

Tecnológico de Costa Rica



Área Académica Forestal

Maestría en Gestión de los Recursos Naturales y Tecnologías de la
Producción.

Trabajo Final de Graduación sometido al Tribunal del Área
Académica Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica para
optar por el grado de Máster en Gestión de Recursos Naturales y
Tecnologías de Producción.

**“Evaluación del efecto del Cipler® a base del alga marina
Ascophyllum nodosum en la calidad de la papa en la Zona
Norte de Cartago”.**

Emmanuel Antonio Fonseca Cordero

Campus Central, Cartago

Noviembre del 2018.

Hoja de Aprobación

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por el Tribunal del Área Académica Agroforestal del Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción.

Ing. Edwin Esquivel Segura. Ph.D
Profesor Tutor

William Rivera Méndez. MSc.
Profesor Lector

Ing. Roel Campos Rodríguez. Ph.D
Presidente del Tribunal

Emmanuel Antonio Fonseca Cordero.
Sustentante

Dedicatoria

Dedico este trabajo en primera instancia a Dios, toda la honra y la gloria siempre sean para él, a mi hermano Daniel, a mi novia y familia que siempre me han apoyado y creído en mi en cada uno de los éxitos alcanzados en mi vida, también a los agricultores que son los que trabajan fuerte cada día por alimentar el planeta.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estudiar nuevamente, a mi familia y novia por ser parte de mi inspiración para seguir adelante, agradezco infinitamente a Bryan Salazar y Jorge Mario Gómez por permitirme realizar los ensayos en sus fincas que además de demostrar que son excelentes agricultores son excelentes personas, a la empresa RESUSA y compañeros de zona por todo el apoyo, compañeros de maestría Mario y Adrián que estuvieron en las buenas y en las malas, un agradecimiento a los profesores por su excelente calidad, profesor tutor por el apoyo y enseñanza provechosa y a la academia en general muchas gracias.

Contenido.

Capítulo I.	9
1.1. Introducción.....	9
1.2. Problema de Investigación y su importancia.....	11
1.3. Objetivos.	13
1.3.1. General.....	13
1.3.2. Específicos.	13
Capítulo II. Marco Teórico	14
2.1. Generalidades del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>).	14
2.2. Tubérculo.	14
2.3. Clima y suelos.	16
2.4. Zonas de cultivo y épocas de siembra.	17
2.5. Variedad Granola.	18
2.6. Producto Comercial.	18
2.7. Algas Marinas y su uso.....	19
Capítulo III Metodología	22
3.1. Enfoque y tipo de investigación.	22
3.2. Marco espacial y temporal.....	22
3.3. Sistematización de los objetivos.	22
3.3.1. Evaluación de la calidad y el peso de la papa.....	22
Capítulo IV. Resultados y discusión	24
4.1. Evaluación de la calidad.....	24
4.2. Evaluación del peso.	25
4.3. Costos de aplicación de Cipler®.	27
Capítulo VI.	30
5.1. Conclusiones.....	30
5.2. Recomendaciones.....	31
Bibliografía.....	32

Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de la aplicación de Cipler® en el cultivo de papa en la Zona Norte de Cartago, 2018.	23
Cuadro 2. Análisis del porcentaje para la primera calidad de papa bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de Cipler®, Cartago, Costa Rica.....	24
Cuadro 3. Análisis del peso para la primera calidad de papa bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de Cipler®, Cartago, Costa Rica.	25
Cuadro 4. Análisis del peso para la segunda calidad de papa bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de Cipler®, Cartago, Costa Rica.....	26
Cuadro 5. Análisis de costos de los tratamientos con la aplicación de Cipler® y el testigo.	27
Cuadro 6. Relación beneficio/costo por hectárea para la producción de papa con aplicaciones de Cipler® y el testigo en Llano Grande de Cartago, Costa Rica.	28
Cuadro 7. Relación beneficio/Costo por hectárea para la producción de papa con aplicaciones de Cipler® y el testigo en Tierra Blanca de Cartago, Costa Rica.	28

Índice de figuras.

Figura 1. Cultivo de papa.....	14
Figura 2. Estructura del Tubérculo.....	15
Figura 3. Tubérculo recién cosechado.	15
Figura 4. Morfología <i>Ascophyllum nodosum</i>	20

Resumen

El uso de bioestimulantes a base de algas marinas ha innovado la agricultura recientemente, mejorando los cultivos y causando efectos positivos en la calidad, cantidad y productividad de las cosechas. Productos fabricados con extractos del alga *Ascophyllum nodosum* son alternativas para mejorar la producción ya que su efecto precursor de citoquininas permite obtener plantas resistentes a plagas y enfermedades y el buen desarrollo del cultivo mejorando la calidad de la cosecha. Esta investigación se realizó en dos sitios de la Zona Norte de Cartago donde se aplicaron a plantaciones de papa (*Solanum tuberosum*) (variedad Granola) tratamientos vía foliar del producto comercial Ciplax® base del alga marina *Ascophyllum nodosum* a dosis de 2,5 ml/L y a 5 ml/L de agua en tres y cinco aplicaciones en el ciclo de cultivo y, un testigo al que no se le realizaron aplicaciones. Se evaluó la calidad y peso de la cosecha según la clasificación de primera y segunda calidad. Los resultados arrojaron que la calidad y peso de las distintas dosis y tiempos no mostraron diferencias entre sí en ambos sitios, mientras que en todos los casos los tratamientos con aplicaciones fueron mejores al testigo en ambos sitios también. Se concluye que una dosis de 2,5 ml/L de agua en tres aplicaciones mejora el peso y calidad de la cosecha de papa y este resultado no parece ser sitio-específico en los lugares evaluados por lo que se puede recomendar la aplicación del producto en la producción de papa en la Zona Norte de Cartago.

Palabras clave: Bioestimulante, citoquininas, precursores, foliares, Ciplax.

