

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*)
BAJO CONDICIONES DE CAÑETE”**

Presentado por:

SHARON LESLYE MORENO CASAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*)
BAJO CONDICIONES DE CAÑETE”**

Presentado por:

SHARON LESLYE MORENO CASAS

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

**Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE**

**Ing. M.S. Andrés Casas Díaz
ASESOR**

**Ing. Ulises Osorio Angeles
MIEMBRO**

**Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO**

**Lima - Perú
2017**

A la mujer me dio la vida y me enseñó a luchar por mis sueños:

Mi madre.

Al hombre que me enseñó el valor de la perseverancia y del buen humor:

Mi padre.

A la mujer que me enseñó a trabajar en equipo:

Mi hermana.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mi hermana por animarme a ser perseverante y acompañarme en el camino.

A mi profesor, asesor y consejero, el Ing. Andrés Casas por su preocupación, asesoría y apoyo desinteresado durante la realización de la presente tesis.

A los señores miembros de jurado por sus valiosas observaciones y contribuciones.

Al Sr. Carlos Flores por apoyarme en las evaluaciones realizadas en el laboratorio de horticultura de la UNALM.

A todos mis amigos que de alguna u otra manera me apoyaron a que la publicación de mi tesis hoy sea una realidad.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE	3
2.1.1	Origen:.....	3
2.1.2	Taxonomía.....	3
2.1.3	Características botánicas.....	4
2.1.4	Requerimientos edafoclimáticas.....	6
2.1.5	Propagación y trasplante.....	7
2.1.6	Preparación del terreno	7
2.1.7	Fertilización	8
2.1.8	Riego.....	9
2.1.9	Manejo fitosanitario.....	10
2.2	ASPECTOS GENERALES DE LAS ALGAS MARINAS	13
2.2.1	Uso en la agricultura.....	14
2.2.2	Extractos de algas marinas	14
2.2.3	Fundamento científico de su acción	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1	UBICACIÓN	17
3.2	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	17
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	19
3.4	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	21
3.5	CONDUCCIÓN DEL CULTIVO	23
3.6	FUENTES DE ALGAS EVALUADAS	24
3.6.1.	AGROSTEMIN - GL - Química Suiza.....	24
3.6.2.	PHYLLUM – Hortus.....	25
3.6.3	FERTIMAR – PSW S.A.C.....	25
3.6.4	ECO – ALGAS de Agroeco Sistem S.A.C	26
3.7	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	27
3.7.1	Tratamientos	27
3.8	MODO DE APLICACIÓN DE LOS EXTRACTOS	29
3.9	DISEÑO EXPERIMENTAL	29

3.10	VARIABLES EVALUADAS	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1	ALTURA DE PLANTA	34
4.2	PORCENTAJE DE CUAJADO	35
4.3	RENDIMIENTO.....	36
4.4	CALIDAD DE FRUTO	37
4.6	MATERIA SECA	38
V.	CONCLUSIONES.....	40
VI.	RECOMENDACIONES	41
VII.	ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Temperatura y Humedad Relativa periodo diciembre 2014 – junio 2015. Cañete	18
Cuadro N° 2: Análisis de agua empleada en el ensayo	20
Cuadro N° 3: Análisis del suelo empleado en el ensayo Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) bajo condiciones de Cañete. 2015.....	22
Cuadro N° 4: Composición química de AGROSTEMIN - GL	24
Cuadro N° 5: Composición química de PHYLLUM	25
Cuadro N° 6: Composición química de FERTIMAR	26
Cuadro N° 7: Composición química de ECO – ALGAS	26
Cuadro N° 8: Resumen de tratamientos	28
Cuadro N° 9: Dosis de extractos de algas empleados en el ensayo	29
Cuadro N° 10: Características del área del ensayo.	31
Cuadro N° 11: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en la altura de plantas de ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) bajo condiciones de Cañete. 2015	34
Cuadro N° 12: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el rendimiento ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) bajo condiciones de Cañete. 2015	36
Cuadro N° 13: Peso promedio (gr), longitud (cm) y diámetro de fruto (cm) de ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) empleando extractos de algas marinas.	38
Cuadro N° 14: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el porcentaje de materia seca de hojas, tallos y frutos de plantas de ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) bajo condiciones de Cañete. 2015.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Variación de temperatura en el periodo diciembre 2014 – junio 2015. Cañete	18
Gráfico N° 2: Variación de la humedad relativa en el periodo diciembre 2014 – junio 2015. Cañete	19
Gráfico N° 3: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el porcentaje de cuajado en ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) bajo condiciones de Cañete. 2015	35
Gráfico N° 4: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el rendimiento (ton/ha) de ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) en Cañete. 2015.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: Cronograma de actividades del ají escabeche (<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i>) en el Instituto Regional de Desarrollo Costa. Diciembre 2014 - Julio 2015.....	46
ANEXO N° 2: Croquis del ensayo	49
ANEXO N° 3: Análisis de variancia de las variables evaluadas.....	50

RESUMEN

Cuatro fuentes de extractos de algas fueron evaluadas en el cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en el valle de Cañete – Lima, entre diciembre de 2014 y julio de 2015. Los extractos de algas evaluados fueron: AGROSTEMIN, PHYLLUM, FERTIMAR y ECO-ALGAS y se tuvieron dos tratamientos testigos, uno sin fertilización ni aplicación de extractos de algas y otro con fertilización sin aplicación de extractos de algas. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar de cuatro bloques y seis tratamientos. Los extractos de algas fueron aplicados de manera foliar, a las dosis y en los momentos indicados por sus respectivas fichas técnicas y/o bajo recomendaciones de sus respectivas casas comerciales. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, porcentaje de cuajado, rendimiento, calidad de fruto medida en peso promedio, longitud y diámetro de fruto, y porcentaje de materia seca en hojas, tallos y frutos. La mayor altura de planta la presentó el tratamiento con PHYLLUM, con una altura de 100.3 cm. El mayor porcentaje de cuajado fue alcanzado por el tratamiento con FERTIMAR (82.5 %). El mayor rendimiento de fruto fresco (29.26 ton/ha) se obtuvo con el tratamiento con AGROSTEMIN. Los mayores pesos promedio de fruto fueron alcanzados por FERTIMAR y PHYLLUM con 60.87 y 60.53 gramos respectivamente, mientras que la mayor longitud (12 cm) y el mayor diámetro (3.42 cm) fueron alcanzados por PHYLLUM. El más alto porcentaje de materia sea en hojas, tallos y frutos (17.62 %, 24.10% y 12.41 % respectivamente) fue alcanzado por el tratamiento con ECO-ALGAS. Sin embargo no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados para las variables estudiadas.

Palabras clave: *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, ají escabeche, extractos de algas, rendimiento, calidad.

SUMMARY

Four algae extracts were evaluated in escabeche pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) in the Cañete valley, Lima, between December 2014 and July 2015. Extracts of algae evaluated were AGROSTEMIN, PHYLLUM, FERTIMAR and ECO-ALGAS plus two check treatments, one without fertilization and without application of algae extracts and another with fertilization without application of algae extracts. A completely randomized block design with four blocks and six treatments was used. Algae extracts were applied foliarly, at doses and timing of application indicated by their respective technical information. Variables evaluated were: plant height, fruit set, yield, fruit weight, length and diameter, and percentage of dry matter in leaves, stems and fruits. The highest height was obtained with PHYLLUM (100.3 cm). The highest percentage of fruit set was achieved by FERTIMAR (82.5%). The highest fruit yield (29.26 ton/ha) was obtained with AGROSTEMIN. The highest average fruit weight was reached by FERTIMAR with 60.87, while the longest length (12 cm) and the largest diameter (3.42 cm) were reached by PHYLLUM. The highest percentage of dry matter in leaves, stems and fruits (17.62%, 24.10% and 12.41%, respectively) was reached by ECO-ALGAS. However, there were no statistically significant differences between the treatments evaluated for the variables studied.

Key words: *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, escabeche pepper, seaweed extracts, yield, quality.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es probablemente el país con más diversidad nativa de *Capsicum* cultivado en el mundo. En los mercados locales es común encontrar variedades de las cinco especies domesticadas: *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense* L., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.; mientras que en otros países solo se encuentran variedades de dos o tres especies cultivadas.

Al cierre del 2015 el ají escabeche en conserva devolvió 480 mil dólares al país mientras que en pasta alcanzó un total de 950 mil dólares como precio FOB (Agrodata, 2016). Pese a la importancia económica de esta hortaliza, el sistema bajo el que se maneja es de tecnología media-baja; por lo que se necesita identificar los parámetros agronómicos adecuados para volver eficiente su producción.

Por otro lado, debido al evidente cambio climático, la conciencia ecológica ha venido en aumento en estos últimos años, esto puede observarse desde el consumo de vegetales orgánicos hasta el aumento de los productos ecológicos en la industria de pesticidas y fertilizantes.

Un ejemplo claro y en el cual se basa la presente tesis, es el uso de extractos de algas marinas como bioestimulantes foliares, ya que además de aportar a la agricultura, se presentan como la posibilidad de generar impacto en la acuicultura sustentable. Los primeros reportes sobre la eficacia de los extractos se dieron con el alga *Ascophyllum nodosum*, primero como un acondicionador para el suelo y más adelante como un fertilizante foliar (Craigie 2011).

En la actualidad, existe información científica acerca del rol estimulante de los extractos de algas sobre el crecimiento, rendimiento, tolerancia al estrés biótico —como la infección por hongos—, y al estrés abiótico —como el estrés salino e hídrico, por lo que ya se elaboran los extractos de algas de manera comercial.

Si bien existen estudios recientes que han utilizado metodologías novedosas para la identificación de sustancias bioactivas, los bioensayos como una técnica utilizada desde hace más de 50 años, resultan útiles para la cuantificación del efecto de los extractos de

algas en características específicas como rendimiento, crecimiento y /o calidad del producto cosechado.

De esta manera, la presente tesis tuvo como objetivo evaluar el uso de los extractos de algas marinas como un coadyuvante en el aumento del rendimiento y calidad del ají escabeche en condiciones de Cañete.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE

2.1.1 Origen:

El centro de origen de *Capsicum* spp es América del Sur, exactamente en las regiones tropicales y subtropicales de áreas de Bolivia y Perú, donde se han encontrado semillas de más de 7000 años, y desde aquí, se habría diseminado a toda América (Nuez, 1996).

Según Eshbaugh (1983), el número de especies silvestres que comprende el género *Capsicum* es de 20 a 23, mientras que autores como Loaiza-Figueroa, señala que son alrededor de 27 ó 30 especies. El ají escabeche (*Capsicum baccatum*) es una especie única de *Capsicum* cuyo origen se sugiere en Sudamérica, probablemente en Perú (Albrech, 2012).

2.1.2. Taxonomía

El número de cromosomas más frecuente en el género *Capsicum*, tanto para las cultivadas como para las especies silvestres, es $x = 12$, sin embargo, existen algunas especies silvestres (*C. campylopodium*, *C. ciliatum*, *C. cornutum*, *C. lanceolatum*, *C. mirabile*, *C. schottianum* y *C. villosum*) que tienen $x = 13$.

La aparición de dos números cromosómicos básicos (es decir, $x = 12$ y $x = 13$) indica que hay dos diferentes líneas evolutivas y que un realineamiento taxonómica del género podría ser necesario en el futuro (Bosland y Votava, 2012). Por lo pronto, la clasificación taxonómica del ají escabeche, es la siguiente:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Solaneae*

Subtribu: *Capsicinae*

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum baccatum* (Bosland y Votava, 2012)

2.1.3 Características botánicas

Las especies silvestres del género *Capsicum* son arbustos perennes, mientras que las especies domesticadas suelen ser cultivadas como cultivos anuales. Como perenne, la planta herbácea se convierte poco a poco leñosa con la edad. Comprende plantas con flores perfectas y completas.

