas – Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de <http://www.fao.org/home/en/>. Revisado el 19 de Agosto del 2014.

Layten, C. (2015) Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology*. 4th ed. Springer-Verlag, Berlin

Materska, M.; Percka, I. (2005). Antioxidant Activity of the Main Phenolic Compounds Isolated from Hot Pepper Fruit (*Capsicum annuum* L.) *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, p. 1750-1756.

Méndez, M. A.; Ligarreto G. A.; Hernández, M. S. y L. M. Melgarejo. (2003). Evaluación del crecimiento y determinación de índices de cosecha en frutos de cuatro materiales de Ají (*Capsicum* sp) cultivados en la Amazonía Colombiana. *Agron. Colomb.* 22 (1), 7-17.

Miean, K. H.; Mohamed, S. (2001). Flavonoid (Myricetin, Quercetin, Kaempferol, Luteolin, and Apigenin) Content of Edible Tropical Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, p. 3106-3112.

- Molina, E., Fernandez, J. M., & Acien, F. G. (2010). Microalgae, mass culture methods. In M. C. Flickinger (Ed.), *Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation and Cell Technology*. John Wiley and Sons.
- Moreno, Sharon. L. (2017). *Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones de cañete*. Tesis de pregrado- UNALM. Recuperado el 21 de mayo del 2022 de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2751>
- Narváez. (2008). Evaluación de la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes orgánicos en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. “Paragachi”. Pimampiro , Imbabura. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Nicho, P. Malasquez, P. (2001). Cultivo de ají escabeche en el valle de ChancayHuaral. Lima, PE. Instituto Nacional De Investigación Agraria, INIA. 20 p.
- Nicho Salas, P., & Malasquez Nario, P. (2001). *Ají escabeche I*. Instituto Nacional e Investigación Agraria (INIA), 1–19.
- NUEZ, F. (1996). *El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajies*. Edit. Mundi-prensa, España. 533 pp.
- Norrie, J., and J. P. Keathley. (2005). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marineplant extracts applications to ‘Thompson seedless’ grape production. *Acta Hortic.* 727(1):243-248
- Nuez, F; Gil, R. Costa, J. (1995). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madrid, ES.
- Orellana, F. Morales, A. Méndez, I. Cruz, R., & Castellón, C. (2011). *Guía técnica del cultivo de chile*. El Salvador. 23 p.
- Pinto, M. (2013). *El cultivo del pimiento y el clima en Ecuador*. EL agro, Ficha técnica del pimiento. Ecuador. 12 p.
- Plaza, B. M., Gómez-Serrano, C., Acien-Fernández, F. G. and Jimenez-Becker, S. (2018). Effect of microalgae hydrolysate foliar application (*Arthrospira platensis* and

Scenedesmus sp.) on *Petunia x hybrida* growth. *Journal of Applied Phycology*, 30(4): 2359- 2365.

Rodriguez, E. (1992). *Acción de los fertilizantes en las plantas*. Veracruz, México. 60 p. Consultado el 27 de febrero del 2015. Recuperado el 10 de diciembre del 2020 de: <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resume%20Jonathan%20Villanueva.pdf>

Roemheld, V. y M. El-Fouly, (1999). *Foliar nutrient application: Challenges and limits in crop production. Proceedings of the 2nd International Workshop on Foliar Fertilization*. Fertilizer Society of Thailand, 4 al 10 de 04 de 1999, Bangkok Tailandia, pp :. 1-34 Santos.

Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E. and Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 9(4), 192.

Sánchez, G. A. (2006). *Manejo integrado de plagas en el Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Subba, R. P. V.; Mantri, V. A. and Ganesan, K. (2007). *Mineral composition of edible seaweed Porphyra vietnamensis*. *Food Chem.* 102:215-218.

Sunarpi, A.; Jupri, R.; Kurnianingsih, N. I. and Nikmatullah, A. (2010). *Efect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants*. *Bioscience.* 2(2):73-77

Tamhane, R. (1978). *Suelos: Su Química y Fertilidad en Zonas Tropicales*. New Delhi. Prentice-Hall of India Private Ltd. p. 318-325.