Abstract

The use of biostimulants based on marine algae has recently innovated agriculture, improving crops and causing positive effects on the quality, quantity and productivity of crops. Products made with extracts of the alga *Ascophyllum nodosum* are alternatives to improve production since its precursor effect of cytokinin's allows obtaining plants resistant to pests and diseases and the good development of the crop improving the quality of the harvest. This research was carried out in two sites of the North Zone of Cartago where treatments were applied to potato plantations (*Solanum tuberosum*) (Granola variety) foliar treatments of the commercial product Cipler® base of the seaweed *Ascophyllum nodosum* at a dose of 2.5 ml / L and to 5 ml / L of water in three and five applications in the crop cycle and, a control to which no applications were made. The quality and weight of the harvest were evaluated according to the classification of first and second quality. The results showed that the quality and weight of the different doses and times did not show differences between them in both sites, while in all cases the treatments with applications were better to the control in both sites as well. It is concluded that a dose of 2.5 ml / L of water in three applications improves the weight and quality of the potato harvest and this result does not seem to be site-specific in the evaluated places, so the application of the product can be recommended in the production of potatoes in the North Zone of Cartago.

Key words: Biostimulant, cytokinin's, foliar, precursors, Cipler.

Capítulo I.

1.1. Introducción.

En Costa Rica durante muchos años la actividad del cultivo de la papa ha sido la principal fuente de entradas para pequeños y medianos productores. Este tubérculo ocupa una posición importante del consumo fresco en la canasta básica del costarricense y a su vez para la industria. La principal zona productora de papa en el país es la provincia de Cartago, concentrándose en la zona Norte (Llano Grande, Tierra Blanca y Pacayas) donde se cultiva alrededor de 2800 hectáreas y participan al menos 750 productores, seguido por Zarcero con 300 hectáreas (MAG, 2016).

El rendimiento del cultivo en Costa Rica es de 25 ton/ha según la Comisión Nacional De la Papa (MAG, 2016). Adicionalmente, a junio de 2016 la producción total anual había presentado un incremento sostenido desde 2013, pasando de 52 000 toneladas métricas a aproximadamente 90 000 toneladas métricas en 2015 y a 75 836 toneladas métricas a junio de 2016 (SIM-CNP 2017).

Las características de alta calidad comercial incluyen más del 70 a 80% de los tubérculos bien formados, color brillante, uniformidad, firmeza y ausencia de tierra adherida, libre de daños por golpes, abrasiones, partiduras por crecimiento, brotación, daño por insecto, cancro negro por *Rhizoctonia*, pudriciones, reverdecimiento y otros defectos (Técnico Agrícola, 2013).

El uso de plaguicidas tiene como finalidad reducir poblaciones que alcanzan el estatus de plaga, con esto el hombre resguarda sus cultivos y mejora sus rendimientos protegiéndolo incluso de enfermedades transmitidas por otros vectores. Frecuentemente la mayor parte de los plaguicidas que se aplican quedan en el ambiente y debido a la acción biocida de estas sustancias, las mismas conllevan en mayor o menor grado, consecuencias colaterales negativas para el ambiente (Enríquez, 1994).

Por la necesidad de mejorar el cultivo y evitar su susceptibilidad a plagas y enfermedades que conlleven al uso de plaguicidas que afecten la salud

ambiental y humana, es que se desea implementar el uso de un bioestimulante que promueva la producción de citoquininas que mejoren la calidad de la papa. Resulta de interés investigar si la aplicación del Ciplax®, un producto a base de extractos de algas marinas y nutrientes como *Ascophyllum nodosum*, logran alguna mejora en la producción de papa.

El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas, adelantar la germinación de las semillas, retrasar la senescencia, reducir la infestación por nemátodos e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas, entre otras. Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitohormonas involucradas en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Otros beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas, e incrementar el grado de maduración de los frutos (Medjdoub, 2015).

Los biofertilizantes a base de extractos de algas marinas son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos naturales que promueve la germinación de semillas, incrementan el desarrollo y rendimiento de cultivos (Norrie y Keathley, 2005).

1.2. Problema de Investigación y su importancia.

Las zonas altas de Costa Rica, principalmente en las faldas de los volcanes Irazú y Turrialba, se usan para la producción hortícola, siendo así el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) uno de los principales. Este cultivo necesita temperaturas máximas que oscilan entre los 26 °C, intermedias de 18 °C y bajas de 8 °C (Montaldo, 1991). Los suelos de dicha zona se caracterizan por ser profundos, con pendientes moderadas, franco y franco arcillosos, además con influencia de materiales de origen volcánico lo cual llegan a ser suelos ideales para el cultivo (Huarte, Capezio, 2013).

Es por eso, que se decide realizar la investigación en la Zona Norte de Cartago, específicamente en Llano Grande y Tierra Blanca, ya que dichos lugares son de gran importancia en la producción de papa. En los últimos años, el uso intensivo del suelo con este cultivo al realizar dos ciclos anuales, el uso de maquinaria y el poco conocimiento de los productores hacia nuevas tecnologías influyen como causas directas en un problema central que es la expansión de la frontera agrícola y el sobreuso del suelo, que de igual forma vinculando causas indirectas debido a la proliferación de plagas, se encuentra el uso excesivo de agroquímicos y acumulaciones del mismo en los alimentos lo que conlleva a convertirse también en un grave problema para la salud humana, ambiental y económica de los productores.

Los agricultores al desconocer o no emplear alternativas para mejorar el cultivo por falta de información o desarrollo de dichas alternativas, en este caso la calidad de papa se ven obligados a expandir sus áreas de cultivo lo que conlleva en los últimos años a la tala de árboles, así como el incremento en el uso de agroquímicos al aumentar las áreas de siembra. Se pretende no extender más el área de siembra para no continuar talando y usando agroquímicos a gran magnitud que afecten el ambiente, la salud, la calidad de vida del productor y sus colaboradores y la parte económica de dicho sector. Se pretende mejorar la calidad del cultivo de la papa, la finalidad de estas alternativas es obtener en mayor porcentaje que el tubérculo sea de primera calidad (45-60 milímetros) y lo

menos posible de segunda (28-55 milímetros) y hasta tercera calidad (menor a 28 milímetros) ya que los precios por quintal pueden bajar hasta un 40%.