Como miembro de las solanáceas, las flores de *Capsicum* normalmente tienen cinco sépalos, pétalos, estambres y pistilos. Los pétalos (o corola), estambres y pistilos pueden ser de color blanco, de color blanco verdoso, verde-amarillo o morado. La combinación de color varía dependiendo de la especie y variedad.

El color de las semillas, de los filamentos, la corola y sus patrones, y el número de flores por nudo son las claves para la identificación de las cinco especies domesticadas de *Capsicum* (Kang y Kole, 2013).

Dentro del grupo de flores blancas se incluyen las especies domesticadas *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens* que están estrechamente relacionadas y forman el complejo *C. annuum*. La otra especie domesticada de este grupo, *C. baccatum*, es claramente distinta y agrupa dos variedades silvestres y la cultivada y forman el segundo complejo denominado *C. baccatum* (McLeod et al., 1979a, 1982, 1983).

El complejo *Capsicum baccatum*

Podemos encontrar este complejo desde el suroeste de Brasil hacia las costas del Océano Pacífico, comprendiendo los ajíes más domesticados por elección en Bolivia, Ecuador, Perú y Chile y los más comúnmente cultivados en todo Sudamérica (Bosland y Votava, 2012). Frecuentemente se ha usado el nombre de *C. pendulum* para referirse a esta especie, la cual se caracteriza por la presencia de una corola blanca con manchas amarillas en la base.

Heiser y Smith (1953) señalaron que los caracteres florales más distintivos que distinguen a *C. pendulum* de las demás especies cultivadas son compartidos por dos especies silvestres, *C. microcarpum* y *C. schottianum*, que se encuentran en América del Sur, y que era probable que *C. pendulum* fuera la forma cultivada de alguna de estas dos especies. Hunziker (1961) propuso a *C. pendulum* y *C. microcarpum* como sinónimos de *C. baccatum*. Eshbaugh (1968) mostró que la propuesta de Hunziker (1961) era correcta y propuso formalmente la clasificación de estos dos taxa como variedades de la especie *C. baccatum*: *C. baccatum* var. *pendulum* para la forma cultivada y *C. baccatum* var. *baccatum* para la forma silvestre, la cual es considerada como progenitora de la forma cultivada (Eshbaugh, 1970).

El grupo *Capsicum baccatum*, es característico de hábitats relativamente secos, parece haberse originado en la región surcentral de Bolivia y regiones adyacentes (Heiser, 1964). Datos arqueológicos encontrados en Perú, señalan el cultivo temprano de *C. baccatum* var. *pendulum* muestran una edad de 2500 años a.C. (Pickersgill, 1969), la cual se reconoce como la región con mayor posibilidad de ser su origen.

Su referencia morfológica es la siguiente:

Hierbas o pequeños arbustos extendidos de 1-1.5 m de alto, principalmente glabros, algunas veces pubescentes; una flor por nudo, raramente dos o más; pedicelos erectos o pendientes en la antésis; cáliz ciatiforme con distintos dientes de 0.5-1.5 mm de largo; corola rotada, radio de 7.4-12 mm, de color crema a blanco o blanco-verdosa, con manchas amarillas a verdes difusas en la base de cada lóbulo; anteras amarillas, filamentos muy largos de 2.6-4.2 mm; frutos de color café, rojo, naranja, o amarillo limón, pendientes, muy raramente erectos, persistentes, de pulpa firme, de varias formas, normalmente alargados, muy raramente globosos; semillas de color crema a amarillo (D'Arcy y Eshbaugh, 1974).

Los frutos de los Capsicum son clasificados como no climatéricos (Lownds et al., 1993), es decir si los frutos se dejan en la planta pueden madurar con normalidad, pero si son cosechados en su etapa verde maduro los frutos serán incapaces de madurar con normalidad. Durante el proceso de maduración, el contenido de clorofila disminuye mientras que paralelamente el contenido de carotenoides aumenta. El tipo de carotenoides es controlado por el genotipo de la planta y el ambiente donde este crece (Bosland y Votava, 2012).

A diferencia de las otras especies de Capsicum, esta especie es la que menos características morfológicas del fruto tiene. Características esenciales de la especie son que el fruto es de color anaranjado a la madurez y mide de entre 5 a 15 cm.

Las semillas afectan el desarrollo y crecimiento de la fruta (Marcelis y Hofman-Eijer, 1997). El número de semillas afecta a la tasa de crecimiento de los frutos en lugar de a su período de crecimiento. Cuando aumenta el número de semillas en un fruto, hay un efecto inhibitorio sobre el cuajado y crecimiento de los frutos desarrollados tarde.

2.1.4 Requerimientos edafoclimáticas.

Las condiciones favorables para el desarrollo del ají son climas tropicales y semitropicales a templados. El cultivo prefiere suelos sueltos (arenosos), con baja conductividad eléctrica, bien aireados y sobre todo con buen drenaje ya que no tolera condiciones mínimas de encharcamiento ni excesos de humedad. El pH óptimo varía entre 6.5 y 7. Presenta excelente respuesta de incorporación de materia orgánica al suelo (30 TM como mínimo por hectárea). Es de suma importancia el subsolado previo del suelo para facilitar el drenaje y el lavado de las sales (Nuez, 1996)

Las plantas son altamente susceptibles a las heladas y crecen pobremente a 5°C – 15 °C (Bosland y Votava, 2012). Los mayores rendimientos se presentan cuando la temperatura del aire varía en un rango de 18 °C y 32°C durante el cuajado del fruto (Sanders et al., 1980). Si durante la etapa de floración –fructificación se presentan temperaturas no adecuadas, se produce pocos frutos por planta y los frutos son de mala calidad, chicos, deformes y con manchas causadas por quemaduras del sol.

Los orígenes tropicales y subtropicales de los capsicums se siguen expresando en su lento tiempo de germinación, debido a que requieren de una mayor temperatura de germinación

(lo óptimo es 27 °C). Su requerimiento de temperaturas cálidas es más alto durante el período comprendido entre germinación hasta el crecimiento temprano de plántulas. En plántulas y plantas jóvenes (antes de la floración) la temperatura óptima para el día es de 24 a 29 °C con y durante la noche en el rango óptimo es de 10 a 16 ° C. Cuando la planta entra en la floración, la mejor temperatura para el cuajado es entre 18 y 27 °C. Las plantas no fructificarán bien durante períodos de prolongado clima caliente. Las temperaturas superiores a 32 °C pueden causar anomalías de desarrollo, tanto en la flor y el fruto de algunas variedades. Los ajíes, necesitan una estación de crecimiento de al menos 150 a 180 días para la máxima producción de frutos y semillas.

Por último, con respecto a la humedad, la humedad relativa óptima oscila entre el 50% y 70% (Adauto *et al.*, 2014). Una humedad muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. La baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Puertos y Gastelo, 2011). La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa pueden ocasionar la caída de las flores, de frutos recién cuajados y una marchitez general (Adauto *et al.*, 2014).

2.1.5 Propagación y trasplante

El sistema que permite el uso eficiente de semillas promueve la obtención de material de propagación uniforme, vigoroso, sano y que favorece el establecimiento del cultivo con la población y distribución de las plantas de acuerdo a los planes de siembra es la propagación de plántulas usualmente, para nuestras condiciones, en bandejas de plástico.

La plántula estará lista para el trasplante cuando tenga entre 8 y 10 cm en el tallo principal, además de haber formado por lo menos 3 ó 4 hojas verdaderas.

2.1.6 Preparación del terreno

La rotación de cultivos es una manera eficaz de reducir los problemas de enfermedades y malezas en campos ají. Lo ideal es que los ajíes no se planten en el mismo campo más que una vez cada 3 ó 4 años y, que en los años intermedios, las plantas cultivadas en el campo no sean solanáceas como el trigo, crucíferas, el maíz, alfalfa y legumbres (Bosland y Votava, 2012).

La mayoría de los ajíes se cultivan en suelos altamente preparados con trabajo de la labranza debido a que sin labranza, los residuos de maleza y cultivos anteriores son fuentes potenciales hospederos de plagas y fuente de inóculo de enfermedades que pueden atacar a las plántulas recién trasplantadas. Bajo un método estándar de la labranza, la preparación del suelo consiste en arar, subsolar, gradear y surcar.

Los ajíes, se pueden cultivar en un campo plano o en camas elevadas. Se utilizan camas levantadas en algunas zonas para facilitar el riego por surcos y/o para asegurar el drenaje (Bosland y Votava, 2012). García (1908) demostró que los ajíes cultivados en una cama alta eran menos propensos a tener *Phytophthora* (hongo que provoca pudrición de la raíz) que cuando crecen en la tierra plana. Es decir, las camas elevadas permiten un mejor control de la humedad de la superficie, reduciendo así el riesgo de infección por organismos transmitidas por el suelo. Las camas levantadas dan protección contra inundaciones, al permitir que se forme una zona de drenaje después de lluvias intensas.

2.1.7 Fertilización

Los ajíes requieren cantidades adecuadas de macro y micronutrientes para obtener los rendimientos esperados. Los nutrientes más utilizados son el nitrógeno y el fósforo aunque con respecto a este último, los ajíes parecen ser menos sensibles que las cebollas, lechugas o crucíferas (Cotter, 1986).

Si bien cantidades altas de nitrógeno son necesarias, demasiado nitrógeno puede estimular un excesivo crecimiento vegetativo, lo cual resulta en plantas grandes con pocas frutas tempranas y si esto se da durante períodos de alta precipitación y humedad, podría resultar en frutos suculentos de maduración tardía y un mayor riesgo de sufrir graves pudriciones del pedúnculo (Bosland y Votava, 2012).

Stroehlein y Oebker (1979) llegaron a la conclusión de que las tasas moderadas de nitrógeno (100-150 Kg/Ha) producen una planta más deseable y de más altos rendimientos. Cotter (1986) recomienda que el nitrógeno no es necesario antes de la siembra si un análisis de suelo muestra que el suelo ya tiene al menos 20 ppm de nitrato. Miller (1961) concluyó que la mejora de la calidad de la fruta visto con altos niveles de aplicación de nitrógeno se relacionó con un aumento constante en el contenido de nitrógeno de tejido de la planta y frutas.

Así como nitrógeno, cantidades inadecuadas de varios otros nutrientes durante el período de crecimiento puede reducir los rendimientos de los ajíes. Miller (1961) encontró que los ajíes deficientes en fósforo eran plantas débiles, cuyas hojas se tornaban de brillantes a color verde grisáceo. La coloración roja o púrpura de tallos y hojas a menudo asociada con la deficiencia de fósforo en las plantas no se desarrollaba en los ajíes y los frutos producidos en las plantas deficientes en fósforo eran inusualmente cortos y angostos con una punta afilada atípica.

Ozaki y Hamilton (1954) describen una condición bronceado de las hojas de los ajíes, seguida de necrosis y caída de las hojas, asociado con bajos niveles de potasio. Miller (1961) observó bronceado similares, seguido por el desarrollo de las pequeñas lesiones necróticas a lo largo de las venas y, a continuación defoliación.

Los niveles bajos de calcio producen plantas raquíticas y severa pudrición apical del fruto. La deficiencia de magnesio en ajíes se caracteriza por las hojas se tornan verde pálido, a esto le sigue el amarillamiento o clorosis intervenal, necrosis en las áreas cloróticas (sobre todo en las partes superiores de las plantas), caída de las hojas, las plantas se quedan pequeñas, y la fruta de tamaño insuficiente. Tal deficiencia, que generalmente se produce en plantas de ají cultivadas en suelos ácidos y arenosos en las zonas de alta precipitación, puede prevenirse con aplicaciones al suelo de sulfato de magnesio o aplicación foliar de sales de magnesio. En comparación con las aplicaciones de suelo, aplicaciones de pulverización de magnesio y otros elementos menores (por ejemplo, hierro) son más eficaces y tienen un efecto más rápido (pero más corta duración) (Bosland y Votava, 2012). La dosis usualmente usada en el ají escabeche en la costa peruana es: 200 N – 150 P₂O₅ – 200 K₂O – 60 CaO – 40 MgO.