Tebbani, S., Lopes, F., Filali, R., Dumur, D., & Pareau, D. (2014). *CO₂ Biofixation by Microalgae*. In *CO₂ Biofixation by Microalgae*.

Trinidad Santos, A. Aguilar Manjarrez (1999). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. *TERRA* 17(3):247-255. Recuperado el 04 de noviembre del 2020 de: <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>

Thirumaran, G.; Arumugam, M.; Arumugam, R. and Anantharaman, P. (2009). *Efect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of Abelmoschus esculentus (I) Medikus*. American-Eurasian J. Agron. 2(2):57-66.

Villanueva, J. (2012). *Niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento de ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones del valle de Cañete*. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ugas, R. Siura, S. Delgado De La Flor, F. Casas, A. y Toledo, J. (2000). *Datos Básicos de Hortalizas*. Lima, PE. Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina. 202 p.

Wen Z., Johnson M.B. (2009) *Microalgae as a Feedstock for Biofuel Production*, Virginia Cooperative Extension Publication, pp. 442–886.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: ANVA de rendimiento

Fuente de variación	G L	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	238.18	47.64	5.306	0.00528	**
Bloques	3	17.06	5.69	0.633	0.60487	
Error experimental	15	134.67	8.98			
TOTAL	23					

Anexo 2: ANVA de porcentaje de cuajado

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	1365	273	0.754	0.596	
Bloques	3	408	136.2	0.376	0.772	
Error experimental	15	5431	362.1			
TOTAL	23					

Anexo 3: ANVA de peso promedio

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	77.42	15.48	1.47	0.257	
Bloques	3	37.31	12.44	1.18	0.35	
Error experimental	15	158.04	10.54			
TOTAL	23					

Anexo 4: ANVA de longitud de fruto

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	14.051	2.8101	3.292	0.0332	*
Bloques	3	0.598	0.1995	0.234	0.8714	
Error experimental	15	12.803	0.8535			
TOTAL	23					

Anexo 5: ANVA de diámetro de fruto

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	0.3021	0.06041	0.414	0.832	
Bloques	3	0.5415	0.18049	1.237	0.331	
Error experimental	15	2.1885	0.1459			
TOTAL	23					

Anexo 6: ANVA de peso seco de hojas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	93.71	18.742	2.935	0.0483	*
Bloques	3	9.46	3.153	0.494	0.692	
Error experimental	15	95.79	6.386			
TOTAL	23					

Anexo 7: ANVA de peso seco de ramas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	55	11	1.375	0.288	
Bloques	3	33	11	1.375	0.289	
Error experimental	15	120	8			
TOTAL	23					

Anexo 8: ANVA de peso seco de frutos

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	28.33	5.667	0.536	0.746	
Bloques	3	32.83	10.944	1.035	0.406	
Error experimental	15	158.67	10.578			
TOTAL	23					

Anexo 9: ANVA de %N

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	8.808	1.7616	1.945	0.146	
Bloques	3	3.225	1.0749	1.187	0.348	
Error experimental	15	13.586	0.9057			
TOTAL	23					

Anexo 10: ANVA de %P

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	0.1165	0.0233	1.158	0.374	
Bloques	3	0.1271	0.04236	2.105	0.142	
Error experimental	15	0.3018	0.02012			
TOTAL	23					

Anexo 11: ANVA de %K

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fcal	Pr(>F)	Significancia
Tratamiento	5	2.024	0.4048	1.433	0.269	
Bloques	3	0.581	0.1938	0.686	0.575	
Error experimental	15	4.238	0.2826			
TOTAL	23					