1.3. Objetivos.

1.3.1. General.

- Evaluar el efecto de la aplicación foliar del Ciplax®, a base de *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad Granola en la Zona Norte de Cartago.

1.3.2. Específicos.

- Evaluar el efecto sobre la calidad de la papa cosechada en plantaciones con aplicaciones de *Ascophyllum nodosum* a distintas dosis y cantidades de aplicación.
- Evaluar el efecto sobre la cantidad de megagramos por hectárea (Mg/ha) de papa cosechada en plantaciones con aplicaciones de *Ascophyllum nodosum* a distintas dosis y cantidades de aplicación.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Generalidades del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*).

La papa es una planta anual herbácea, con hojas alternas, simples, sin estípulas. La inflorescencia es una cima terminal, algunas veces se reduce en ciertas variedades a inflorescencias en forma de umbelas y en otras a unas pocas flores al extremo de un eje sencillo. Las flores nacen en pedúnculos delgados, que tienen al medio un plano de abscisión o partes pequeñas, por el que se desprenden. El período de floración varía de pocos días a meses, según el cultivar. El cáliz se forma de cinco partes unidas; la corola de una sección inferior, tubular, que se expande arriba en cinco pétalos unidos, morados, blancos, amarillos, rojos o azules, según el cultivar. El fruto es una baya de dos celdas, de forma esférica u ovoide que contiene numerosas semillas adheridas a placentas parietales (León, 1987). En la figura 1 se aprecia el cultivo de papa en la Zona Norte de Cartago.



Figura 1. Cultivo de papa.

2.2. Tubérculo.

El tubérculo es un tejido somático, un tallo modificado, que ha sido diferenciado para constituirse en un órgano de reserva de almidón y proteína. La diferenciación normalmente ocurre cuando las plantas fisiológicamente maduras son expuestas a un fotoperíodo adecuado y reciben la influencia de otros factores como la temperatura, fertilización nitrogenada, nivel de CO₂ en el suelo, edad

fisiológica de la planta madre, una variedad de fitohormonas e intensidad luminosa. Comúnmente se sabe que los tubérculos se forman por engrosamiento de la punta de los estolones, debido a crecimiento radial de las células parenquimatosas; sin embargo, cualquier ápice del tallo, inclusive las yemas axilares, las yemas florales, las yemas apicales, las puntas de estolones y los brotes de tubérculos son capaces de tuberizar (Avilés J y Piedra R, 2017).

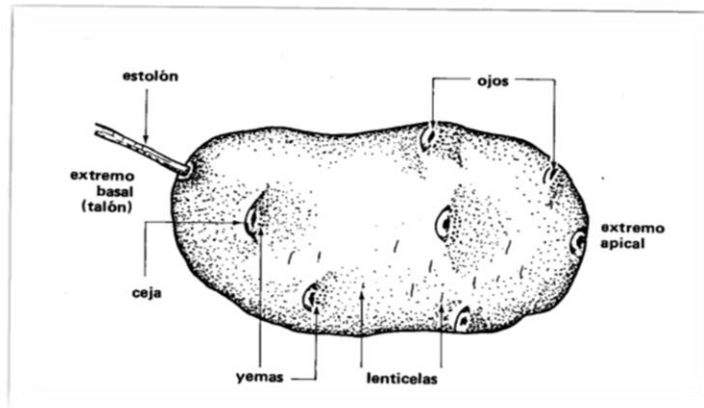


Figura 2. Estructura del Tubérculo.

Fuente Google, 2018.



Figura 3. Tubérculo recién cosechado.

La aporca es una práctica indispensable para obtener una buena producción, no solo en cuanto a cantidad, sino también en sanidad del tubérculo. Consiste en agregar suelo al lado de las plantas levantando el lomillo a lo largo del surco; esta es la base para el buen desarrollo del cultivo, principalmente en

verano, cuando el problema de la polilla es mayor. Se realiza en forma manual con azada o con arado tirado por caballo o bueyes. En cuanto al momento oportuno de realizar esta práctica, no se puede dar una recomendación general, pues la misma depende de las condiciones en que esté el cultivo, siendo lo adecuado cuando las plantas tienen una altura de 35 cm, de la altitud del sitio, la humedad, la variedad usada y el grado de brotación del tubérculo. Es importante destacar que en variedades como la Floresta, que producen estolones más largos y superficiales, hay que asegurarse una aporca más ancha y alta. (Avilés J y Piedra R, 2017).

Al realizar la cosecha es importante que el suelo esté seco, para evitar que se adhiera a los tubérculos. Los tubérculos cosechados se ponen en canastas de fibra natural con agujeros para que la tierra remanente vaya saliendo y luego se ponen en sacos, previa clasificación con base en el tamaño comercial: burras o papas muy grandes (45-60 milímetros), semilla (28-55 milímetros) y arreflis (menor a 28 milímetros) (MAG, 2007).

2.3. Clima y suelos.

De acuerdo con Vargas (1991) la papa se puede cultivar en lugares donde la temperatura mínima nocturna sea de 18 ° C como máximo, sin importar mucho la temperatura diurna, aunque se prefiere climas con temperaturas bajas. Conforme la temperatura mínima es más alta de producción disminuye; en cambio, entre 12 ° C y 18 ° C la producción es mejor tanto de follaje y tallos como de tubérculos.

Para satisfacer la necesidad de agua, la papa necesita entre 400 y 800 mm de agua, de acuerdo con las condiciones climáticas y de la duración del cultivo. Se debe considerar que el exceso de agua en el suelo provoca un desarrollo pobre de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados y de los que se utilizan como semilla, los cuales son especialmente susceptibles a la pudrición, máxime si se siembran y tapan estando húmedos. La papa puede cultivarse tanto bajo condiciones de lluvia natural, como bajo riego, pero la

humedad ambiental alta favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como tizón tardío.

La etapa más crítica en que la deficiencia de humedad en el suelo perjudica el cultivo, es la de formación de tubérculos. La excesiva variación de la humedad del suelo afecta la calidad de los tubérculos. Además, después de una sequía prolongada, el agua puede causar un segundo crecimiento de las plantas. Se debe evitar sembrar este cultivo en zonas muy expuestas al viento, principalmente a las brisas, las cuales, además de su efecto desecante, provocan heridas en el follaje y poco crecimiento de las plantas. Los mejores suelos para la papa son los porosos, friables y con muy buen drenaje, con una profundidad entre 25 y 30 cm y con el pH entre 5,0 y 5,4. Los suelos pesados con arcilla y limo, son menos adecuados para este cultivo (Vargas Aguilar, 1991).

2.4. Zonas de cultivo y épocas de siembra.

El cultivo de la papa puede hacerse en aquellas zonas que reúnan las condiciones de clima y suelos adecuados. Por lo general en el país se pueden señalar tres zonas altitudinales para su cultivo;

- Entre 1 500 y 3 000 msnm, como la Zona Norte de Cartago, Zona Norte de Heredia y Alajuela y la parte alta del cantón de Dota.
- Entre 1 000 y 1 500 msnm, comprende lugares como Cervantes de Cartago, San Rafael y San Isidro de Heredia.
- Menos de 1 000 msnm, la papa se puede cultivar en esta altitud en aquellas zonas y épocas que presenten una temperatura mínima nocturno a igual o menor a 18 ° C durante el ciclo del cultivo.

La papa se cultiva principalmente en la estación lluviosa, entre mayo y junio, y en el verano en octubre y noviembre, pero se puede sembrar en cualquier época del año, siempre y cuando la disponibilidad del agua sea adecuada y en otros casos según las zonas, ya que algunas pueden ser afectadas por problemas de heladas y plagas. La producción de papa en verano se efectúa en suelos que han almacenado suficiente agua, que permita mantener las plantas todo el ciclo (Vargas Aguilar, 1991).

2.5. Variedad Granola.

Es originaria de Alemania, la altura de la planta puede llegar hasta los 70 cm, presenta poca floración 35 a 40 días después de la siembra (dds), sus flores son de color lila. Su madurez fisiológica se presenta entre los 75 y 85 dds, la piel es lisa y de color amarillo al igual que la pulpa, sus tubérculos son redondos y de ojos superficiales, el porcentaje de sólidos es de aproximadamente 19 %. Es una variedad susceptible al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y al pie negro (*Erwinia carotovora*). Es resistente al virus del enrollamiento (PLRV), que es uno de los más importantes para las condiciones tropicales. Es ideal para zonas como Tierra Blanca de Cartago (de 2000 a 2500 msnm), en donde se adapta muy bien en época de verano, y para la región de Zarcero, donde se siembra la mayor área de esta variedad. Su uso es para consumo fresco y es una variedad altamente productiva. Con una buena semilla y adecuado manejo agronómico, se puede obtener una producción de 40 t/ha (Avilés J y Piedra R, 2017).

2.6. Producto Comercial.

El Cipler® es un fertilizante orgánico-mineral líquido para aplicación foliar o por sistemas de fertirriego, a base del alga marina (*Ascophyllum nodosum*) a una concentración del 60% de COOT (Carbono Orgánico Oxidable Total), que actúa como precursores citoquinéticos, con elementos secundarios y menores 100% quelatados con EDTA (ácido etilendiaminatetraacético), que incrementa los procesos de diferenciación celular (formación de órganos: flores, hojas o frutos), genera efectos alternos sobre el metabolismo de la planta: apertura estomática, supresión de la dominancia apical e inhibición de la senescencia de las hojas, con lo que se incrementa la fotosíntesis y la tolerancia al estrés (CosmoAgro, 2018).

Epuin (2004) define a los bioestimulantes como complejos nutritivos que contienen micronutrientes, aminoácidos, extractos vegetales y hormonas de crecimiento; que se ofrecen en el mercado con la finalidad de hacer más eficientes los sistemas agrícolas productivos. Estos productos tienen como cualidades estimular a las plantas hormonalmente, promover el desarrollo

radicular, resistencia a enfermedades, estimulación del desarrollo vegetativo, translocación de nutrientes y por consiguiente aumentos en el rendimiento.

Según Araña (1993), “el precursor de un fenómeno es una señal que lo precede, pueden presentarse varios casos; el fenómeno va siempre precedido del precursor o solo en ocasiones; el precursor se presenta solo si ocurre el fenómeno, o bien puede producirse el precursor, aunque después no ocurra el fenómeno”.

Gil (2009) define que una hormona es una sustancia orgánica sintetizada en alguna parte de la planta (órgano, tejido, célula), donde puede causar un efecto fisiológico en muy baja concentración y que es trasladado a otra parte en donde también causa otro efecto. Las hormonas actúan con varias señales de larga distancia y ambientales y con receptores para causar un efecto. Actualmente se reconocen 5 grupos de fitohormonas: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno. La función de las citoquininas (CK) es promover la división celular, pero también la expansión celular en hojas y cotiledones en interacción con auxinas. También hace mención de que las algas marinas son importantes fuentes de zeatina (citoquinina) (Gil, 2009). Otras funciones importantes de las citoquininas es facilitar la cicatrización de las heridas y prolongan la vida de flores, hojas y frutos (Campos, 2002).

2.7. Algas Marinas y su uso.

Probablemente la aplicación de mayor tradición y mayor cobertura a nivel mundial en el uso de algas marinas se encuentra en la fabricación de fertilizantes y directamente como abonos. Desde la mitad del siglo pasado, la fabricación de productos líquidos derivados de algas ha permitido ampliar esta aplicación tanto geográficamente como en sus usos específicos. Las principales especies utilizadas son *Macrocystis spp.* y *Ascophyllum spp.* (Figura 4). Su valor como fertilizante se debe a su alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de acondicionar suelo y estimular el crecimiento vegetal (Peña, Palacios, Ospina, 2005). Los extractos de algas marinas pueden ser utilizados como suplementos nutricionales, bioestimulantes o fertilizantes en la agricultura y horticultura, como

biofertilizantes se pueden utilizar en extracto líquido o granular (polvo), el cual se puede aplicar vía foliar o al suelo (Hernández et al., 2014).

Del género *Ascophyllum* solo se conoce una especie, *A. nodosum*, que vive en la zona eulitoral en estuarios y ensenadas costeras de ambos lados del Atlántico Norte. “Planta de unos centímetros a más de un metro, de color marrón verdoso, negra tras la desecación, que se fija al sustrato por un disco grueso del que parten, una o, más frecuentemente, varias frondes. Frondes cilíndricas en la base, volviéndose acintadas en seguida y ramificándose pseudodicotómicamente” (Martí, 2000).



Figura 4. Morfología *Ascophyllum nodosum*.

Fuente Martí, 2000.

Existe cada vez más preocupación en cuanto al uso excesivo de los productos fitosanitarios. Un gran interés está dedicado a la utilización de conceptos y de productos que al principio estarían previstos para la agricultura biológica o ecológica. Sin embargo, cada vez, más personas (entre los científicos o agricultores) piensan que no tiene sentido la presencia de estas limitaciones y/o denominaciones. En efecto, si existe un modo que podría minimizar el uso de fungicidas o insecticidas tiene que ser utilizado y aprovechados en toda la agricultura como sea. Activar las autodefensas de las plantas está basado en activar los mecanismos de defensa naturales presentes en la planta, que

normalmente están en estado latente. Dicho efecto se traduce por el aumento de su capacidad de defenderse contra un espectro de agentes y/o patógenos. La resistencia puede ser específica o no específicas. Más interés está dedicado a las resistencias no específicas. Este tipo de resistencia puede ser inducido por varios agentes llamado según el origen elicitores bióticos o abióticos. Pueden ser bacterias, hongos, fragmentos de pared celular, fosetil de aluminio, glycoproteínas, harpinas, entre otros (Medjdoub, 2015).

Varios trabajos entre ellos aquellos realizados por Yves Lizzi et al., 1998; han demostrado que la aplicación foliar de extractos de algas *Ascophyllum nodosum* reducen significativamente la infección por mildiu en hojas infectadas por *Phytophthora capsici* y *Plasmopara viticola*. Los mismos autores han demostrado el aumento de peroxidasa y la concentración de fitoalexinas, ambos marcadores de la resistencia, en las hojas de pimiento. Más recientemente, un trabajo publicado por Zhang y Ervin, 2004 demostraron por primera vez la presencia de citoquininas en los extractos de algas y que su aplicación induce a un aumento de la concentración endógenas del nivel de citoquininas, lo que posiblemente es la base de la mejora contra sequía de la hierba estudiada 'Bentgrass'.

Capítulo III Metodología.

3.1. Enfoque y tipo de investigación.

El enfoque será mixto, ya que de forma cuantitativa se recolectarán datos y se someterán al análisis estadístico, mientras que de forma cualitativa se recopilarán resultados. El tipo de investigación es experimental ya que el diseño que se estableció fue de bloques completos al azar para un total de 4 bloques por sitio con 5 unidades experimentales por bloque de 3 x 4 metros y un área total de 240 m² en cada sitio de estudio y cada bloque fue debidamente rotulado.

3.2. Marco espacial y temporal.

La investigación se llevó a cabo en dos sitios de la Zona Norte de Cartago en donde el primer ensayo se realizó en Llano Grande latitud 9° 56´ 22,99" N y longitud 83° 54´ 38,07" O a una elevación de 2275 msnm, con una temperatura media anual de 13,9 ° C y una precipitación media anual de 1919 mm. El segundo ensayo se realizó en Tierra Blanca latitud 9° 55´ 04,04" N y longitud 83° 53´ 17,98" O a una elevación de 2139 msnm, con una temperatura media de 15,0 °C y una precipitación anual de 2214 mm (Climate-Data.ORG. 2018.). El tiempo comprendido del ensayo fue entre la segunda semana en el mes de mayo y la primera semana del mes de setiembre donde se cosechó.

3.3. Sistematización de los objetivos.

3.3.1. Evaluación de la calidad y el peso de la papa.

Por cada tratamiento (Cuadro 1) se realizaron cuatro repeticiones al igual que el testigo. Las aplicaciones del Cipler[®] se realizaron con bomba de espalda vía foliar y el material varietal seleccionado fue la variedad Granola. El programa de fertilización granulada al suelo constó de dos aplicaciones, una a la siembra con la fórmula 10-30-10 y otra en el momento de la aporca con la fórmula 15-3-20 para todos los tratamientos y el testigo.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de la aplicación de Ciplex® en el cultivo de papa en la Zona Norte de Cartago, 2018.

Tratamiento	Dosis	Aplicaciones	Momento de aplicación
Testigo	No	No	No
Tratamiento 1	2,5 ml/L	3	1 antes de aporca y 2 después de aporca (semana 3 después de siembra y semana 5 y 7 después de aporca).
Tratamiento 2	5 ml/L	3	1 antes de aporca y 2 después de aporca (semana 3 después de siembra y semana 5 y 7 después de aporca).
Tratamiento 3	2,5 ml/L	5	2 antes de aporca y 3 después de aporca (semana 3 y 4 después de siembra y semana 2, 5 y 7 después de aporca).
Tratamiento 4	5 ml/L	5	2 antes de aporca y 3 después de aporca (semana 3 y 4 después de siembra y semana 2, 5 y 7 después de aporca).

En cada una de las repeticiones se cosechó un total de tres metros lineales en donde la papa se clasificó en primera y segunda calidad y se determinó la calidad y el peso de la papa. Una vez obtenidos los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía mediante el programa estadístico InfoStat versión estudiantil utilizando el método DGC (Prueba de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves) para la separación de medias con un 5% de probabilidad de error.

Capítulo IV. Resultados y discusión.

4.1. Evaluación de la calidad.

En la evaluación realizada al porcentaje de primera calidad del tubérculo en Llano Grande y Tierra Blanca se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó el Ciplex® y el testigo ($p < 0,0001$), sin embargo, a distintas dosis y cantidad de aplicaciones no se encontraron diferencias significativas entre cada uno de ellos. En el caso de Llano Grande el tratamiento 4 presentó el valor mayor con 99,54% y el testigo presentó un valor del 96,66% mientras que en el caso de Tierra Blanca el tratamiento 1 fue quien presentó el valor mayor con un 99,62% y el testigo un 96,85%. (Cuadro 2). El porcentaje restante tanto en testigo como en tratamientos lo conforma la papa de segunda calidad.

Cuadro 2. Análisis del porcentaje para la primera calidad de papa bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de Ciplex®, Cartago, Costa Rica.

Llano Grande			Tierra Blanca		
Tratamiento	Medias (%)		Tratamiento	Medias (%)	
Testigo	96,66	A	Testigo	96,85	A
1	99,09	B	2	99,46	B
2	99,44	B	3	99,56	B
3	99,50	B	4	99,59	B
4	99,54	B	1	99,62	B

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Analizando los resultados en cuanto a calidad se obtuvo que los rendimientos en los tratamientos aumentaron con respecto al testigo, no obstante, entre tratamientos no se observa diferencias. Guillén (2014) encontró en su investigación que con la aplicación de alga-enzimas los tratamientos aplicados superan al testigo mejorando así la calidad de la papa y el peso. Paz y Efraín (2015) encontraron que la utilización de *Ascophyllum nodosum* produjo mayor porcentaje (%) de materia seca en comparación al tratamiento testigo. Por lo que se puede afirmar que basados en los datos que se obtuvieron en la

investigación que se realizó la aplicación de *A. nodosum* mejoró el rendimiento del cultivo de papa.

4.2. Evaluación del peso.

En la evaluación realizada al peso de primera calidad del tubérculo se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos donde se aplicó el Cipler® y el testigo ($p < 0,002$), sin embargo, a distintas dosis y cantidad de aplicaciones no se encontró diferencias significativas entre cada uno de ellos. En el caso de Llano Grande y Tierra Blanca el tratamiento 3 obtuvo el mayor peso con 14,90 kg y 19,18 kg respectivamente y en el caso de los testigos los pesos fueron de 9,10 kg y 12,58 kg para ambos sitios. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis del peso para la primera calidad de papa bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de Cipler®, Cartago, Costa Rica.

Llano Grande			Tierra Blanca		
Tratamiento	Medias (Mg/ha)		Tratamiento	Medias (Mg/ha)	
Testigo	19,20	A	Testigo	26,50	A
1	26,20	B	2	34,80	B
4	27,70	B	4	36,10	B
2	28,40	B	1	39,40	B
3	31,40	B	3	39,90	B

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Al extrapolar los datos de producción por hectárea el tratamiento como el T₃ en la zona de Llano Grande produjo 31,4 Mg/ha mientras que el testigo produjo 19,2 Mg/ha, eso quiere decir que el T₃ aumentó en un 63,5% el rendimiento por hectárea de los tubérculos de primera calidad. En un experimento llevado a cabo en La Florida, USA cuando las plantas de papa estaban en floración se les aplicó de manera foliar extractos de algas y el incremento en cosecha fue de un 36 % y la calidad del tubérculo mejoró notablemente (Canales, 1999). El resultado obtenido en Cartago fue superior posiblemente por el momento de aplicación, las dosis o la calidad del producto; ya que para el caso de Tierra Blanca de igual forma el T₃ da el rendimiento más alto de 39,9 Mg/ha, mientras el testigo produjo 26,5 Mg/ha, un aumento de rendimiento del 50,5%.

Al analizar el peso de la segunda calidad del tubérculo se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos donde se aplicó el Cipler® y el testigo ($p < 0,0001$), sin embargo, a distintas dosis y cantidad de aplicaciones no se encontró diferencias significativas entre cada uno de ellos. En el caso de Llano Grande el tratamiento 4 obtuvo el menor peso con 0,06 kg y para el caso de Tierra Blanca el menor peso se obtuvo en el tratamiento 1 con un valor de 0,07 kg respectivamente y en el caso de los testigos los pesos fueron de 0,31 kg y 0,40 kg para ambos sitios. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis del peso para la segunda calidad de papa bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de Cipler®, Cartago, Costa Rica.

Llano Grande			Tierra Blanca		
Tratamiento	Medias (Mg/ha)		Tratamiento	Medias (Mg/ha)	
4	0,38	A	1	0,44	A
3	0,50	A	4	0,44	A
2	0,50	A	3	0,50	A
1	0,69	A	2	0,57	A
Testigo	1,90	B	Testigo	2,50	B

Medias con una letra distinta son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Con respecto al análisis de los resultados de la papa de segunda calidad en Llano Grande el testigo obtuvo una producción de 1,9 Mg/ha, mientras que los tratamientos de Cipler® produjeron 0,3 a 0,6 Mg/ha. Para el Caso de Tierra Blanca el testigo obtuvo 2,5 Mg/ha, mientras que los tratamientos 0,4 a 0,5 Mg/ha. Talamas (1998) encontró que la aplicación de extractos de algas a suelo y a follaje aumentan el tonelaje por hectárea y aumenta la calidad en la papa, disminuyendo la papa no comercial hasta en un 15%. Al igual que los datos de producción de papa de primera calidad los datos obtenidos son mejores que los reportados anteriormente en la literatura, ya que la disminución de la papa de segunda calidad alcanzó hasta valores de disminución superiores al 80% muy por encima de los 15% reportados anteriormente.

Especies como el *Ascophyllum nodosum* contiene macronutrientes y micronutrientes requeridos para la nutrición celular. La compañía norteamericana Acadian Seaplants Limited demostró que los suplementos vitamínicos que

proviene de esta especie incrementan la productividad agrícola y las ganancias en términos de tiempo y dinero. De igual forma, favorecen la disponibilidad de azúcares, incremento de talla de frutos, minimización del tiempo de cultivo, mejores formas y tonalidades de los productos agrícolas. (Muñoz, Benavides, 2010).

Las algas marinas, así como sus derivados, se utilizan gracias al alto contenido de todos los macroelementos, todos los microelementos, todos los oligoelementos y/o trazas además de sustancias naturales cuyo efecto es similar a los reguladores de crecimiento de las plantas: vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas enfermedades (Medjdoub, 2015).

En este caso no se observó que el ciclo de producción se acortara, pero las ganancias obtenidas fueron mayores y la relación beneficio costo fue mayor pasando de \$ 14.160/ha en el testigo en Llano Grande a \$ 26.894,55/ha en el tratamiento y de la misma manera para Tierra Blanca donde pasó de \$ 21.825/ha a para el testigo y el tratamiento \$ 35.819,55/ha respectivamente.

4.3. Costos de aplicación de Cipler®.

Cuadro 5. Análisis de costos de los tratamientos con la aplicación de Cipler® y el testigo.

Tratamientos	Aplicaciones en el ciclo	Dosis/200 litros agua	Dosis / hectárea	Costo litro Cipler (\$)	Total/hectárea (\$)
Testigo	0	0	0	0	0
2,5 ml/L (1)	3	500 ml	1 L	15,09	45,27
5 ml/L (2)	3	1 L	2 L	15,09	90,54
2,5 ml/L (3)	5	500 ml	1 L	15,09	75,45
5 ml/L (4)	5	1 L	2 L	15,09	150,90

Como se muestra en el cuadro 5, basados en el tratamiento 3 (T₃) se aprecia que en el ciclo con 5 aplicaciones a 2,5 ml/L el costo por hectárea solamente del Cipler® fue de \$ 75,45 USD haciendo referencia a este tratamiento

ya que fue el que dio un resultado agrónomicamente rentable en cuanto a rendimiento el cual aumento es más del 63%.

Cuadro 6. Relación beneficio/costo por hectárea para la producción de papa con aplicaciones de Cipler® y el testigo en Llano Grande de Cartago, Costa Rica.

Tratamiento	Producción Kg/ha	Precio \$/kg	Ingreso Bruto \$	Costo tratamiento / ciclo / ha \$	Ingreso Neto \$	Utilidad sobre el Testigo \$	Relación beneficio / costo
Testigo	19.200	1,05	20.160,00	6.000,00	14.160,00	0	2,36*
1	26.200	1,05	27.510,00	6.045,27	21.464,73	7.304,73	1,2
2	28.400	1,05	29.820,00	6.090,54	23.729,46	9.569,46	1,6
3	31.400	1,05	32.970,00	6.075,45	26.894,55	12.734,55	2,1
4	27.700	1,05	29.085,00	6.150,90	22.934,10	8.774,10	1,4

En el cuadro 6 se puede observar como la utilidad neta con el tratamiento 3 (T₃) es de \$ 12,734,55 USD con respecto al testigo. “Salazar y Gómez afirman que los costos de producción de una hectárea de papa ronda aproximadamente los \$ 6000 USD” (B. Salazar y J. Gómez, comunicación personal, 2 de mayo del 2018). Cabe destacar que dicho tratamiento dio el mejor resultado en cuanto a beneficio/costo ya que por cada dólar invertido la recuperación será de 2,1 dólares. La relación B/C en el testigo es del ingreso neto sobre el costo por hectárea mientras que los tratamientos la relación B/C es la utilidad sobre el testigo con respecto al costo por tratamiento en el ciclo por hectárea.

Cuadro 7. Relación beneficio/Costo por hectárea para la producción de papa con aplicaciones de Cipler® y el testigo en Tierra Blanca de Cartago, Costa Rica.

Tratamiento	Producción Kg/ha	Precio \$/kg	Ingreso Bruto \$	Costo tratamiento / ciclo / ha \$	Ingreso Neto \$	Utilidad sobre el Testigo \$	Relación beneficio / costo
Testigo	26.500	1,05	27.825,00	6.000,00	21.825,00	0	3,6*
1	39.400	1,05	41.370,00	6.045,27	35.324,73	13.499,73	2,2
2	34.800	1,05	36.540,00	6.090,54	30.449,46	8.624,46	1,4
3	39.900	1,05	41.895,00	6.075,45	35.819,55	13.994,55	2,3
4	36.100	1,05	37.905,00	6.150,90	31.754,10	9.929,10	1,6

En el cuadro 7 se aprecia como en el tratamiento 1 y 3 se presentan resultados similares en cuanto a relación de beneficio/costo encontrando que, aunque en el 1 se produzcan 400 kilogramos menos con respecto al 3 obtendremos una buena rentabilidad. La relación B/C en el testigo es del ingreso neto sobre el costo por hectárea mientras que los tratamientos la relación B/C es la utilidad sobre el testigo con respecto al costo por tratamiento en el ciclo por hectárea. Los precios por kilogramos fueron basados según PIMA, octubre 2018.

Capítulo VI.

5.1. Conclusiones.

La aplicación de Cipler® mejoró la calidad de la papa de primera ya que los porcentajes de los tratamientos mostraron diferencias con respecto al testigo para ambos sitios de estudio.

La aplicación de Cipler® mejoró el peso de la papa ya que produjo mayor cantidad de Mg/ha donde el T₃ en Llano Grande aumento el rendimiento a más del 63% mientras que en Tierra Blanca a más del 50%.

Entre los tratamientos que variaban las dosis y la cantidad de las aplicaciones no se observaron diferencias, posiblemente porque la cantidad de aplicaciones o dosis no causaron diferencias en las citoquininas producidas en la papa o a que se llegó a su máxima capacidad productiva en la zona.

En cuanto al beneficio/costo el empleo del Cipler® fue beneficioso ya que la inversión en implementar el producto no generó costos excesivos y la relación fue positiva resultando rentable utilizar productos que estimulan de forma natural los cultivos para mejorar rendimientos sin afectar el ambiente.

5.2. Recomendaciones.

Realizar ensayos en otras variedades de papa, así como en otras zonas del país ya que la investigación se realizó en el ciclo de la época lluviosa, en la Zona Norte de Cartago y con la variedad Granola por lo que se recomienda realizar el ensayo de igual forma en la época seca para validar los resultados a lo largo del año y de igual forma en otros cultivos de importancia.

Llevar a cabo la evaluación hasta el proceso de lavado, selección y empacado donde se podrá evaluar el efecto del Ciplax® en la calidad del tubérculo fresco listo para ser comercializado.

Bibliografía.

Araña, J. M. (1993). La volcanología actual Editorial CSIC-CSIC Press. Madrid, España.

Avilés, J. Piedra, R. (2017). Manual del cultivo de la papa en Costa Rica (*Solanum tuberosum*). INTA. San José, Costa Rica. 2018. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10931.pdf>

Canales, B. (1999). Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, 17(3). Disponible en: <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art271-276.pdf>

Campos, P. (2002). Biología vol II. Editorial Limusa. México.

COSMOAGRO SA. (2018). Ciplax. Colombia. CosmoAgro SA. Disponible en: <https://www.cosmoagro.com/web/producto/ciplax/>

Climate-Data.ORG. 2018. Climas Zona Norte de Cartago (Llano Grande y Tierra Blanca). Disponible en: <https://es.climate-data.org/location/510508/>

Enríquez, C. (1994). Atlas agropecuario de Costa Rica. Euned. San José, Costa Rica.

Epuin, A. (2004). Evaluación de tres bioestimulantes comerciales sobre el rendimiento de cuatro variedades de papa, bajo condiciones de secano en el valle central de la IX Región. Universidad Católica de Temuco, Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Agronomía. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales.

Gil, G. (2009). Fruticultura-el potencial productivo: Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Ediciones UC.

Guillén, R. Evaluación de Algaenzims (MR), Algaroot (MR), Turboenzims (MR), Quitaflor y Mayor en el Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Norteña. Universidad Autónoma Agraria, México. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo (No. SB 608. P8. G841 2011.). Disponible en: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1472/EVALUACION%20DE%20ALGAENZIMS\(MR\),%20Algaroot\(MR\),%20Turboenzims\(MR\),%20Quitaflor%20y%20MAYOR%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20PAPA%20\(Solanum%20tuberosum%20L.\)%20VARIEDAD%20NORTE%D1A.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1472/EVALUACION%20DE%20ALGAENZIMS(MR),%20Algaroot(MR),%20Turboenzims(MR),%20Quitaflor%20y%20MAYOR%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20PAPA%20(Solanum%20tuberosum%20L.)%20VARIEDAD%20NORTE%D1A.pdf?sequence=1)

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.

Huarte, M. Capezio, S. (2013). *Cultivo de papa*, Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Marcelo_Huarte/publication/256195293_Cultivo_de_papa/links/00b49521f35fed4480000000.pdf

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica, IICA.

Medjdoub, R. (2015). Las algas marinas y la agricultura. *Obtenido De:* [Http://catsaigner.Adiego.com/sites/default/files/las_algas_marinas.Pdf](http://catsaigner.Adiego.com/sites/default/files/las_algas_marinas.Pdf),

Martí, C. (2000). Flora phycologica ibérica. Fucales Editum.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). (2016). Minuta de la Comisión Nacional de Papa y Cebolla, 8 jun. San José, Costa Rica. 9 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica). (2007). Caracterización de la Agrocadena de Papa, Cartago, Costa Rica. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9453.pdf>

- Montaldo, A. (1991). Cultivo de raíces y tubérculos tropicales, Agroamérica. IICA. San José, Costa Rica.
- Norrie, J. and Keathley, J. P. 2005. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to 'Thompson seedless' grape production. (Proceedings of the In: Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production). Acta Hort. 727(1):243-248.
- Muñoz, J. & Benavides, C. (2010). Fertilización biológica: Técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción Limpia, 5(2), 77-96. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3875676>
- Paz, P., & Efrain, A. (2015). Aplicación foliar de phyllum (*Ascophyllum nodosum*) en papa cv. unica (*Solanum tuberosum*) con dos fuentes de materia orgánica. Universidad Nacional de San Agustín, Perú. Facultad de Agronomía. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/403/M-21610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PIMA (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario). (2018). Heredia, Costa Rica. Disponible en: <http://www.pima.go.cr/boletin/>
- Peña, E. Palacios, M. & Ospina, N. Algas como indicadores de contaminación (No. 589.3 P419a). Cali, CO: Universidad del Valle, 2005.
- Lizzi, Y., C., Coulomb y C. Polian 1998. Seaweed and Mildew: What Does the Future Hold? The defense of plant. 508: 29-30.
- SIM (Sistema de Información de Mercados, Costa Rica)-CNP (Consejo Nacional de Producción, Costa Rica). 2017. Estudio de factibilidad de papa industrial en Costa Rica: términos de referencia. San José, Costa Rica. 16 p.
- Talamas, E. (1998). Efecto de los extractos de algas marinas en la calidad y rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Universidad

Agraria Antonio Narro, México. División de Agronomía. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/593/T08282%20TALAMAS%20HANDAL,%20ENRIQUE%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Técnico Agrícola (2013). Postcosecha en patata temprana. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. Disponible en: www.tecnicoagricola.es/calidad-postcosecha-en-patata-temprana/

Vargas, E. (1991). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. MAG. San José Costa Rica.

Zhang, X. y E. H., Ervin 2004. Cytokinin-Containing Seaweed and Humic Acid Extracts Associated with Creeping Bentgrass Leaf Cytokinins and Drought Resistance. Crop science. 44:1737-1745.