2.1.8 Riego

Los ajíes son cultivos de raíces poco profundas, hasta el 70% del agua absorbida por las raíces que se encuentran en los primeros 30 cm del suelo (Bosland y Votava, 2012). La cantidad y frecuencia de los riegos, dependen del tipo de suelo, el tipo de cama, tamaño de la planta, la humedad, el viento, la luz solar y temperaturas reinantes. El tiempo óptimo de riego se puede determinar mediante la comprobación de los niveles de humedad del suelo

en la zona radicular (por tacto o con sensores de humedad), mediante la comprobación de la cosecha en busca de signos de estrés hídrico, y / o mediante el uso de tecnologías de predicción. Al ver un cultivo de pimiento, las hojas son el mejor indicador de estrés hídrico. En un ambiente caliente, seco, las plantas que crecen con rapidez y se pueden marchitar al término de la tarde, incluso un día después del riego pueden aparecer signos de marchitamiento.

Para prevenir esto, es recomendable que el agua se aplique de 5 a 7 días en verano. La disminución de la frecuencia de riego al final de la temporada, sin embargo, promueve la maduración del fruto y mejorar el color del fruto.

Por otro lado, el exceso de riego puede ser tan perjudicial para un cultivo de ají como la falta de agua. Ya que genera un ambiente propicio para patógenos radiculares como *Phytophthora*, que pueden desarrollarse a partir de agua estancada en el campo durante más de doce horas.

2.1.9 Manejo fitosanitario

2.1.9.1 Malezas

La competencia entre las malas hierbas y los ajíes por los nutrientes, la luz y el agua, es un problema grave. Una alta presión de las malezas puede reducir los rendimientos, impedir las operaciones de cosecha y obstruir la maquinaria.

Morales-Payan et al. (1997) reportaron, por ejemplo, que “coquito” (*Cyperus rotundus*) reduciría significativamente el rendimiento de ajíes (disminuyendo el rendimiento hasta en un 32% conforme la densidad de las malezas en el cultivo de ají aumente). Un programa de manejo de malezas con éxito es esencial en la producción de un cultivo sano, para esto es oportuno tener en cuenta la planificación de las labores del cultivo, el tipo de siembra y destinar personal para el deshierbo por lo menos en las primeras etapas del cultivo.

Respecto al tipo de siembra, el manejo de malezas en pre - emergencia es clave para ajíes de siembra directa debido a que el cultivo emergerá y crecerá lentamente, volviéndose más susceptibles a la competencia con las malezas por luz solar, nutrientes, agua y espacio; además que las malas hierbas podrían ser hospedantes de plagas.

Hay literalmente cientos de plantas que pueden ser malas hierbas en los campos de ají, sin embargo, un importante primer paso en el manejo efectivo de una maleza, en la producción de ají y muchos otros cultivos, es identificar la maleza correctamente. El ciclo de vida (germinación, crecimiento vegetativo, floración, producción de semilla, y muerte) y la capacidad reproductiva de las malezas deberán ser apreciados y comprendidos. En particular, las malezas deberán ser categorizadas como malezas de hoja angosta o malezas de hoja ancha y, como anuales, bianuales o perennes.

Técnicas como el mulch pueden reducir las malezas en el campo, sin embargo el deshierbo manual es una práctica antigua que todavía es muy eficaz en malezas anuales si se hace cuando las éstas son pequeñas. Otra técnica eficaz que va de la mano del manejo del cultivo, es el aporque, ya que al aporcar se agrega suelo alrededor de la base de la planta y el ambiente cambia volviéndose uno desfavorable para la germinación de malezas.

2.1.9.2 Plagas y enfermedades

Sin importar dónde se produce, cada productor del mundo tiene que controlar varias plagas y enfermedades que afectan los rendimientos y la calidad de sus ajíes. Lo ideal es utilizar un plan integrado que incorpore prácticas culturales que eviten problemas con plagas y rompan los ciclos de vida de los patógenos, así como la resistencia a las enfermedades y el control químico solo cuando es factible. El enfoque debe estar en la prevención y después el control, es decir debe ser un manejo integrado.

A continuación se describirán las principales plagas y enfermedades del ají escabeche para el caso del Perú:

- **Afidos:** las especies más comunes son *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, y *Myzus persicae*, estos insectos se alimentan de la savia de las plantas a través de picaduras de succión, que dan como resultado hojas enrolladas hacia abajo y posteriormente hojas arrugadas. El daño más común se da en las hojas jóvenes, lo que ocasiona reducción de la calidad y cantidad de los frutos. Plantas severamente infestadas pueden marchitarse y morir. Sin embargo, el mayor problema con los áfidos es que tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una variedad de enfermedades virales y secretando mielecilla sobre las hojas que

confiere un ambiente adecuado para el desarrollo del hongo causante de la fumagina.

- **Arañitas rojas:** de la especie *Tetranychus urticae*. penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta pronto un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas transparentes cuando éstas son gravemente infestadas se tornan completamente pálidas y se secan. 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. Una revisión minuciosa revela a los ácaros adultos en las hojas, aunque son las larvas quienes inician los daños.
- **Lepidópteros:** este grupo es donde radican las plagas claves para este cultivo: *Heliothis virescens*, *Prodiplosis longifolia* y *Symmestriscema capsicum* (Sánchez, 2006). Estos, dañan el producto cosechable, ya sea debido a un ataque desde botón floral, flor o fruto. Existen lepidópteros, cuyas larvas comprenden los llamados gusanos de tierra y los comedores de follaje que pueden cobrar importancia si se dan las condiciones para el establecimiento de estas plagas y si no se toman las medidas necesarias en el momento oportuno para frenarlas.
- **Moscas blancas:** Se trata de las especies *Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifoli*, que son polífitas y cosmopolitas y pueden convertirse en una seria plaga debido a que se alimentan del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. Las hojas se vuelven amarillentas y se caen en las plantas infectadas. Se desarrolla el hongo de la fumagina en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca.
- **Nemátodos:** La especie más común en las principales zonas de cultivo de ajíes, es *Meloidogyne incognita* quien produce una obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los implementos no desinfectados y con cualquier medio de transporte terrestre. Además, los nemátodos pueden interactuar con otros patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), o bien de manera pasiva (facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado).
- **Enfermedades bacterianas:** Las dos principales bacterias son *Xanthomonas campestris* y *Colletotrichum* spp.

Xanthomonas, producen manchas pequeñas en el envés de las hojas que pueden amarillear y luego caerse, mientras que Colletotrichum infecta en cualquier etapa del desarrollo del fruto pero las manchas circulares que produce, se aprecian solo en el estado maduro.

- **Enfermedades fungosas:** La especie más común es *Phytophthora capsici*, quien puede atacar tanto plántulas como plantas maduras, dependiendo varios factores como condiciones climáticas, cantidad de inóculo, estado vegetativo de la planta, entre otros.

Este patógeno puede ser responsable de varios desórdenes que van desde la marchitez de la hoja, hasta la pudrición del fruto o de la raíz. La planta sobre la tierra manifiesta una marchitez irreversible, sin previo amarilleamiento. En las raíces se produce un moho que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Es posible confundir los síntomas con la asfixia radicular.

Presenta zoosporas que son diseminadas por el agua de lluvia y riego por lo que el control preventivo es indispensable.

- **Virus:** El Tobacco Mosaic Virus (TMV) es de los virus más comunes y más ampliamente extendidos. Se transmite de manera mecánica y puede convertirse en un problema severo tanto en invernadero como en campo abierto. Este virus, disminuye los rendimientos al generar decoloración foliar, a manera de mosaico, dificultando la fotosíntesis.

2.2 ASPECTOS GENERALES DE LAS ALGAS MARINAS

Las algas son un componente importante de los ecosistemas marinos costeros. La biodiversidad de algas, en el mundo, se estima en alrededor de 9800 especies distribuidas, de acuerdo con su pigmentación, en tres categorías taxonómicas: *Phaeophyceae*, *Rhodophyta* y *Ulvophyceae* (Guiry y Guiry 2013).

En el Perú, Acleto (1988) estima 228 especies: *Phaeophyceae* (31), *Rhodophyta* (160) y *Ulvophyceae* (37). Las *Phaeophyceae* (algas pardas) alcanzan sus niveles máximos de biomasa en las costas rocosas de las zonas templadas, y han sido utilizadas tradicionalmente en la agricultura como biofertilizadores (Khan et al. 2009).

Baroja y Benitez (2008); indican que, se ha constatado que el alga *Ascophyllum nodosum* contiene muchos de los reguladores de crecimiento naturales, como citoquininas, auxinas y giberelinas. Asu vez *A. nodosum* contiene un compuesto quelante conocido como manitol

el cual tiene la capacidad de transformar los micronutrientes en formas fácilmente asimilables por las plantas que se encuentran en el suelo, pero que generalmente no pueden ser absorbidos por los sistemas radiculares.

2.2.1 Uso en la agricultura

El uso de las algas marinas se reporta desde el siglo V en los cultivos de arroz en China como corrector de suelos y aumentando la fuente de materia orgánica. Senn (1987) reporta que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento.

Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden, 1992).

Según un la FAO (2004), gracias a su elevado contenido de fibra, las algas actúan como acondicionador del suelo y contribuyen a la retención de la humedad, además de que por su contenido en minerales, constituyen un fertilizante útil y una fuente de oligoelementos.

Las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas (Blaine et al., 1990).

2.2.2 Extractos de algas marinas

Para comprender el efecto que tienen las algas como bioestimulante tenemos que observar el hábitat donde crecen aquellas algas de donde se obtienen los extractos comerciales: las costas del Océano Atlántico, situadas en latitudes frías y expuestas a las inundaciones periódicas de las mareas. Estas algas pasan una parte del tiempo inundadas bajo el agua y a las pocas horas quedan expuestas al sol en una pradera costera cuando se retira la marea. Para poder resistir en estas condiciones tan extremas, estas algas han desarrollado defensas

naturales en forma de compuestos químicos, muchos de los cuales todavía se desconocen. Comprendiendo así fuente natural de sustancias químicas desarrolladas para soportar situaciones extremas que se consiguen al aislar y trasladar a los productos comerciales para ser utilizados por otras plantas.

Los extractos de algas son preparaciones acuosas que varían en color, desde casi incoloros hasta un marrón oscuro intenso; del mismo modo, varían también ampliamente en olores, viscosidades y contenido de compuestos.

Se obtienen por procesos de extracción utilizando agua, álcalis o ácidos (Craigie 2011) y, en la actualidad, muchos de estos extractos se han convertido en productos comerciales disponibles en el mercado para la agricultura (Khan et al. 2009).

Los extractos comerciales se fabrican principalmente de algas pardas como *Ascophyllum nodosum*, *Durvillaea* spp., *Ecklonia maxima*, *Laminaria* spp. y *Sargassum* spp. (Craigie 2011); siendo también utilizadas las algas rojas: *Kappaphycus alvarezii* (Rathore et al. 2009) y algas verdes: *Ulva lactuca* (Nabti et al. 2010). Las primeras informaciones sobre la eficacia de bioactividad de extractos de macroalgas se derivan principalmente de observaciones de ensayos realizados en invernadero o campo, utilizando el extracto comercial “Maxicrop”, primero como un acondicionador para el suelo y, a partir de la década de 1960, como un fertilizante foliar (Craigie 2011).

2.2.3 Fundamento científico de su acción

Las enzimas presentes en las algas tienen la facultad de provocar y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo (Small y Green, 1968). Sus reacciones son específicas: de un elemento, de un ion, de un compuesto o de una reacción; para esto, la forma geométrica del “punto activo” de la enzima debe coincidir perfectamente con la geometría del “punto de reacción” de los compuestos que están en el sustrato para que la liga tome lugar, como la llave (sustrato) en una cerradura (enzima). Son dos los compuestos reactantes del sustrato que se acomodan así en el punto activo de la enzima; en el caso de las enzimas hidrolasas, uno de ellos es agua disociada H^+ , OH^- . Hay compuestos tóxicos, cuya forma geométrica del “punto de reacción” se acomoda perfectamente al “punto activo” de la enzima inhibiéndola, de tal manera, que no pueda

realizar la liga con el sustrato. Estos compuestos se denominan inhibidores enzimáticos (Senn, 1987).

Fox y Cameron (1961) y López et al. (1995) mencionan que, al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor).

Además, fijan el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas (Martínez y Salomon, 1995). Al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, sus enzimas provocan o activan en él reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles que las enzimas de los seres vivos que en él habitan e inclusive las raíces no son capaces de hacer en forma notoria de tal manera que, al reaccionar con las arcillas silícias o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad en favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio; o sea, al suelo franco ajustando también el pH (Reyes, 1993). También hidroliza enzimáticamente los compuestos no solubles del suelo, desmineralizándolo, desintoxicándolo y desalinizándolo.

En los carbonatos libera el anhídrido carbónico formando poros, lo que sucede así mismo al coagular las arcillas silícias, descompactándolo; todo, en forma paulatina, se logra así: el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo, haciendo del mismo un medio propicio para que las plantas se desarrollen mejor (Blunden, 1973; Kluger, 1984; Reyes, 1993).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 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.

Su ubicación geográfica es:

Latitud 13°04'36'' S

Longitud 76°23'04'' O

Altitud 38 m.s.n.m

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En el Cuadro N° 1 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 (diciembre 2014 – marzo 2015) la temperatura osciló entre los 16 y 30 °C. Estas temperaturas no alteran el ciclo usual de la especie.

Para la etapa de floración y cuajado de frutos (marzo 2015 – abril 2015) la temperatura osciló entre los 18 y 30 °C, estas temperaturas se encuentran en el rango favorable para el cultivo. También se observó también la temperatura promedio de 24 °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 el Gráfico N°1, durante la etapa de crecimiento y cosecha de frutos (abril 2015 – junio 2015), se aprecia que la menor temperatura fue de 13 °C. Por lo tanto, no hubo problemas con las temperaturas mínimas de la zona.

Como vemos en el Gráfico N° 2, la humedad relativa varió entre 85 y 90%, características de la zona costera del país.

Cuadro N° 1: Temperatura y Humedad Relativa periodo diciembre 2014 – junio 2015. Cañete

Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)
	Promedio	Máxima	Mínima	
Diciembre	22.0	27.4	16.5	88.97
Enero	23.4	29.3	17.5	89.51
Febrero	24.5	29.7	19.2	86.76
Marzo	24.4	30.4	18.3	88.11
Abril	24.5	30.5	18.4	90.87
Mayo	20.3	25.9	14.7	89.19
Junio	19.3	25.3	13.2	88.17

Fuente: Estación Meteorológica del Fundo Don German, Cañete

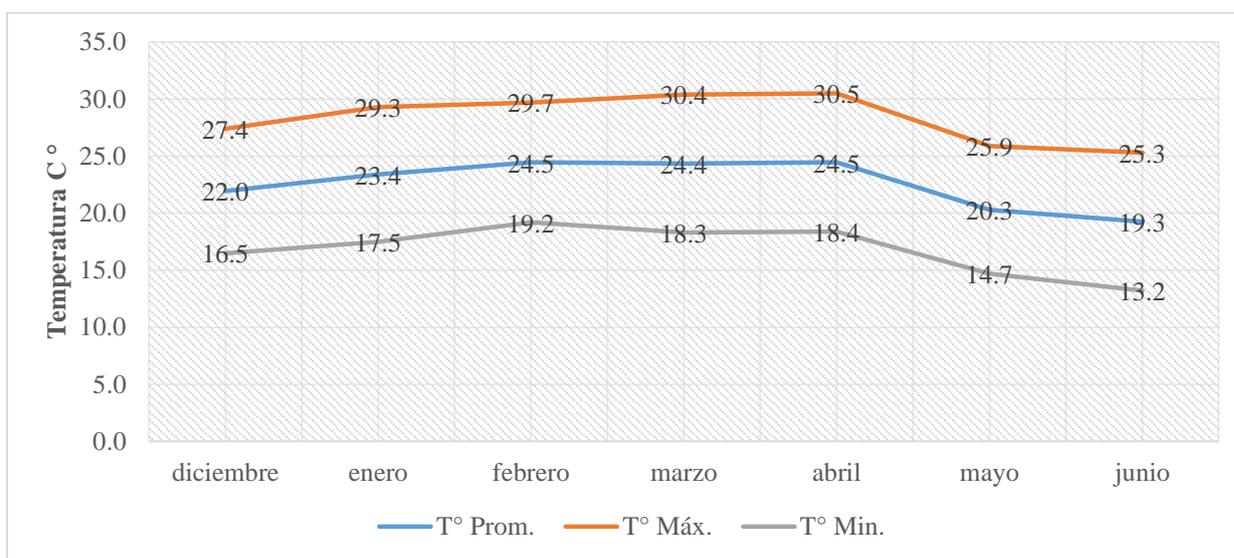


Gráfico N° 1: Variación de temperatura en el periodo diciembre 2014 – junio 2015. Cañete

Fuente: Estación Meteorológica del Fundo Don German, Cañete

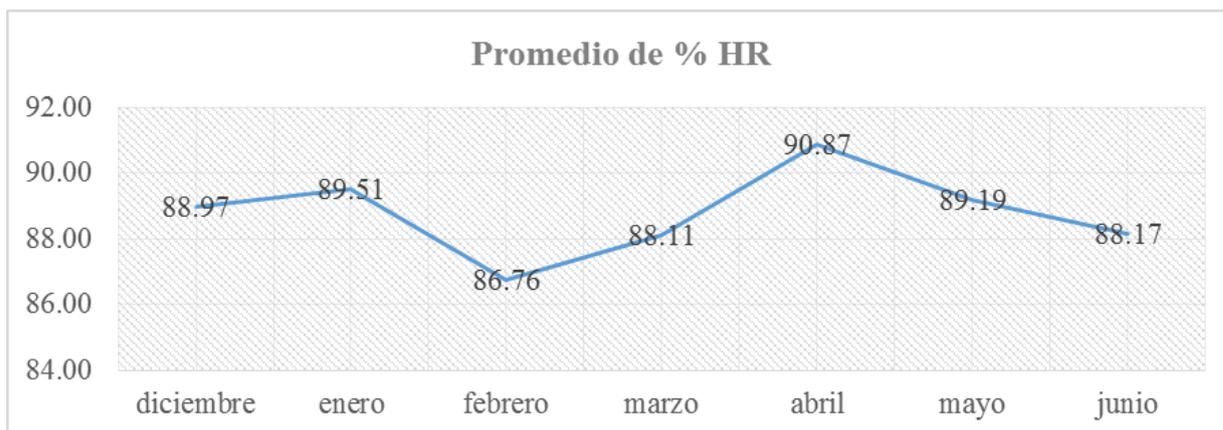


Gráfico N° 2: Variación de la humedad relativa en el periodo diciembre 2014 – junio 2015. Cañete

Fuente: Estación Meteorológica del Fundo Don German, Cañete

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

En el Cuadro N° 2 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.

Según los resultados (Cuadro N° 2), el agua analizada presenta una salinidad media ($CE=0.49dS/m$), con un bajo contenido de sodio ($RAS=1.50$), lo que significa que el riesgo de aportar sodio al suelo vía el agua del riego es mínimo.

Cuadro N° 2: Análisis de agua empleada en el ensayo

CARACTERÍSTICAS		
pH		7.36
C.E	dS/m	0.49
Calcio	meq/L	2.55
Magnesio	meq/L	0.55
Potasio	meq/L	0.06
Sodio	meq/L	1.87
SUMA DE CATIONES		5.03
Nitratos	meq/L	0.01
Carbonatos	meq/L	0.00
Bicarbonatos	meq/L	2.52
Sulfatos	meq/L	0.98
Cloruros	meq/L	1.50
SUMA DE ANIONES		5.01
Sodio	%	37.24
RAS		1.50
Boro	ppm	0.61
Clasificación		C2-S1

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2015.

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

En el Cuadro N° 3 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 es de clase textural del suelo franco arenoso ya que presenta un 62 % de arena, 22 % de limo y 16 % de arcilla. El suelo analizado, tiene además una salinidad media ($CE=0.50$ dS/m) y un valor de pH ligeramente básico (7.85). El contenido de materia orgánica es muy bajo (0,70 %) y no se detectó presencia de carbonato de calcio.

Cuadro N° 3: Análisis del suelo empleado en el ensayo Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. 2015.

pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
						Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	AL ⁺³ + H ⁺			
						%	%	%			meq/100g							
7.85	0.47	0.00	0.70	17.0	153	62	22	16	Fr.A.	12.32	9.95	1.83	0.36	0.17	0.00	12.32	12.32	100

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr. A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso; Fr. Ar = Franco Arcilloso; Fr. Ar. L. =Franco Arcilloso Limoso; Ar. A. = Arcillo Arenoso; Ar. L = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2015

3.5 CONDUCCIÓN DEL CULTIVO

La preparación del terreno consistió en labores de gradeo y arado para posteriormente continuar con el surcado. La distancia entre surco y surco fue de 1,5 metros. El tipo de riego utilizado fue de gravedad. Antes del trasplante se regó y aplicó Pendimethalin, un herbicida pre-emergente a la dosis de 2 L/ha. Las plántulas trasplantadas tenían 45 días de edad, provenientes de SF almácigos.

El trasplante se realizó el 20 de diciembre de 2014 con el terreno a capacidad de campo, a una densidad de 40 cm entre planta y planta y de 1,5 m entre surco y surco haciendo un aproximado de 16 667 plantas/ hectárea. Se trasplantaron plantines de aproximadamente 15 cm, sanos y con buena conformación de planta. Previo al trasplante, los plantines fueron inmersos en una solución de Oxamil a 4 ‰ para prevenir el daño de raíces por nemátodos.

La ecuación de fertilización utilizada fue de 200 N – 150 P₂O₅ – 200 K₂O – 60 CaO – 40 MgO. El primer abonamiento, se realizó a los 26 días después del trasplante (DDT), empleando Nitrato de Amonio, Fosfato diamónico, Sulfato de potasio y Sulfato de magnesio. El segundo abonamiento, se realizó a los 59 días, utilizando nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de potasio y sulfato de calcio. El tercer abonamiento, se realizó a los 76 DDT, utilizando nitrato de amonio, sulfato de potasio y sulfato de calcio.

Las aplicaciones fitosanitarias se realizaron según la incidencia de las plagas y enfermedades, se hicieron evaluaciones semanales y las plagas más frecuentes fueron *Prodidiplosis longifolia*, *Heliothis virescens* y *Spodoptera eridania*.

El control de malezas se realizó de manera manual y con aplicaciones de Super herbox en forma dirigida directamente al surco haciendo uso de bombas mochila de 20 litros de capacidad y campanas para evitar el contacto del herbicida con el cultivo. Otro problema sanitario fue *Meloidogine incognita*, que no llegó a tener un alto grado de infestación ni severidad.

El periodo de cosecha se inició a los 152 días después del trasplante del cultivo. Se realizaron cuatro cosechas, la segunda a los 171 días y la tercera a los 194 días y la cuarta a los 204 días después del trasplante. Los frutos fueron separados según su distribución por bloque y tratamiento. (Anexo N° 1).

3.6 FUENTES DE ALGAS EVALUADAS

3.6.1. AGROSTEMIN - GL - Química Suiza

AGROSTEMIN es un extracto 100 % natural (no contiene ningún aditivo artificial) del alga *Ascophyllum nodosum* contiene protohormonas naturales encapsuladas en proteínas específicas (protohormonas glicosiladas) que promueven dentro de la planta la liberación natural de auxinas, giberelinas y citoquininas en forma balanceada (Cuadro N°4)., lo que permite una autorregulación en la disponibilidad de hormonas que corrigen cualquier deficiencia que esté afectando los diferentes procesos fisiológicos de diferenciación.

Cuadro N° 4: Composición química de AGROSTEMIN - GL

Composición química (p/v)		Aminoácidos (g/100 g de proteína)	
Componentes	Cantidad	Elemento	Cantidad (g/100g de proteína)
Materia seca	24%	Ácido aspártico	5.44
Materia orgánica	11-14%	Ácido glutámico	7.69
Ceniza	11-14%	Alanina	3.81
Nitrógeno total	0.25-0.5%	Arginina	0.22
Fósforo	0.25-0.75%	Cistina	trazas
Potasio soluble (K ₂ O)	3.5-4.0%	Fenilalanina	2.82
Magnesio (Mg)	0.12-0.19%	Glicina	3.16
Calcio (Ca)	0.03-0.05%	Histidina	0.42
Boro (B)	325-350 ppm	Isoleucina	1.94
Hierro (Fe)	413-475 ppm	Leucina	4.84
Manganeso (Mn)	377-379 ppm	Lisina	1.33
Cobre (Cu)	33-40 ppm	Metionina	1.39
Zinc (Zn)	513-525 ppm	Prolina	4.42
Cobalto (Co)	0.75 ppm	Serina	0.14
Molibdeno (Mo)	25 ppm	Tirosina	1.80
Níquel (Ni)	0.75 ppm	Treonina	1.27
		Valina	3.46

Fuente: Química Suiza Industrial del Perú S.A.

3.6.2. PHYLLUM – Hortus

Es un regulador de crecimiento concentrado como concentrado soluble (SL). Con alto contenido de auxinas, además contiene citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes (Cuadro N°5). Está elaborado en base a algas marinas. Evita que la planta gaste energía en metabolizar proteínas y carbohidratos, de esta manera, el cultivo supera etapas de estrés que provoca el trasplante, emergencia o brotación. Es soluble en agua. Puede aplicarse vía foliar o por sistema presurizado de riego.

Cuadro N° 5: Composición química de PHYLLUM

Extracto de algas	24 %
Auxinas	1200 ppm
Citoquininas	16 ppm
Giberelinas	4.5 ppm
Macro y micro nutrientes	76 %

Fuente: <http://www.hortus.com.pe/>

3.6.3 FERTIMAR – PSW S.A.C

FERTIMAR es un bioestimulante foliar aprobado para uso en la agricultura orgánica a base de algas marinas. Contiene macroelementos, microelementos complejados, protohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas), proteínas, betaínas, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos libres (Cuadro N° 6).

FERTIMAR aporta la mayoría de microelementos y aminoácidos; además de protohormonas naturales que colaboran con el desarrollo y estructura de la planta; y ejercen una función de estimulación (bioestimulante).

Cuadro N° 6: Composición química de FERTIMAR

Composición química (p/v)	
Componentes	Cantidad
Materia orgánica	71-79%
N total	1,3 – 1,7%
Fósforo disponible	0.5 - 1%
Potasio soluble (K ₂ O)	7.3 – 7.8%
Calcio (Ca)	1.2 – 2.1 %
Magnesio (Mg)	0.7 – 1.2%
Protohormonas (citoquininas, auxinas y giberelinas)	0.01%
Hierro (Fe)	120 ppm
Cobre (Cu)	2 ppm
Boro (B)	133 ppm
Manganeso (Mn)	9 ppm
Zinc (Zn)	13 - 15 ppm

Fuente: <http://www.pswsa.com/>

3.6.4 ECO – ALGAS de Agroeco Sistem S.A.C

Es un bioestimulante formulado como concentrado soluble proveniente del alga marina *Ascophyllum nodosum* (Cuadro N°7). Su ficha técnica señala que mejora la floración y fructificación e incrementa la capacidad de la planta a sobreponerse a condiciones de estrés biótico (enfermedades) y abiótico (frío, sequía, cambios bruscos de temperatura, etc.).

Cuadro N° 7: Composición química de ECO – ALGAS

Auxinas	1.12 g/L
Citoquinas	0.35 g/L
Fósforo	35 g/L
Manitol	25 g/L
Alginato	86 g/L

Fuente: <http://agroecosistem.com/>

3.7 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.7.1 Tratamientos

A continuación se describen los tratamientos del presente ensayo:

a) **Tratamiento cero (T₀): Testigo absoluto**

Este tratamiento fue el tratamiento testigo absoluto sin fertilización y sin aplicación de extractos de algas.

b) **Tratamiento 1 (T₁): Testigo**

Las plantas de este tratamiento fueron fertilizadas, pero no se les aplicó ningún extracto de algas marinas.

c) **Tratamiento 2 (T₂): Con aplicación de AGROSTEMIN**

Las plantas de este tratamiento fueron fertilizadas con la dosis estándar de NPK y fueron aplicadas con dosis de 1.5 L/ha de AGROSTEMIN.

La primera aplicación fue a los 10 días después del trasplante, la segunda a los 25 días después del trasplante, la tercera al inicio de la floración y luego desde el primer cuajado cada 14 días.

d) **Tratamiento 3 (T₃): Con aplicación de PHYLLUM**

Las plantas de este tratamiento fueron fertilizadas con la dosis estándar de NPK y fueron aplicadas con dosis de 1.5 L/ cil de PHYLLUM.

La primera aplicación fue a los 10 días después del trasplante, la segunda fue de a los 106 días después del trasplante (durante la primera floración), la tercera fue a los 150 días (durante la segunda floración) y la cuarta a los 170 días después del trasplante (durante la tercera floración).

e) **Tratamiento 4 (T₄): Con aplicación de FERTIMAR**

Las plantas de este tratamiento fueron fertilizadas con la dosis estándar de NPK y fueron aplicadas con dosis de 400 g/ha de FERTIMAR.

La primera aplicación fue a los 14 días después del trasplante, la segunda los 20 días después de la primera y así hasta el final del cultivo.

f) Tratamiento 5 (T5): Con aplicación de ECO - ALGAS

Las plantas de este tratamiento fueron fertilizadas con la dosis estándar de NPK y fueron aplicadas con diferentes dosis de ECO – ALGAS.

La primera aplicación fue de 1 L/ha a los 14 días después del trasplante, la segunda fue de 1 L/ha a los 25 días después del trasplante (durante el desarrollo vegetativo), la tercera fue de 1 L/ha a los 94 días (días previos a la floración) y la cuarta fue de 1.5 L/ha a los 150 días.

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los tratamientos:

Cuadro N° 8: Tratamientos evaluados

	AGROSTEMIN	PHYLLUM	FERTIMAR	ECO - ALGAS
Dosis	1.5 L/ha	1 L/cil	400 g/ha	1 L/ha – 1.5 L/ha
Momento de aplicación (DDT)	10	10	14	14
	25	106	34	25
	106	150	54	94
	120	174	74	150
	134		94	
	150		115	
	162		134	
	174		150	
	188		174	
			192	

3.8. MODO DE APLICACIÓN DE LOS EXTRACTOS

Para realizar las aplicaciones se utilizó una mochila de aspersión manual de 20 litros.

Los extractos de algas se asperjaron al follaje del ají escabeche durante las primeras horas del día se procuró que todas las plantas sean bañadas de manera uniforme. Los tratamientos evaluados se resumen en el cuadro N° 9

Cuadro N° 9: Dosis de extractos de algas empleados en el ensayo

Tratamientos	Descripción	Dosis de extracto de algas
Tratamiento 0	Testigo sin fertilización sin extractos de algas	-
Tratamiento 1	Testigo con fertilización sin extractos de algas	-
Tratamiento 2	Fertilización + AGROSTEMIN	1.5 L/ha
Tratamiento 3	Fertilización + PHYLLUM	1.5 L/ Cil
Tratamiento 4	Fertilización + FERTIMAR	400 g/ha
Tratamiento 5	Fertilización + ECO - ALGAS	1 L/ha – 1.5 L/ha

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado en el presente ensayo de investigación fue el de Bloques Completamente al Azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en las unidades experimentales de cada bloque.

El modelo aditivo lineal de cualquier observación es:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \beta_j + e_{ijs}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultado de la i-j-ésima observación.

U = Media general

α_i = Efecto del tratamiento i

β_j = Efecto del bloque j

e_{ij} = Efecto del error experimental

i = 1, 2, ...6

j = 1, 2, 3, 4

El esquema del análisis de varianza que corresponde es el siguiente:

Fuente de Variación G.L C.M esperados

Bloques $r-1=5$

Tratamientos $t-1=5$ $\sigma^2 + r\sum T^2i/(t-1)$

Error $(r-1)(t-1)=25$ σ^2

Total $rt-1=35$

Dónde:

r = Número de bloques

t = Número de tratamientos

T_i = Efecto del tratamiento i

Los datos obtenidos de la evaluación de variables en los diferentes tratamientos fueron sometidos al análisis de variancia (ANVA). Los promedios fueron comparados mediante la prueba de comparación de Tukey con un nivel de significación de 0.05. El software empleado para realizar los análisis fue el Minitab versión 16.

En el cuadro N°10 se resumen las características del área experimental:

Cuadro N° 10: Características del área del ensayo.

Área de las unidades experimentales (u.e)	
Número total de las u.e.	24
Número de surcos por u.e.	4
Largo del surco	5 m
Distancia entre surco y surco	1.5m
Área total por u.e.	30 m ²
Área experimental en los bloques	
Número de tratamientos	6
Área total por bloques	180 m ²
Área experimental total	
Número de bloques	4
Ancho de bloque	36 m
Longitud de bloque	5 m
Área total por bloque	720 m ²
Área de calle	36 m ²
ÁREA NETA EXPERIMENTAL	756 m²

3.10. VARIABLES EVALUADAS

- a) Altura de planta: se marcaron 10 plantas al azar por unidad experimental. Se tomó la medida de su altura cada treinta días. La primera medida fue tomada los 60 días y la última a los 150 días.

- b) Porcentaje de cuajado: se marcaron 10 flores al azar por unidad experimental al momento en el que el cultivo se encontraba en un 50% de floración. Luego de algunos días se contaron las flores que habían logrado cuajar y para obtener el porcentaje de cuajado de cada tratamiento.

- c) Rendimiento: Se cosecharon de manera individual los dos surcos centrales de cada unidad experimental en bolsas plásticas. Estas bolsas fueron llevadas al laboratorio donde fueron pesadas con una balanza digital. Los rendimientos de cada cosecha se anotaron en un cuaderno de notas y luego al haber finalizado el ensayo se sumaron todas las cosechas de cada tratamiento y por regla de tres se obtuvo el rendimiento por hectárea.

- d) Calidad: 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 tomaron 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 calcularon los datos para cada unidad experimental y finalmente para cada tratamiento.

e) 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 procuró que las plantas tomadas representen de la mejor manera a todas las plantas del surco, es decir, se tomó una planta de altura promedio). Estas plantas inmediatamente después de haber sido colectadas se dividieron en tallo, hojas y en fruto y se pesaron en una balanza digital para obtener el peso fresco. Luego cada muestra fue colocada en bolsas de papel debidamente identificadas y se llevaron a una estufa que trabaja con una temperatura de 60°C a 70°C. Con cálculos aritméticos se halló el porcentaje de materia seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ALTURA DE PLANTA

En el Cuadro N° 11 se presentan los resultados obtenidos en los distintos tratamientos sobre la altura de planta. En la primera medida tomada a los 60 días después del trasplante no se aprecia una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos. A los 90, 120 y 150 días después del trasplante, el testigo absoluto (tratamiento sin fertilización y sin extractos de algas) presentó las alturas de planta, siempre por debajo del promedio de los tratamientos, mientras que los tratamientos con PHYLLUM y ECO ALGAS presentaron las mayores alturas.

La prueba de comparación de medias de Tukey reporta diferencia estadística significativa al comparar los tratamientos fertilizados con el tratamiento no fertilizado, esta diferencia puede ser atribuida al efecto de la fertilización edáfica mas no a la fuente de extractos de algas. Además, la altura es influenciada por la densidad de plantas (debido a la competencia por luz), de esta manera plantas cultivadas a mayor densidad serán más altas.

Cuadro N° 11: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en la altura de plantas de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. 2015

Tratamientos	Altura (cm)			
	60 DDT	90 DDT	120 DDT	150 DDT
Sin fertilización sin extractos de algas	26.6 a	52.6 b	66.3 b	70.0 b*
Fertilización sin extractos de algas	34.0 a	73.1 a	85.3 ab	92.3 a
Fertilización + AGROSTEMIN	32.1 a	70.0 ab	86.1 ab	91.3 a
Fertilización + PHYLLUM	37.1 a	72.3 a	81.8 ab	100.3 a
Fertilización + FERTIMAR	35.3 a	77.0 a	89.3 a	92.8 a
Fertilización + ECO - ALGAS	40.5 a	81.6 a	87.4 a	92.1 a
Promedio	34.3	71.1	82.7	89.8
Significación	n.s	**	**	**
C.V (%)	21.29	16.34	13.76	14.31

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0.5$)

n.s: no significativo

** : significativo

4.2 PORCENTAJE DE CUAJADO

En el Gráfico N° 3, se presentan los porcentajes de cuajado observados en los tratamientos evaluados, los valores varían entre 60 y 82.5 % sin diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey al 95 % de confianza. El tratamiento con FERTIMAR alcanzó un 82.5 %, siendo el mayor valor, mientras que el menor valor corresponde al testigo absoluto (sin fertilización y sin extractos de algas) que presentó un 60% de cuajado.

Zarate (2012) al probar el efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad en ají escabeche en el Valle de Casma, obtuvo como resultado un 23.86% de cuajado para la misma densidad de plantas (16667 plantas por hectárea). Estos valores no coinciden con los obtenidos en el presente ensayo, probablemente por las distintas condiciones climáticas, ya que como sostienen Bosland y Votava (2012), temperaturas nocturnas de entre 16 y 21 °C durante la floración, generan un marcado cuajado de frutos. Estas temperaturas son características de la zona de Cañete.

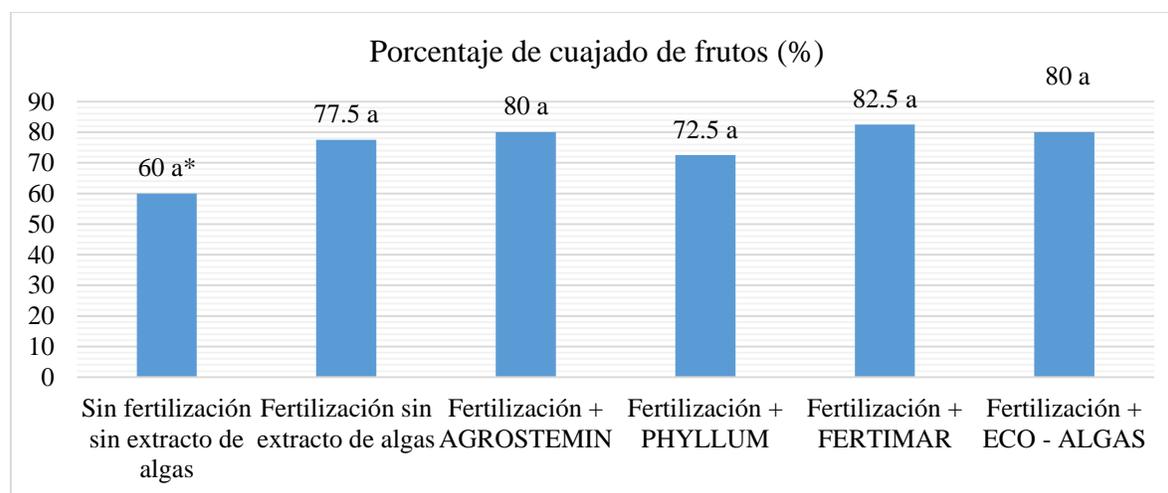


Gráfico N° 3: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el porcentaje de cuajado en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. 2015

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0.5$)

4.3 RENDIMIENTO

En el Cuadro N° 11 y el Gráfico N° 4 se aprecian los rendimientos alcanzados en cada uno de los tratamientos evaluados. Los rendimientos variaron entre 25.2 ton/ha del testigo absoluto, y 29.26 ton/ha del tratamiento con AGROSTEMIN.

Villanueva (2012) al evaluar distintos niveles de fertilización N-P-K en plantas de ají escabeche en Cañete, obtuvo rendimientos desde 13 ton/ha hasta 19.99 ton/ha. La diferencia entre ambos ensayos, muy probablemente se debió a que fueron realizados en diferentes meses del año, por lo tanto en diferentes condiciones climáticas.

Como se aprecia en el cuadro N° 12, no existe evidencia estadística para afirmar que los extractos de algas hayan influido en el rendimiento del ají escabeche. Este resultado coincide con Layten (2015) quien al evaluar extractos de algas en el rendimiento de alcachofa (*Cynara scolymus*) tampoco encontró significancia. Esto podría deberse a la especie de alga utilizada (*Ascophyllum nodosum*), pues Arthur et al (2003), al evaluar el efecto de la aplicación de un extracto del alga *Ecklonia maxima* en el crecimiento y rendimiento de *Capsicum annuum* L., obtuvo diferencias significativas en la variable rendimiento.

Cuadro N° 12: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el rendimiento ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. 2015

Tratamientos	Rendimiento (ton/ha)
Sin fertilización sin extractos de algas	25.18 a*
Fertilización sin extractos de algas	27.41 a
Fertilización + AGROSTEMIN	29.26 a
Fertilización + PHYLLUM	27.92 a
Fertilización + FERTIMAR	28.76 a
Fertilización + ECO – ALGAS	28.2 a
Promedio	27.8
Nivel de significación	n.s
C.V (%)	7.63

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0.5$)

n.s: no significativo

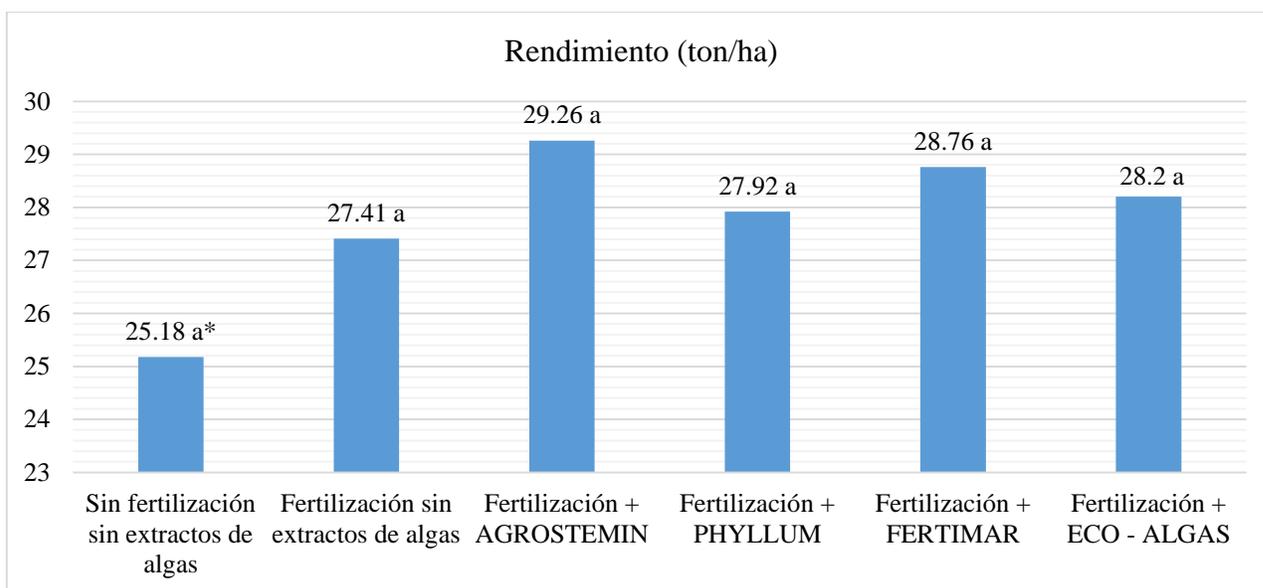


Gráfico N° 4: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el rendimiento (ton/ha) de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en Cañete. 2015

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0.5$)

4.4 CALIDAD DE FRUTO

La calidad del fruto en términos de peso promedio, longitud y diámetro de frutos de ají escabeche es importante en la comercialización, ya que como su mayor consumo es en fresco, se tienen muy en cuenta estas características para fijar su valor de venta. En el Cuadro N° 13 se muestran los resultados en estas variables.

El peso promedio del ají escabeche varía entre 55 y 60 gramos. Los mayores pesos promedio de fruto fueron obtenidos por los tratamientos con PHYLLUM y FERTIMAR, sin embargo, no existió diferencia significativa según la prueba de Tukey al 95 % de confianza entre los tratamientos evaluados.

Layten (2015) al evaluar el efecto de extractos de algas marinas en alcachofa, sostiene que tampoco se apreciaron diferencias estadísticas significativas para el peso promedio del capítulo, lo que nos indica aparentemente que los extractos de algas no afectan estas características relacionadas con la calidad del producto cosechado.

En cuanto al diámetro y longitud de fruto, en el Cuadro N° 13, se aprecia que no existió diferencia estadística en estas condiciones entre los tratamientos evaluados. El tamaño promedio fue de 11.4 cm de longitud por 3.29 cm de diámetro, medidas que coinciden con las obtenidas por Ruiz (2015) al evaluar dosis de fertilización nitrogenada en plantas de ají escabeche, obteniendo frutos de 11.56 cm de longitud por 3.7 cm de diámetro. Esto, se debe, aparentemente, a que estas características son específicas a cada tipo o especie de ají y no son fácilmente influenciadas por aspectos del manejo del cultivo como el uso de extractos de algas.

Cuadro N° 13: Peso promedio (gr), longitud (cm) y diámetro de fruto (cm) de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) empleando extractos de algas marinas.

Tratamientos	Peso promedio (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
Sin fertilización sin extractos de algas	55.25 a	11.55 a	3.09 a*
Fertilización sin extractos de algas	58.44 a	11.25 a	3.45 a
Fertilización + AGROSTEMIN	56.99 a	11.53 a	3.34 a
Fertilización + PHYLLUM	60.53 a	12.00 a	3.42 a
Fertilización + FERTIMAR	60.87 a	11.14 a	3.32 a
Fertilización + ECO - ALGAS	55.37 a	11.01 a	3.10 a
Promedio	57.91	11.41	3.29
Significación	n.s	n.s	n.s
C.V (%)	12.48	5.52	7.8

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0.5$)

n.s: no significativo

4.6 MATERIA SECA

En el Cuadro N° 14 observamos los contenidos de materia seca de las hojas, tallos y frutos de ají escabeche obtenidas en plantas muestreadas a los 192 DDT. Se aprecia que los extractos de algas no afectan significativamente a estas variables. Layten (2015) al evaluar el efecto de extractos de algas en plantas de alcachofa, coincide en que no existe evidencia estadística que relacione los extractos de algas con la mejora del porcentaje de materia seca en los tejidos tratados.

Esto probablemente se deba a que como mencionan Caro (1988) al evaluar niveles de N-P-K en *Capsicum annum* L., y Villanueva (2012) al evaluar niveles de N-P-K en plantas de

Capsicum baccatum var. *pendulum*, 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 16.41 % en hojas, 22.45 % en tallos y 11.95% en frutos

Cuadro N° 14: Efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el porcentaje de materia seca de hojas, tallos y frutos de plantas de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. 2015

Tratamientos	Materia seca (%)		
	Hojas	Tallos	Frutos
Sin fertilización sin extractos de algas	16.80 a	20.82 a	12.54 a*
Fertilización sin extractos de algas	14.28 a	21.24 a	10.04 a
Fertilización + AGROSTEMIN	18.50 a	23.43 a	12.01 a
Fertilización + PHYLLUM	16.62 a	20.98 a	12.35 a
Fertilización + FERTIMAR	15.24 a	24.11 a	12.34 a
Fertilización + ECO - ALGAS	17.62 a	24.10 a	12.41 a
Promedio	16.51	22.45	11.95
Nivel de significación	n.s	n.s	n.s
C.V (%)	17.48	15.81	15.10

*Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha=0.5$)

n.s: no significativo

Los resultados obtenidos nos dicen que al menos bajo las condiciones del presente ensayo, las concentraciones utilizadas y los momentos elegidos para la aplicación de los diferentes extractos de algas, no existió un efecto notorio para las variables evaluadas.

V. CONCLUSIONES

5.1 Los extractos de algas no afectaron significativamente el rendimiento y calidad del ají escabeche.

5.2 La altura de plantas, no se vio afectada de manera significativa por los extractos de algas.

5.3 El tratamiento con AGROSTEMIN obtuvo los mayores rendimientos (29.26 ton/ha), sin embargo no existe evidencia estadística para afirmar que los extractos de algas tengan un efecto marcado en el rendimiento de ají escabeche.

5.4 La aplicación foliar de extractos de algas no influyó significativamente en la mejora de la calidad del producto cosechado en términos de peso promedio, longitud y diámetro de fruto.

5.5 El porcentaje de materia seca del cultivo no fue afectado significativamente por la aplicación de los extractos de algas.

VI. RECOMENDACIONES

6.1 Evaluar diferentes dosis y momentos de aplicación de los extractos de algas.

6.2 Evaluar en diferentes zonas y condiciones climáticas para el mismo cultivo.

6.3 Evaluar el efecto de los extractos de algas, en otros cultivos hortícolas de importancia económica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aduato, R.; Borjas, R.; Huanuqueño, H.; Ladera, Y.; Bello, S.; Julca, A. (2014) Cultivo de ají jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cv. Mitla en la selva central del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
2. Agrodata. 2016. Condimentos Salsas, Sazonadores, Ají Panca, Ají Amarillo, Varios Perú Exportación Diciembre 2015. Lima, Perú. Consultado 23 feb. 2016. <http://www.agrodataperu.com/>
3. Albrecht, E, Zhang, D, Deslattes, A., Saftner, R. Stommel, J. 2012. Genetic diversity in *Capsicum baccatum* is significantly influenced by its ecogeographical distribution. BMC Genetics.
4. Arias, J. y Melgarejo, L. M. 2000. Ají. Historia, diversidad y usos. Instituto Amazónico de investigaciones científicas Sinchi. Minambiente y Colciencias.
5. Arthur GD, Stirk WA and van Staden J 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annuum*. South African Journal of Botany
6. Baroja, D., Benitez, M. 2008. Efecto de cinco bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) en Pimampiro – Imbabura. Universidad Técnica del Norte.
7. Boslan, P., Votava, A. 2012. Peppers, vegetables and spice capsicums. Segunda edición. CABI.
8. Bosland, P., Walker, S. 2014 Growing Chiles in New Mexico. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. Guide H-230.
9. Caro, T. 1998. Efecto de la fertilización N-P-K, en tres cultivares de Pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo R.L.A.F.: exudación. Universidad Nacional Agraria La Molina.
10. Casali, V.W., Couto, F.A.A. 1984. Oríem e botanica de Capsicum. Informe Agropecuario Belo Horizonte.
11. Cotter, D.J. and Dickerson, G.W. (1984) Delayed harvest reduces yield of dry red chile in southern New Mexico. HortScience

12. Craigie, J. 2011. —Seaweed Extract Stimuli in Plant Science and Agriculture. *Journal of Applied Phycology*.
13. Eshbaugh, W.H. 1968. A nomenclatural note on the genus *Capsicum*. *Taxon*
14. Eshbaugh, W.H. 1970. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). *Brittonia*
15. Eshbaugh, W.H. (1983). The genus *Capsicum* (Solanaceae) in Africa. *Bothalia*
16. FAO. 2004. El estado mundial de la pesca y acuicultura.
17. Fox, B.A. y A.G. Cameron. 1961. Food science, nutrition and health. Sixth Edition. Ed. Edward Arnold, a division of Hodder Headline PLC, London
18. Gireesh, R., C. K. Haridevi, and J. Salikutty. 2011. —Effect of *Ulva lactuca* Extract on the Growth and Proximate Composition of *Vigna unguiculata* L. Walp. *Journal of Reseach in Biology*
19. Guiry, M. D., and G. M. Guiry. 2014. —AlgaeBase. *Journal of Applied Phycology*. [Online]. Galway: National University of Ireland. Cited 10th february 2015. Disponible en <http://www.algaebase.org>
20. Heiser, C.B.J. 1976. Peppers *Capsicum* (Solanaceae). In: N. W. Simmons (ed.) *Evolution of Crop Plants*, Longman, London.
21. Hunziker, A.T. 1956. Synopsis of the genus *Capsicum*. Huit. Congr. Int. de Bot., Paris 1954, *Compt. Rend. des Seanc. et Communic. desposes lors du Congres dans*
22. Kang, B y Kole, C. 2013. *Genetics, Genomics and Breeding of Peppers and Eggplants* CRC Press. USA.
23. Khan, M.S. Zaidi, A. Wani,P.A. Oves, M.. Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils. *Environ. Chem.*
24. Kumar, N. A., B. Vanlalzarzova, S. Sridhar, and M. Baluswami. 2012. —Effect of Liquid Seaweed Fertilizer of *Sargassum wightii* Grev. on the Growth and Biochemical Content of Green Gram (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). *Recent Research in Science and Technology* 4
25. Layten, C.Efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Universidad Nacional Agraria La Molina.

26. Loaiza-Figueroa, F., K. Ritland, J.A. Laborde-Cancino y S.D. Tanksley (1989). Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (Solanaceae) in Mexico. *Plant Systematics and Evolution*
27. López, D.A., R.M. Williams, K. Miehle y J. Mazana. 1995. *Enzimas, fuente de vida*. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF), 1+822 Monticello Place, Evanston, Illinois, USA. Ed. en español, Edika Med., S.L., Barcelona, España.
28. Lotter, D. W. 2003. —Organic Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*
29. McLeod, M.J., Eshbaugh, H., Guttman, S.I. 1979. An electrophoretic study of *Capsicum* (Solanaceae): The purple flowered taxa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*.
30. McLeod, M.J., Eshbaugh, W.H., Guttman, S.I. 1979. A preliminary biochemical systematic study of the genus *Capsicum*-Solanaceae. In: J. G. Hawkes, R. N. Lester and A. D. Skelding (eds.) *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*.
31. McLeod, M.J., Guttman, S.I., Eshbaugh, W.H., Rayle, R.E. 1983. An electrophoretic study of evolution in *Capsicum* (Solanaceae). *Evolution*.
32. Melgarejo, L., Rodríguez, F., Giraldo, M., Cardona, G., Celis, M. y Arias J. 2000. Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de especies promisorias de la Amazonía Colombiana pertenecientes al género *Capsicum* para su conservación y uso. Informe entregado a Colciencias. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.
33. Nuez, F. 1996. *El cultivo de pimientos, chiles y ajés*. Editorial Mundi – Prensa. España.
34. Puertos, B.; Said, E. 2011. Evaluación de diferentes dosis de fertilizantes compuestos (N, P, K) en el cultivo de chile jalapeño J-7 (*Capsicum annum* L.) en la región de Amatlán de los Reyes, Ver. Universidad Veracruzana.
35. Reyes R., D.M. 1993. Efecto de algas marinas y ácidos húmicos en un suelo arcilloso y otro arenoso. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.
36. Ruiz Raborg. 2015. Dosis de fertilización nitrogenada en ají escabeche. (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones del valle de Cañete. Universidad Nacional Agraria La Molina.

37. Sanchez, G. A. 2006. Manejo integrado de plagas en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
38. Senn, T.L. 1987. Seaweed and plant growth. Traducido al Español por Benito Canales López. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA.
39. Senn, T.L. y A.R. Kingman. 1978. Seaweed research in crop production. Econ. Dev. Adm., US Dep. Commer. Washington.
40. Smith, P.G. and C.B. Heiser, Jr. 1957. Breeding behavior of cultivated peppers. Proc. Amer. Soc. Hort.
41. Ugás R, Mendoza V. 2013. Serie El punto de ají. Investigaciones en Capsicum nativos Números 1 y 2. Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú
42. 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.
43. Zarate, P. 2012. Efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* (willd) Eshbaugh) en el valle de Casma. Universidad Nacional Agraria La Molina.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 1: Cronograma de actividades del ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en el Instituto Regional de Desarrollo Costa. Diciembre 2014 - Julio 2015.

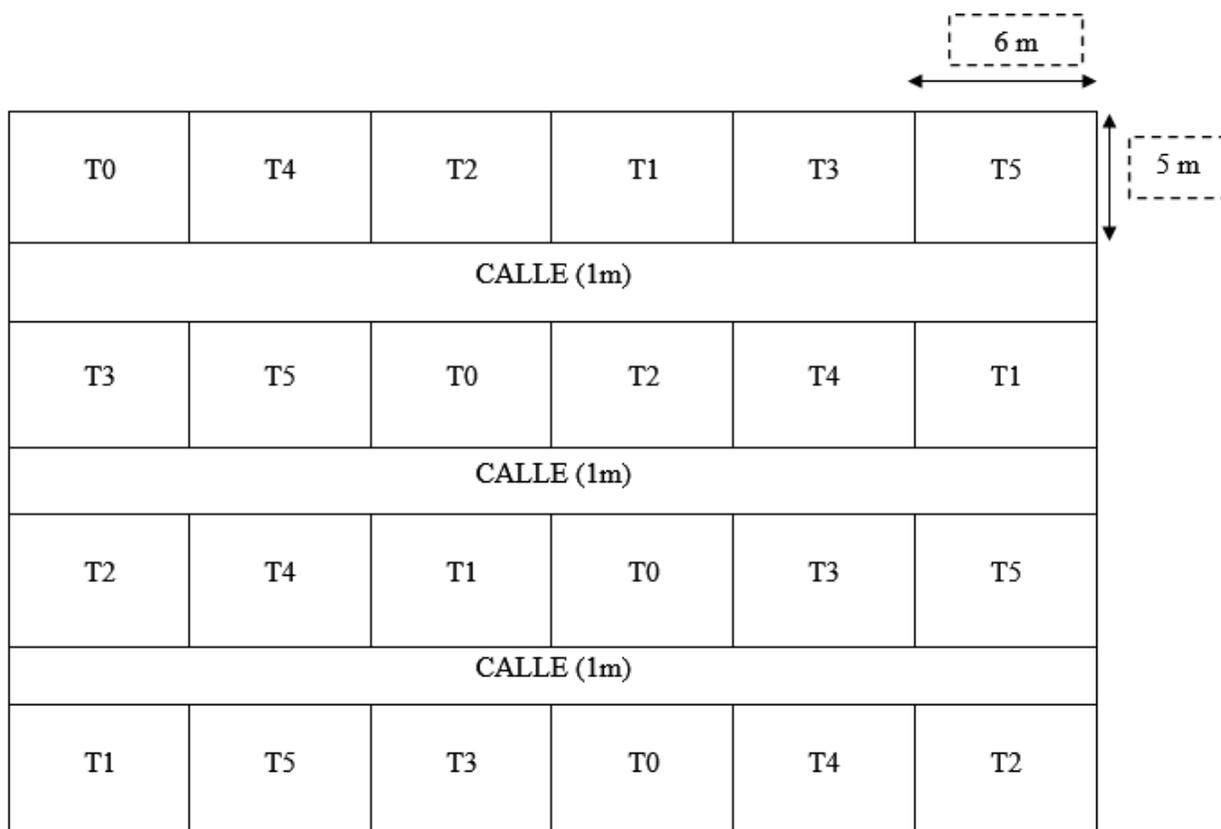
FECHA	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE (DDT)	LABORES
12/12/2014	-8.00	Traslado de plantines desde SF Almacigos
15/12/2014	-5.00	Gradeo
15/12/2014	-5.00	Arado
16/12/2014	-4.00	Gradeo
17/12/2014	-3.00	Rayado
17/12/2014	-3.00	Surcado
18/12/2014	-2.00	Riego y aplicación de Pendimethalin
20/12/2014	0.00	Trasplante y aplicación de Oxamyl y Root hor
20/12/2014	0.00	Gradeo y arado
22/12/2014	2.00	Tomeo
22/12/2014	2.00	Riego
23/12/2014	3.00	Aplicación herbicida Spur
23/12/2014	3.00	Contrato trasplante 6 personas
23/12/2014	3.00	Trasplante y aplicación de Aquapro, Benlate, Vydate y Root hor
23/12/2014	3.00	Riego
27/12/2014	7.00	Riego
29/12/2014	9.00	Aplicación insecticida Aquapro
29/12/2014	9.00	Aplicación insecticida Zucker, Tifon, Wuxal doble, Proxy
30/12/2014	10.00	Aplicación de Phyllum
30/12/2014	10.00	Aplicación de Agrostemin
31/12/2014	11.00	Riego
03/01/2015	14.00	Aplicación de Fertimar
03/01/2015	14.00	Aplicación de Eco - Algas
07/01/2015	18.00	Riego
08/01/2015	19.00	Aplicación de Biol
13/01/2015	24.00	Riego
14/01/2015	25.00	Aplicación de Agrostemin
15/01/2015	26.00	Primer abonamiento (Nitrato de Amonio + Fosfato diamónico + Sulfato de potasio + Sulfato de magnesio)

16/01/2015	27.00	Cultivo
17/01/2015	28.00	Aplicación insecticida Aquapro, Zuker y Vydate
18/01/2015	29.00	Aplicación de Horty crop y Proxy
19/01/2015	30.00	Cultivo
21/01/2015	32.00	Tomeo
22/01/2015	33.00	Riego
23/01/2015	34.00	Aplicación de Fertimar
24/01/2015	35.00	Deshierbo
26/01/2015	37.00	Deshierbo
26/01/2015	37.00	Aplicación herbicida Aquapro, Hache uno super y Proxy
27/01/2015	38.00	Deshierbo
27/01/2015	38.00	Aplicación herbicida Aquapro, Hache uno super, Proxy
28/01/2015	39.00	Aplicación insecticida Movento, Tifon, Clorfos, Horty crop y Proxy
29/01/2015	40.00	Riego
31/01/2015	42.00	Aplicación Biol
02/02/2015	44.00	Aplicación Biol
10/02/2015	52.00	Aplicación insecticida Aquapro, Movento, Clorfos, Skirla, Horty Crop, Proxy
10/02/2015	52.00	Riego
12/02/2015	54.00	Aplicación de Fertimar
16/02/2015	58.00	Aplicación insecticida Movento, Skirla, Proxy, Tifon
17/02/2015	59.00	Segundo abonamiento (Nitrato de Amonio + Fosfato diamónico + Sulfato de potasio + sulfato de calcio)
18/02/2015	60.00	Cultivo
19/02/2015	61.00	Deshierbo
20/02/2015	62.00	Deshierbo
20/02/2015	62.00	Aporque
21/02/2015	63.00	Aporque
21/02/2015	63.00	Aporque con lampa
23/02/2015	65.00	Tomeo
23/02/2015	65.00	Aplicación insecticida Aquapro, Evade, Beta-baytroide, Azostar, Proxy
24/02/2015	66.00	Aplicación insecticida Aquapro, Evade, Zuker, Beta baytroie, Azostar, Proxy y aplicación de aceite
24/02/2015	66.00	Tomeo
03/03/2015	73.00	Riego
04/03/2015	74.00	Aplicación de Fertimar

06/03/2015	76.00	Tercer abonamiento (Nitrato de Amonio + Sulfato de Potasio + Sulfato de Calcio + Guano)
07/03/2015	77.00	Aplicación insecticida Aquapro, Zuker, Clorfos, Proxy y aplicación de aceite.
09/03/2015	79.00	Aplicación insecticida Aquapro, Zuker, Clorfos, Paladin, Proxy y aplicación de aceite.
13/03/2015	83.00	Aplicación insecticida Aquapro, Movento, Beta-baytroide, Proxy y aplicación de aceite.
16/03/2015	86.00	Riego
20/03/2015	90.00	Deshierbo
20/03/2015	90.00	Aplicación insecticida Aquapro, Skirla, Movento, Azostar, Proxy y aplicación de Aceite
23/03/2015	93.00	Aplicación insecticida Aquapro, Skirla, Movento, Azostar, Proxy y aplicación de Aceite
23/03/2015	93.00	Aplicación herbicida Super herbox
24/03/2015	94.00	Aplicación de Fertimar
24/03/2015	94.00	Aplicación de Eco - Algas
25/03/2015	95.00	Riego
28/03/2015	98.00	Aplicación insecticida Aquapro, Skirla, Clorfos, Horty crop, Proxy y aplicación de aceite.
30/03/2015	100.00	Aplicación insecticida Aquapro, Skirla, Clorfos, Horty crop, Proxy y aplicación de aceite.
05/04/2015	106.00	Aplicación de Agrostemin
05/04/2015	106.00	Aplicación de Phyllum
07/04/2015	108.00	Riego
09/04/2015	110.00	Aplicación fungicida Aliette
11/04/2015	112.00	Aplicación insecticida Aquapro, Tracer, Beta-baytroide, Proxy y aplicación de aceite
13/04/2015	114.00	Aplicación insecticida Aquapro, Tracer, Beta-baytroide, Proxy y aplicación de aceite
14/04/2015	115.00	Aplicación de Fertimar
19/04/2015	120.00	Aplicación de Agrostemin
21/04/2015	122.00	Aplicación de biol
29/04/2015	130.00	Riego
03/05/2015	134.00	Aplicación de Agrostemin
03/05/2015	134.00	Aplicación de Fertimar
08/05/2015	139.00	Riego
19/05/2015	150.00	Aplicación de Phyllum
19/05/2015	150.00	Aplicación de Fertimar

19/05/2015	150.00	Aplicación de Agrostemin
19/05/2015	150.00	Aplicación de Eco – Algas
20/05/2015	151.00	Lavado de jabas
21/05/2015	152.00	Primera cosecha
25/05/2015	156.00	Riego
31/05/2015	162.00	Aplicación de Agrostemin
09/06/2015	171.00	Segunda cosecha
11/06/2015	173.00	Riego
12/06/2015	174.00	Aplicación de Phyllum
12/06/2015	174.00	Aplicación de Fertimar
12/06/2015	174.00	Aplicación de Agrostemin
26/06/2015	188.00	Aplicación de Agrostemin
30/06/2015	192.00	Aplicación de Fertimar
02/07/2015	194.00	Tercera cosecha
04/07/2015	196.00	Riego
12/07/2015	204.00	Cuarta cosecha

ANEXO N° 2: Croquis del ensayo



ANEXO N° 3: Análisis de variancia de las variables evaluadas

A) Cuadro ANVA para primera medida de altura de planta en centímetros (cm)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	444.18	88.84	1.73	0.189	ns
Bloques	3	9.86	9.86	0.06	0.978	ns
Error experimental	15	770.95	770.95			
Total	23	1224.99				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 21.29 %

B) Cuadro ANVA para segunda medida de altura de planta en centímetros (cm)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	1974.18	394.835	5.55	0.004	**
Bloques	3	63.03	21.010	0.30	0.828	ns
Error experimental	15	1067.28	71.152			
Total	23	3104.49				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 16.34 %

C) Cuadro ANVA para tercera medida de altura de planta en centímetros (cm)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	1417.96	283.592	2.79	0.056	ns
Bloques	3	37.08	12.361	0.12	0.946	ns
Error experimental	15	1522.79				
Total	23	2977.83				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 13.76 %

D) Cuadro ANVA para cuarta medida de altura de planta en centímetros (cm)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	2085.30	417.060	3.76	0.021	**
Bloques	3	32.61	10.872	0.10	0.960	ns
Error experimental	15	1663.57	110.905			
Total	23	3781.49				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 14.31%

E) Cuadro ANVA para cuajado de frutos en porcentaje (%)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	1370.8	274.2	0.90	0.507	ns
Bloques	3	645.8	215.3	0.71	0.564	ns
Error experimental	15	4579.2	305.3			
Total	23	6595.8				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 22.45 %

F) Cuadro ANVA para rendimiento en toneladas por hectárea (ton/ha)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	86.88	17.38	0.32	0.890	ns
Bloques	3	395.11	131.7	2.46	0.103	ns
Error experimental	15	802.73	53.52			
Total	23	1284.72				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 7.01 %

G) Cuadro ANVA para peso promedio de frutos (gr)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	121.05	24.21	0.35	0.872	n.s
Bloques	3	53.49	17.83	0.26	0.853	n.s
Error experimental	15	1026.79	68.45			
Total	23	1201.33				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 12.48 %

H) Cuadro ANVA para longitud de fruto en centímetros (cm)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	2.568	0.513	1.91	0.151	ns
Bloques	3	2.543	0.848	3.16	0.056	ns
Error experimental	15	4.024	0.268			
Total	23	9.135				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 5.52 %

I) Cuadro ANVA para diámetro de fruto en centímetros (cm)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	0.499	0.999	1.49	0.250	ns
Bloques	3	0.009	0.003	0.05	0.986	ns
Error experimental	15	1.005	0.067			
Total	23	1.514				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 7.8 %

J) Cuadro ANVA para materia seca de hojas en porcentaje (%)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	47.547	9.509	1.17	0.370	ns
Bloques	3	21.814	7.271	0.89	0.468	ns
Error experimental	15	122.255	8.150			
Total	23	191.617				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 17.48 %

K) Cuadro ANVA para materia seca de tallos en porcentaje (%)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	52.48	10.5	0.84	0.541	ns
Bloques	3	49.82	16.61	1.33	0.301	ns
Error experimental	15	186.95	12.46			
Total	23	289.25				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 15.81 %

L) Cuadro ANVA para materia seca de frutos en porcentaje (%)

Fuente de variación	G.L	SC	CM	Fcal.	P - Valor	Signif.
Tratamiento	5	18.092	3.618	1.13	0.387	ns
Bloques	3	8.681	2.894	0.90	0.463	ns
Error experimental	15	48.093	3.206			
Total	23	74.866				

ns= no significativo; **= significativo al 0.05 de probabilidad

Coefficiente de variación: 15.10 %