Anexo 12: Fotografías del ensayo realizado

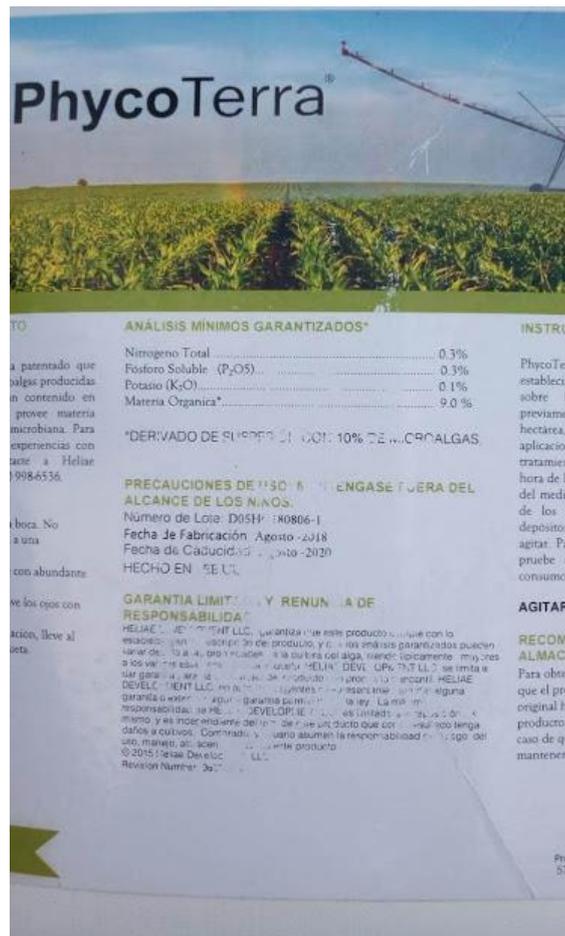
Presentación de producto:



Transplante de plantines:



Datos nutricionales del producto de extracto de microalgas empleado:



Equipo empleado en la aplicación foliar de las microalgas:



Marcado de campo:



Marcado de plantas en campo



Detección de malformaciones de fruto:



Visión panorámica del campo:



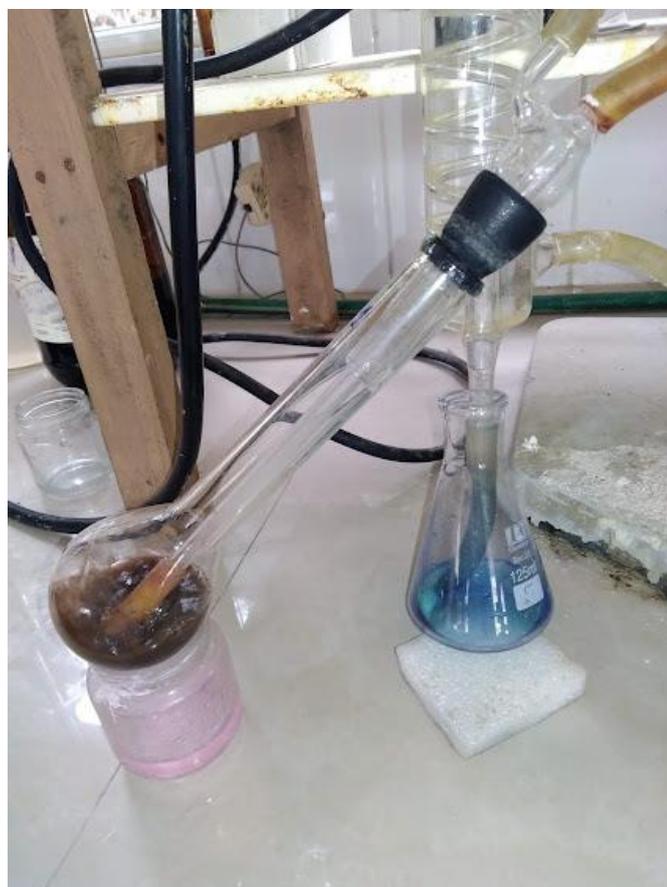
Escaldadura por sol:



Cosecha:



Pruebas de análisis de materia seca en hojas, tallos, y fruto:





Cosecha dividida por parcelas:

