



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. Y UN
CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS EN EL CRECIMIENTO,
DESARROLLO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE *Brassica*
oleracea var. *Italica*”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Autor: Freddy Alexander Alvarado Romero

Director: Ing. Klever Iván Granda Mora Ph.D

Loja – Ecuador

2021

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

Ing. Klever Iván Granda Mora *PhD.*

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que luego de haber dirigido y revisado el trabajo de tesis titulado: “**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. Y UN CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE *Brassica oleracea* var. *Italica***”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, del egresado: **Freddy Alexander Alvarado Romero**, se autoriza su presentación debido a que el mismo se sujeta a las normas y reglamentos generales de graduación exigidos por la Carrera de Ingeniería Agronómica.

En mi calidad de Director de Tesis, certifico que la investigación realizada ha sido trabajo propio del egresado.

Loja, 17 de febrero del 2021



Firmado electrónicamente por:

**KLEVER IVAN
GRANDA MORA**

Ing. Klever Iván Granda Mora PhD.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Una vez cumplida la reunión del tribunal de calificación del trabajo final de tesis titulado: **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. Y UN CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE *Brassica oleracea* var. *Italica*”** de autoría del Sr. Freddy Alexander Alvarado Romero, egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, ha incorporado las sugerencias efectuadas por los miembros del tribunal y está acorde con los requerimientos y exigencias de la Universidad Nacional de Loja.

En tal virtud, nos permitimos aprobar y calificar el presente trabajo de investigación, y autorizamos al interesado continuar con los trámites pertinentes.

Loja, 23 de abril de 2021

TULIO FERNANDO SOLANO CASTILLO
Firmado digitalmente por TULIO FERNANDO SOLANO CASTILLO
Fecha: 2021.04.26 16:53:45 -05'00'

PhD. Tulio Solano Castillo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
EDMIGIO SOLIFS
VALDIVIESO
CARAGUAY

Mg. Sc. Edmigio Valdivieso Caraguay

VOCAL



Firmado electrónicamente por:
PAULINA VANESA
FERNANDEZ
GUARNIZO

Mg. Sc. Paulina Fernández Guarnizo

VOCAL

AUTORÍA

Yo, Freddy Alexander Alvarado Romero, declaro ser el autor del presente TRABAJO DE TESIS y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes Jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Declaro, que durante la investigación y elaboración de la tesis el uso de referencias publicadas por otros autores cumplió con las normas y regulaciones establecidas. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.”



Firmado electrónicamente por:
FREDDY ALEXANDER
ALVARADO ROMERO

Firma:

Autor: Freddy Alexander Alvarado Romero

Cédula: 0706081338

Fecha:23/04/2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Freddy Alexander Alvarado Romero, declaro ser el autor de la tesis titulada “**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. Y UN CONSORCIO DE RIZOBACTERIAS EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE *Brassica oleracea* var. *Italica***” como requisito para optar al grado de Ingeniero en Agronomía, por lo que autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden hacer uso de este trabajo investigativo en las redes de información del país (RID) y del exterior, con las que mantenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio de dicha tesis que realice una tercera persona.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los veintisiete días del mes de abril del dos mil veintiuno, firma el autor:

Firma:  Firmado electrónicamente por:
FREDDY ALEXANDER
ALVARADO ROMERO

Autor: Freddy Alexander Alvarado Romero

Número de cédula: 0706081338

Dirección: Zaruma

Correo electrónico: freddy.alvarado@unl.edu.ec

Celular: 0994276308

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Ing. Klever Iván Granda Mora *PhD.*

Tribunal de grado:

PhD. Tulio Solano Castillo **PRESIDENTE**

Mg. Sc. Edmigio Valdivieso Caraguay **VOCAL**

Mg. Sc. Paulina Fernández Guarnizo **VOCAL**

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja por formarme como Ingeniero Agrónomo gracias por el apoyo, tiempo y sabiduría prestada. A ustedes que me brindaron su apoyo en los momentos difíciles y me alentaron a seguir adelante, hoy se ven cumplidos nuestros esfuerzos y mis deseos; iniciándose una etapa en mi vida en la que siempre estarán en mi corazón. Agradezco a mis docentes por sus conocimientos, disposición y ayuda brindada. No es fácil llegar, se necesita esfuerzo, lucha y deseos, pero sobre todo el apoyo como el que he recibido durante todo este tiempo. Ahora más que nunca se acredita hacia ustedes admiración y respeto, además agradezco al Ing. Klever Iván Granda Mora PhD. por haberme guiado en este trabajo y haberme enseñado a ser paciente hasta alcanzar mi meta deseada.

FREDDY

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios todopoderoso y benévolo por llenar mi vida de dicha y bendiciones a diario, por la oportunidad de existir, por su amor, porque sin su bendición no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional, al mismo tiempo me es grato dedicarles este trabajo de investigación a mi madre, hermano y amigos por que sin el apoyo de ellos y amor no hubiese hecho este logro tan importante para mí.

FREDDY

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS.....	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	III
AUTORÍA	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
TÍTULO.....	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivos específicos	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen de la especie (Brócoli).....	4
2.2. Taxonomía	4
2.3. Características Morfológicas.....	4
2.4. Factores agroclimáticos del cultivo de brócoli	5
2.4.1. Agua.....	5
2.4.2. Suelo	6
2.4.3. Temperatura	6
2.5. Fertilización	6
2.5.1. Fertilización química.....	6
2.5.2. Requerimientos nutricionales del cultivo de brócoli.....	7
2.5.2.1. <i>Nitrógeno.</i>	8
2.5.2.2. <i>Fósforo.</i>	8
2.5.2.3. <i>Potasio.</i>	9
2.5.2.4. <i>Magnesio.</i>	9
2.5.2.5. <i>Calcio.</i>	9
2.5.2.6. <i>Azufre.</i>	10
2.5.2.7. <i>Boro.</i>	10
2.5.3. Fertilización orgánica.....	10
2.5.3.1. <i>Microorganismos asociados con plantas relacionados con la fertilización biológica...</i>	11
2.6. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV)	12
2.6.1. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras de crecimiento	14
2.7. Género <i>Bacillus</i>	14

2.7.1.	<i>Bacillus subtilis</i>	15
2.7.2.	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	15
2.8.	<i>Pseudomonas</i>	16
2.8.1.	<i>Pseudomonas monteilii</i>	16
2.9.	Microalgas	16
2.9.1.	Condiciones de cultivo para microalgas	18
2.9.1.1.	Luz.....	18
2.9.1.2.	Temperatura.....	18
2.9.1.3.	pH.....	18
2.10.	<i>Chlorella</i> spp.....	19
2.11.	Análisis económico	19
2.11.1.	Costos variables	19
2.11.2.	Precios de campo.....	20
2.11.3.	Rendimientos ajustados.....	20
2.11.4.	Beneficio bruto.....	21
2.11.5.	Beneficio neto	21
2.11.6.	Análisis de dominancia	22
2.11.7.	Tasa de retorno marginal (TRM).....	22
2.11.8.	Tasa mínima de retorno (TMR).....	22
2.11.9.	Tratamiento más rentable	23
2.12.	Antecedentes del uso de <i>Chlorella</i> spp. y rizobacterias.....	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1.	Área de estudio	24
3.2.1.	Tratamientos.....	25
3.2.2.	Características del ensayo	26
3.3.	Metodología por objetivos:	27
3.3.1.	Metodología para el primer objetivo:	27
3.3.2.	Metodología para el segundo objetivo:.....	29
3.3.3.	Metodología para el tercer objetivo:.....	30
3.4.	Análisis estadístico.....	30
4.	RESULTADOS	31
4.1.	Evaluación de variables morfológicas.....	31
4.1.1.	Evaluación del rendimiento.....	34
4.1.2.	Análisis de correlación.....	34
4.2.	Comparación de los análisis de suelo.....	35
4.3.	Análisis económico	36
5.	DISCUSIÓN.....	39
5.1.	Altura y número de hojas	39
5.2.	Diámetro, peso y rendimiento de pella.....	39
5.3.	Comparación de los análisis de suelo.....	41
5.4.	Análisis económico	42

6.	CONCLUSIONES	43
7.	RECOMENDACIONES	44
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
9.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efectos de Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) en cultivos donde se han evaluado (Parray et al., 2016)	12
Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento de campo.	25
Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson aplicado a las variables altura de planta, número de hojas, diámetro de pella, peso de pella y rendimiento del cultivo de brócoli.....	35
Tabla 4. Contenido de macro y micro nutrientes en el primer y segundo análisis de suelo	35
Tabla 5. Resultados de pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico	36
Tabla 6. Relaciones, suma de bases y textura.....	36
Tabla 7. Ingresos económicos de producción/ha para el cultivo de brócoli.....	37
Tabla 8. Análisis de dominancia de la rentabilidad	37
Tabla 9. Análisis marginal	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación donde se desarrolló el proyecto.	24
Figura 2. Esquema de disposición del ensayo.	27
Figura 3. Altura de las plantas de brócoli. Tratamientos: 1 (Testigo), 2 (<i>Chlorella</i> spp. y consorcio de rizobacterias), 3 (<i>Chlorella</i> spp.), 4 (Consortio de rizobacterias), 5 (Materia orgánica) y 6 (Fertilizante químico).....	31
Figura 4. Número de hojas de las plantas de brócoli. Tratamientos: 1 (Testigo), 2 (<i>Chlorella</i> spp. y consorcio de rizobacterias), 3 (<i>Chlorella</i> spp.), 4 (Consortio de rizobacterias), 5 (Materia orgánica) y 6 (Fertilizante químico)..	32
Figura 5. Diámetro de pella (A) y peso de pella (B) alcanzado en los 6 tratamientos aplicados en el cultivo de brócoli.	33
Figura 6. Rendimiento del cultivo de brócoli en t ha ⁻¹ sometido a 6 tratamientos.	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación del semillero.....	52
Anexo 2. Trasplante de plántulas.....	52
Anexo 3. Aplicación de fertilizante químico.	53
Anexo 4. Aplicación de <i>Chlorella</i> spp y consorcio de rizobacterias.	53
Anexo 5. Aplicación de insecticida.....	54
Anexo 6. Medición de altura de la planta y conteo de hojas.	54
Anexo 7. Toma de diámetro de pella y peso de pella.....	55
Anexo 8. Altura de la planta por tratamiento tomada cada 8 días.	56
Anexo 9. Número de hojas por tratamiento tomada cada 8 días.	63
Anexo 10. Diámetro de pella por tratamiento tomada cada 8 días.	70
Anexo 11. Peso de pella por tratamiento tomada al final de la cosecha.	75
Anexo 12. Rendimiento del cultivo por tratamiento.	76
Anexo 13. Análisis de correlación entre las variables altura de la planta y número de hojas, altura de la planta y diámetro de la pella y peso de la pella con rendimiento.	76
Anexo 14. Análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo.	77
Anexo 15. Análisis de suelo después de la cosecha del cultivo.	79
Anexo 16. Costo de producción de 1 ha de brócoli con fertilización química.	81
Anexo 17. Costo de producción de 1 ha de brócoli con <i>Chlorella</i> spp.	83
Anexo 18. Costo de producción de 1 ha de brócoli con <i>Chlorella</i> spp. y consorcio de rizobacterias.....	84

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. Y UN CONSORCIO DE
RIZOBACTERIAS EN EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO
AGRÍCOLA DE *Brassica oleracea* var. *Italica***

RESUMEN

Mediante la aplicación de algas y rizobacterias se busca dilucidar el efecto beneficioso que ejercen estos microorganismos en el cultivo de brócoli, además, reducir los costos de producción y el impacto ambiental asociado a la fertilización química. La investigación se realizó en el barrio San José, parroquia Sucre en la ciudad de Loja, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de *Chlorella* spp. y un consorcio de rizobacterias en el crecimiento y rendimiento agrícola de *Brassica oleracea* var. *Italica*. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Para el análisis económico, se utilizó la metodología de el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Los resultados indicaron que, la aplicación de rizobacterias, *Chlorella* spp., materia orgánica y fertilizantes químicos, no influyeron en la altura y número de hojas de la planta. El tratamiento 6 (fertilizante químico) influyó significativamente en mayor diámetro, peso y rendimiento de pella con un total de 13. 40 cm, 291. 5 g y 16. 70 t ha⁻¹, seguido por los tratamientos 3 (*Chlorella* spp., con 13. 20 cm, 287. 8 g y 16. 40 t ha⁻¹) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias, con 13. 10 cm, 282. 8 g y 16. 20 t ha⁻¹). La aplicación de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias optimizaron el contenido de: P, K, Fe, Ca, Mg, S, B, MO y mejoraron la conductividad eléctrica y textura del suelo. La mejor relación beneficio/costo (B/C) por hectárea, la presentó el tratamiento 3 con 4. 66 USD, al contrario, el tratamiento 6 presentó el menor B/C con 2. 9 USD.

Palabras clave: *Brassica oleracea* var. *Italica*, *Chlorella* spp, consorcio de rizobacterias, desarrollo, rendimiento.

ABSTRACT

The application of algae and rhizobacteria is intended to elucidate the beneficial effect of these microorganisms on broccoli cultivation, as well as to reduce production costs and the environmental impact associated with chemical fertilization. The research was conducted in the San José neighborhood, Sucre parish in the city of Loja, with the objective of evaluating the effect of the application of *Chlorella* spp. and a consortium of rhizobacteria on the growth and agricultural yield of *Brassica oleracea* var. *Italica*. A completely randomized block design (CSBD) was used, with six treatments and four replicates. For the economic analysis, the methodology of the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) was used. The results indicated that the application of rhizobacteria, *Chlorella* spp., organic matter and chemical fertilizers did not influence plant height and number of leaves. Treatment 6 (chemical fertilizer) significantly influenced plant diameter, weight and yield with a total of 13.40 cm, 291.5 g and 16.70 t ha⁻¹, followed by treatments 3 (*Chlorella* spp., with 13.20 cm, 287.8 g and 16.40 t ha⁻¹) and 2 (*Chlorella* spp. and rhizobacteria consortium, with 13.10 cm, 282.8 g and 16.20 t ha⁻¹). The application of *Chlorella* spp. and rhizobacteria consortium optimized the content of: P, K, Fe, Ca, Mg, S, B, MO and improved electrical conductivity and soil texture. The best benefit/cost ratio (B/C) per hectare was presented by treatment 3 with 4.66 USD, while treatment 6 presented the lowest B/C with 2.9 USD

Key words: *Brassica oleracea* var. *Italica*, *Chlorella* spp, rhizobacterial consortium, development, yield.

1. INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleraceae* var. *Italica*) forma parte importante en la nutrición humana, debido a su alto contenido de vitaminas y minerales. A nivel mundial, es un cultivo de gran importancia económica (Bernal, 2004). En los últimos años, a nivel nacional, se ha incrementado la superficie sembrada con un total de 5 520 ha, Cotopaxi se encuentra como mayor productor, con una participación del 83 % de superficie sembrada, mientras que el 17 % restante corresponde a las provincias de Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar y Azuay (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2016).

La demanda del cultivo ha conllevado a que muchos agricultores utilicen grandes cantidades de fertilizantes químicos para aumentar las producciones, y así, poder satisfacer la demanda de los mercados. Ringuelet y Gil (2005) y García y Dorronsoro (2005) mencionan que los fertilizantes químicos al no ser manejados de manera adecuada, conllevan a serios problemas como: contaminación de suelos, pérdida de la diversidad biológica, baja fertilidad, contaminación de los acuíferos subterráneos, problemas de salud y alteración de los ciclos naturales de los nutrientes en el suelo. Igualmente, los productos químicos constituyen un gasto económico considerable para el productor. Salazar (2018) indica que la aplicación de estos fertilizantes ocupa entre el 20 y 30 % de los costos de producción del cultivo.

Por lo antes mencionado, en el siguiente trabajo se buscan alternativas amigables con el medio ambiente y la salud, como la utilización de fuentes alternativas de biofertilización, consideradas como una de las contribuciones más importantes de la biotecnología y la microbiología a la agricultura moderna (Granda *et al.*, 2017). Dentro de estas fuentes, las algas del género *Chlorella* se presentan como una alternativa válida ya que permiten lograr el aumento en el crecimiento radical, el incremento de biomasa foliar y una mejora en el rendimiento de los cultivos (Smith y Read, 2008).

Otra alternativa es la aplicación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV), que contribuyen sustancialmente a la nutrición de las plantas, tanto en ecosistemas agrícolas como

naturales; cada vez son de mayor importancia para el desarrollo de una buena producción (Smith y Read, 2008). Se han descrito algunos mecanismos por los cuales estos microorganismos podrían inducir el crecimiento de las plantas, entre los que se mencionan la síntesis de hormonas, como por ejemplo las auxinas (Ácido indol-3-acético), citoquininas y ácido abscísico, así como, se incluye la solubilización de fosfatos, la fijación de nitrógeno atmosférico y la síntesis de compuestos que inhiben el crecimiento de microorganismos fitopatógenos, como sideróforos, quitinasas y antibióticos (Muleta 2009; Curi *et al.*, 2019; Morales-García *et al.*, 2019).

En este contexto, en la provincia de Loja se requiere estudiar la diversidad biológica de microorganismos benéficos del suelo y su interacción con cultivos importantes de la región. Con los resultados proporcionados por este proyecto, mediante la aplicación de *Chlorella* spp. y un consorcio de rizobacterias en interacción con el cultivo de brócoli, se dilucidó el efecto beneficioso que ejercen estos microorganismos en el desarrollo, crecimiento y rendimiento agrícola de este cultivo. Además, el uso de esta técnica permitió reducir los costos de producción, el impacto ambiental asociado a la fertilización química, así como incrementar la fertilidad del suelo y mejorar el rendimiento del cultivo.

1.1. Objetivo general

- Evaluar la aplicación simple y combinada de *Chlorella* spp. y un consorcio de rizobacterias en el crecimiento, desarrollo y rendimiento agrícola del cultivo de brócoli en la región Sur del Ecuador.

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros morfológicos y rendimiento agrícola del cultivo de brócoli en respuesta a la aplicación de *Chlorella* spp. y un consorcio de rizobacterias.
- Determinar el efecto de la aplicación de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias sobre las propiedades físicas y químicas del suelo en el área de experimentación.
- Realizar un análisis económico de la aplicación combinada de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias frente a la fertilización química.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen de la especie (Brócoli)

Cesaveg (2001) indica que el brócoli es un hortaliza que procedió del Mediterráneo y Asia Menor. En Italia, Siria y Libia se recogieron los primeros ejemplares de esta planta proveniente de las coles y las coliflores. Fue introducido al continente Europeo, después de que los mismos tomaran unos ejemplares y regresaran a su país con algunas plantas, de tal manera que expandieran su producción por algunos de sus países. Se dio a conocer en América por los Europeos en el año 1942, junto con otros ejemplares.

2.2. Taxonomía

Según Jaramillo y Díaz (2006) la clasificación taxonómica del brócoli es la siguiente: Reino: Vegetal, División: Spermatophita, Clase: Dicotiledóneas, Sub-clase: Archiclamydeas, Orden: Rhoadales, Familia: Crucífera, Género: *Brassica*, Especie: *Brassica oleracea*.

2.3. Características Morfológicas

La raíz es pivotante, con una raíz principal vertical y varias secundarias, que pueden penetrar hasta 1. 20 m, su zona radicular amplia le admite una alta capacidad de absorción de agua y nutrientes, así como un buen anclaje (Barahona, 2002). Sus hojas son de color verde oscuro, rizadas, lámina foliar amplia, festoneadas con ligeras espículas, simples o compuestas, enteras o variadamente

lobuladas o dentadas, cerosas, insertas de modo variado y a distancias cortas sin estípulas, que crean entrenudos cortos que confiere la forma de roseta (Jaramillo y Díaz, 2006).

Su tallo es principal con un diámetro que varía entre 2 y 6 cm y su longitud entre 20 y 60 cm (Toledo, 2003). Sus flores son pequeñas, notables debido a su gran número, son completas, regulares e hipogreas, tienen 4 sépalos y 27 pétalos de color amarillo, por lo general en ángulo agudo, cerca de la línea mediana y doblada hacia atrás (Valadez, 1994).

La inflorescencia primaria está constituida por flores que están dispuestas en un corimbo principal. Los corimbos se caracterizan por ser de color verde claro a púrpura, según el cultivar. Las flores muestran color amarillo sobre inflorescencias racimosas de polinización alógama. Valadez (1994) da a conocer que el fruto es una silicua que presenta un color verde oscuro cenizo que mide en promedio de 3 a 4 mm y que contiene las semillas. La semilla tiene un tamaño pequeño de 2 a 3 mm, de forma redonda. En un gramo, se pueden encontrar hasta 350 semillas (Toledo, 2003).

2.4. Factores agroclimáticos del cultivo de brócoli

Toledo (2003), señala que los factores agroclimáticos (agua, suelo y temperatura) son de suma importancia debido a que regulan los procesos fisiológicos y metabólicos.

2.4.1. Agua

El brócoli, presenta un requerimiento permanente de agua, que sea de buena calidad para la obtención de máximos rendimientos. Cuando se presentan altos niveles de salinidad o de elementos tóxicos en el agua de riego, se afecta el potencial de rendimiento del cultivo, lo cual causa la reducción de la calidad del producto (Revelo, 2012). El brócoli requiere un constante abastecimiento de agua para su desarrollo, especialmente en las primeras fases de desarrollo, durante el ciclo vegetativo requiere una humedad relativa entre 70 % a 80 % (Proexant, 1992).

2.4.2. Suelo

El brócoli requiere de suelos de pH 5.5 a 6.8, textura media, profundos y que tengan una adecuada capacidad de retención de agua así como un nivel bueno de materia orgánica y debe contener bajos niveles de salinidad (Pinzón y Isshiki, 2001). Se puede cultivar en varios tipos de suelo; los suelos livianos son perfectos para variedades precoces, mientras tanto, los pesados para variedades tardías. El brócoli resiste moderadamente la salinidad, sin embargo en suelos salinos presenta dificultad en el enraizamiento luego del trasplante (Vallejo, 2013).

2.4.3. Temperatura

Toledo (2003) y Urrestarazu(2004) mencionan que el brócoli es un cultivo de estación fría o invierno. La temperatura recomendada para su crecimiento y desarrollo está alrededor de 15 °C a 18 °C. El límite mínimo de temperatura para su crecimiento está alrededor de los 5 °C, al contrario, cuando la temperatura está por los 24 °C, la calidad del producto se afecta seriamente debido a que pierde la compactación de la cabeza por el crecimiento y separación de las inflorescencias .

Las temperaturas bajas pueden inducir una floración temprana, puede tolerar la incidencia de heladas ligeras. Si la helada se encuentra a -3 °C y sucede en cualquier estado de desarrollo de la cabeza, la misma será dañada (González, 2014).

2.5. Fertilización

2.5.1. Fertilización química

Es la opción tradicional de los agricultores para mejorar la producción de sus cultivos y controlar ciertas enfermedades (Probelte, 2019).

Por su composición se clasifican en: 1) simples, que se encuentran formados por una sola sustancia, aunque la misma contenga uno o más elementos en su molécula como, por ejemplo, la urea, sulfato amínico; 2) compuestos, los cuales resultan de la mezcla de uno o más fertilizantes simples; y 3) complejos, que se dan cuando los elementos fertilizantes se obtienen por reacción química, por ejemplo fosfato de amonio y nitrato de potasio (Cerisola, 2015).

También se los puede encontrar por su estado físico: sólidos, mismos que se presentan básicamente en tres formas; según el tamaño de las partículas: 1) pulverulentos, en el cual el tamaño de las partículas varía entre 1 y 100 μm , son muy sensibles al viento como: cianamida cálcica, las escorias, el superfosfato y los fosfatos naturales; 2) cristalizados, el tamaño de partículas está comprendido entre 0,2 y 1 mm como en el sulfato amónico, nitrato potásico, fosfato amónico y el sulfato potásico; 3) granulares, el tamaño de partícula se encuentra entre 0,5 y 5 mm como la urea. En cuanto a su forma de aplicación pueden ser tanto líquidos como gaseosos (Cerisola, 2015).

Entre las desventajas, se indica que el uso repetido del químico puede causar un desequilibrio en el pH de la tierra, eventualmente dejándola inutilizable para el crecimiento de ningún tipo de cultivo. Además, diversos agroquímicos en sus formas concentradas son altamente peligrosos para la salud de las personas y los animales. En este sentido, tenemos como ejemplo el amoníaco: cuando se encuentra en concentraciones bajas es inofensivo, pero en concentraciones altas pueden ser fatales para la salud (SACSA, 2015).

2.5.2. Requerimientos nutricionales del cultivo de brócoli

Según Pomares *et al.* (2007) los elementos esenciales para el brócoli son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y boro.

2.5.2.1. *Nitrógeno*. Elemento de gran importancia ya que promueve el desarrollo rápido y vigoroso del cultivo, es un elemento básico en el proceso de formación de la pella. La cantidad de nitrógeno absorbido por el brócoli es muy variable según las condiciones edafoclimáticas, técnicas de cultivo y rendimiento (Pomares *et al.*, 2007). El brócoli requiere de 3 ó 4 aplicaciones, siendo recomendables tres, la primera se aplica en la preparación base 25%, para la segunda en el inicio de mayor crecimiento que encuentra a los 35 a 50 días después del trasplante y el 35% restante se suministra en la formación de cabeza (Sakata, 2010). Lestrangle *et al.* (2003) expresa que la cantidad N se encuentra entre 112 y 224 kg ha⁻¹.

La falta de nitrógeno causa una coloración púrpura en los pecíolos y nervios de las hojas, además provoca disminución de rendimiento (Bertsch, 2003).

2.5.2.2. *Fósforo*. Jaramillo y Díaz (2006) dan a conocer que el fósforo juega un papel clave en la vida de los cultivos por lo que es constituyente de la síntesis de ácidos nucleicos, forma parte del ATP, que da energía a la planta, es esencial e influye de manera positiva en el rendimiento de las crucíferas. Lestrangle *et al.* (2003) mencionan que las aplicaciones de P pueden variar entre 56 y 280 kg ha⁻¹ P₂O₅ kg ha⁻¹, de igual manera Maroto *et al.* (2007) recomienda valores que oscilan entre los 85-100 kg ha⁻¹ y los 60-80 kg ha⁻¹.

La deficiencia de fósforo causa achaparramiento de la planta, las puntas de las hojas se secan y presentan un amarillamiento y una ondulación característica (Bertsch, 2013).

2.5.2.3. *Potasio*. Maroto *et al.* (2007) indica que potasio se absorbe en forma iónica (K^+) en las plantas a partir de la solución del suelo y en unos casos también directamente desde el complejo arcillo-húmico. Influye directamente sobre la calidad de las pellas en su firmeza y en su sabor (Carranza *et al.*, 2008). La cantidad que absorbe de potasio es más alta que la del nitrógeno, dado este caso, la cantidad de potasio necesaria para el cultivo de brócoli oscila entre los 258-271 kg ha⁻¹ y los 200-250 kg ha⁻¹. Entre los síntomas comunes por falta de potasio se precisan la disminución del crecimiento, la consistencia y los tallos presentan menor resistencia física, y además un menor vigor de crecimiento (Rodríguez *et al.*, 2003).

2.5.2.4. *Magnesio*. El magnesio forma parte de la clorofila, interviene en la síntesis de pigmentos (carotenos y xantofilas), es un activador de las enzimas y presenta mucha movilidad en la planta. El brócoli suele absorber cantidades relativamente altas de magnesio (18 kg ha⁻¹) (Pomares *et al.*, 2007).

La deficiencia de magnesio causa clorosis en áreas intravenosas de las hojas inferiores, en el tejido clorótico acontecen manchas necróticas y el crecimiento de la planta se oprime (Semini, 2004).

2.5.2.5. *Calcio*. El calcio constituye las paredes celulares de los tejidos vegetales, esto confiere a las plantas de brócoli gran resistencia física, tiene efecto neutralizador de los desechos orgánicos e influye en la utilización del potasio, magnesio y boro. El brócoli absorbe cantidades de 30 kg ha⁻¹ de calcio (Pomares *et al.*, 2007). El calcio es de suma importancia para obtener mayor firmeza de cabezas y su uso es recomendable a partir de los 40 días (Sakata, 2010).

La falta de calcio causa el curvamiento hacia abajo del ápice de las hojas jóvenes, presentando una coloración café en los bordes, además las hojas viejas muestran manchas cloróticas intervenales, continuas de necrosis, se produce la muerte de raicillas y como consecuencia las raíces se tornan pardas (Jaramillo y Díaz, 2006).

2.5.2.6. *Azufre*. Se absorbe en forma de ion (SO_4^{-2}) en las plantas a partir de la solución del suelo al igual que el nitrato, por lo que es susceptible de percollar con el agua de drenaje, es importante para la formación de aceites esenciales a partir de diferentes glucósidos (Pomares *et al.*, 2007). Los requerimientos de azufre del brócoli pueden estar entre 22 y 45 kg ha⁻¹ (Cerveñansky, 2011).

Cuando existe deficiencia de azufre las plantas exhiben un color verde pálido en las hojas jóvenes, en casos de deficiencia severa toda la planta presenta color verde pálido y crecimiento lento, si la deficiencia avanza las hojas se arrugan (Inpofos, 1997).

2.5.2.7. *Boro*. Pomares *et al.* (2007) menciona que interviene en la síntesis de las proteínas y en diferentes procesos fisiológicos tales como: floración del cultivo, crecimiento del sistema radicular, conformación de frutos y semilla, y metabolismo del nitrógeno y de los carbohidratos.

Sakata (2010) cita que el uso de boro es muy importante, se recomienda a razón de 8 a 10 unidades, ayuda evitar problemas de tallo hueco y oxidación prematura de tallos, ya que dicho problema afecta la calidad de cabezas. La ausencia de boro puede ocasionar enfermedades bacterianas en tallos.

2.5.3. Fertilización orgánica

El uso de abonos orgánicos se efectúa desde tiempos remotos, y su contribución a la fertilidad de los suelos se ha demostrado con el aporte de nutrientes a los cultivos. Su efecto en el suelo altera según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000).

El valor de materia orgánica que contienen los fertilizantes orgánicos ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes químicos. En la actualidad, constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; sus principales funciones como sustrato son que ayudan al mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo (Medina *et al.*, 2010).

Los microorganismos como las bacterias y hongos ayudan a optimizar la fijación de los nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, facilitar el control biológico, mejorar la estabilidad del suelo, reciclar nutrientes y biodegradar sustancias. Además, puede favorecer la simbiosis micorrizal y desplegar procesos de biorremediación en suelos contaminados con sustancias tóxicas, xenobióticas, recalcitrantes (Chirinos *et al.*, 2006).

2.5.3.1. Microorganismos asociados con plantas relacionados con la fertilización biológica.

Araujo *et al.* (2004) y Bunch (1994) dan a conocer que la acción de microorganismos que se encuentran en el suelo tales como: *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Azorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Frankia*, *Nostoc* (algas cianofíceas que crean simbiosis con diversas plantas), mejoran la movilización de nutrientes, promueven el crecimiento de microorganismos y gusanos benéficos estableciendo interrelaciones entre sí, mejoran el intercambio de nutrientes, aumentan la retención de agua, promueven la agregación del suelo, favorecen el desarrollo de las asociaciones de micorrizas y aumentan la disponibilidad de fósforo (P), de igual manera Ferraris (2004) y Rojas *et al.* (2009) mencionan que también son capaces de formar una estructura como nódulo en raíces de plantas leguminosas, conocidas como simbióticas (*Rhizobium* sp., *Bradyrhizobium* sp.) y ayudan al mantenimiento de las concentraciones de nitrógeno (N₂) y fósforo (P) estables restando la lixiviación y así mejorando el intercambio de nutrientes.

Asimismo hallamos al género *Anabaena* que es una alga verde-azul que se asocia con *Azolla* que es un género de pequeños helechos acuáticos; los productos de la relación de ambos géneros son la fijación ejecutada por el alga endófito, donde se intercambian por carbohidratos y el ambiente aislado que el helecho provee al alga (Montaño, 2010). Del mismo modo encontramos las bacterias diazótroficas asimbióticas que consiguen fijar nitrógeno atmosférico sin la necesidad de crear simbiosis con plantas, ya que tienen diversas estrategias para resguardar el complejo nitrogenasa. Entre los principales generos encontramos: *Azotobacter* spp., *Azotococcus* spp., *Azospirillum* spp., *Beijerinckia* spp., *Azotomonas* spp., *Bacillus* spp., *Citrobacter* spp., *Clostridium*

spp., *Chromatium* spp., *Chlorobium* spp., *Desulfovibrio* spp., *Desulfomonas* spp., (Rodríguez *et al.*, 2003).

2.6. Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV)

Berendsen *et al.* (2012) da a conocer que este tipo de bacterias colonizan activamente el sistema radicular de las plantas para así favorecer y optimizar su crecimiento y producción.

Los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son los siguientes: *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Caulobacter*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Micrococcous*, *Pantoea*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Serratia*, descritos en la Tabla 1 (Ahemad y Kibret, 2013).

Tabla 1. Efectos de Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) en cultivos donde se han evaluado (Parray *et al.*, 2016)

RPCV	Efecto	Cultivos
<i>Azospirillum</i> spp.		Maíz, arroz, trigo, sorgo, caña de
<i>Azotobacter</i> spp.	Biofertilización y fijan N ₂	azúcar.
<i>Bacillus</i> spp.		
<i>Burkholderia</i> spp.		
<i>Gluconacetobacter</i> spp.		
<i>Herbaspirillum</i> spp.		
<i>Bacillus</i> spp.		Tomate, tabaco, pepino, pimiento
<i>Pseudomonas</i> spp.	Biocontrol (enfermedades, patógenos e insectos)	morrón, maní, alfalfa, garbanzo, frijol, ciruelo.
<i>Streptomyces</i> spp.		
<i>Paenibacillus</i> spp.		
<i>Enterobacter</i> spp.		
<i>Azospirillum</i> spp.		

<i>Methylobacterium</i> spp.		
<i>Bacillus</i> spp.		
<i>Alcaligenes</i> spp.		
<i>Pseudomonas</i> spp.	Elongación, crecimiento	Nabo, clavel, canola, soya, frijol,
<i>Variovorax</i> spp.		maíz, judías, chicharos.
<i>Enterobacter</i> spp.		
<i>Azospirillum</i> spp.		
<i>Rhizobium</i> spp.		
<i>Klebsiella</i> spp.		

<i>Aeromonas</i> spp.		
<i>Agrobacterium</i> spp.	Productoras de fitohormonas	
<i>Alcaligenes</i> spp.	[ácido-3-indol-acético	Arroz, lechuga, trigo, soya,
<i>Azospirillum</i> spp.	(AIA), citoquininas,	rábano, colza, aliso.
<i>Bradyrhizobium</i> spp.	giberelinas]	
<i>Comamonas</i> spp.		
<i>Enterobacter</i> spp.		
<i>Rhizobium</i> spp.		
<i>Paenibacillus</i> spp.		
<i>Pseudomonas</i> spp.		
<i>Bacillus</i> spp.		

Grageda *et al.* (2012) sostiene que las RPCV ayudan en el desarrollo de microorganismos benéficos y lombrices, así mismo el suministro de los elementos nutritivos es más balanceado, ayudan a mantener sanas a las plantas, incrementan la actividad biológica en el suelo de tal manera que mejoran la movilización de elementos nutritivos y la descomposición de sustancias tóxicas optimizando el crecimiento radicular y a su vez aumenta el contenido de materia orgánica del suelo aumentando mejorando la capacidad de intercambio catiónico, la retención de humedad, la formación de agregados y amortiguan cambios bruscos contra acidez, alcalinidad, salinidad, pesticidas y metales pesados tóxicos.

2.6.1. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras de crecimiento

Los mecanismos directos se dan cuando las bacterias sintetizan metabolitos, los mismos que son facilitados a las plantas, mejoran el proceso de nutrición y aumentan la disponibilidad de otros elementos nutritivos que son requeridos para su metabolismo (Gómez *et al.*, 2012).

Esquivel *et al.* (2013) indica que los mecanismos directos son: la solubilización de fósforo (P) inorgánico y la mineralización de fosfato orgánico, la fijación de nitrógeno (N), la síntesis de vitaminas, fitohormonas y enzimas, el incremento en la permeabilidad de la raíz, la elaboración de nitritos, la oxidación de sulfuros y la acumulación de nitratos.

Los mecanismos indirectos de estas rizobacterias tienen la función de eliminar o disminuir los microorganismos fitopatógenos del suelo, esto gracias a que producen sustancias antimicrobianas o de antibióticos que estimulan las defensas naturales de la planta mediante mecanismos de biocontrol (Esquivel *et al.*, 2013).

2.7. Género *Bacillus*

Pertenece al Reino: Bacteria, Filo: Firmicutes, Clase: Bacilli, Orden: Bacillales, Familia: *Bacillaceae*, Género: *Bacillus*. Se encuentra comúnmente en suelos y plantas donde cumplen un papel de suma importancia en los ciclos del carbono y el nitrógeno, habitan generalmente en aguas frescas y estancadas, y son particularmente activos en sedimentos. El género *Bacillus* hoy en día encierra más de 60 especies de bacilos. Se encuentra formado por microorganismos bacilares Gram positivos, formadores de quimiheterótrofos, endosporas que habitualmente son móviles y rodeados de flagelos periticos. Las células bacterianas de este género tienen un amplio tamaño que varía 0.5 a 2.5 μm x 1.2-10 μm (Koneman, 2001).

2.7.1. *Bacillus subtilis*

Es una bacteria que produce endosporas termorresistentes, es catalasa Gram positiva autóctona del suelo, vive dentro de los límites de 55 a 70 °C. Se encuentra ampliamente distribuida en muy diversos hábitats, posee la capacidad de moverse, muestra velocidades de crecimiento altas y produce enzimas hidrolíticas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos admitiendo que el organismo emplee estos productos derivados como fuente de carbono y electrones, además producen antibióticos como la bacitracina, polimixina, gramicidina y circulina (Dworkin *et al.*, 2006).

2.7.2. *Bacillus amyloliquefaciens*

Bacillus amyloliquefaciens es una bacteria Gram positiva con flagelos peritricos que le permiten la motilidad. Las células a menudo aparecen como largas cadenas a diferencia de muchas otras especies de *Bacillus* que se forman como células individuales. La temperatura óptima para el crecimiento celular de esta bacteria es de entre 30 y 40 °C. Al igual que en otras especies de *Bacillus*, *B. amyloliquefaciens* forma esporas que le permiten la supervivencia durante un largo período de tiempo (Priest *et al.*, 1987).

Choudhary y Bhavdish (2009) mencionan que el género *Bacillus* tiene un efecto directo sobre la promoción del crecimiento vegetal, tienen la capacidad de llevar a cabo la fijación biológica del nitrógeno, la producción de hormonas reguladoras del crecimiento vegetal, la solubilización de minerales como el fósforo y ejercen un efecto de forma indirecta que está relacionado con la producción de sustancias, mismas que actúan como antagonistas de patógenos o induciendo resistencia en las plantas.

2.8. *Pseudomonas*

Pertenece al Reino: Bacteria, Filo: Proteobacteria, Clase: Gammaproteobacteria, Orden: Pseudomonadales, Familia: Pseudomonadaceae, Género: *Pseudomonas*. Poseen una cápsula de exopolisacáridos que facilita la adhesión celular, la formación de biopelículas y las resguarda de la fagocitosis o los iones libres formados en la potabilización del agua, agrandando así su patogenicidad. Tienen una cierta habilidad de adaptación que les permite adecuar el hábitat donde se encuentren para utilizar diferentes fuentes como el carbono o el nitrógeno para su nutrición, gracias a su metabolismo (Willey *et al.*, 2013).

2.8.1. *Pseudomonas monteilii*

P. monteilii es una bacteria gram negativa, en forma de varilla, no porosa, móvil y no fermentativa. Se encuentra dentro de las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (Gupta *et al.*, 2018).

Wilson y Backman (1998) dan a conocer que las *Pseudomonas* colonizan los órganos de la planta y la rizosfera, utilizan un amplio número de substratos orgánicos comúnmente encontrados en los exudados de las raíces y producen de una gran diversidad de metabolitos.

2.9. Microalgas

Las microalgas son organismos unicelulares eucariotas fotosintéticos de 2 a 200 micrómetros, que pueden desarrollarse de manera autótrofa o heterótrofa, esto es que obtienen la energía de la luz que proviene del sol y se desarrollan a partir de materia inorgánica. No obstante, ciertas especies son capaces de crecer utilizando materia orgánica como una fuente de carbono o energía. Generalmente son muy eficientes para la fijación del CO₂ y uso de la energía solar para producir biomasa, tienen una eficiencia hasta cuatro veces superior a la de las plantas. Las microalgas en su

composición como el contenido en lípidos, carbohidratos y proteínas son variables según la especie que se considere, las condiciones de cultivo y el sistema. Las microalgas se clasifican en procariotas y eucariotas: en las procariotas se encuentran las Cianofíceas y Proclorófitas, y en el grupo de las eucariotas se encuentran las Clorofíceas, Crisofíceas, Bacilarofíceas, Pirofíceas, Haptofíceas, Criptofíceas y Euglenofíceas (Graham y Wilcox, 2000).

González (2015) menciona que en los últimos años se han obtenido avances de suma importancia en el uso de las microalgas para varios fines tales como: la salud humana, cosmética, purificación de aguas residuales, prevención en la contaminación acuática, fabricación farmacéutica, acuicultura, producción de pigmentos y antibióticos, entre otros. Aproximadamente 493 especies de microalgas podrían ser utilizadas como fuentes de alimentación para el hombre y de animales.

El uso de microalgas ha proporcionado a los científicos diversas líneas de investigación y a los empresarios muchas posibilidades de negocio, debido a la gran cantidad de aplicaciones que poseen, tales como: la producción de energía, ya sea en forma de o biocombustibles o hidrógeno; para limpiar el medio ambiente por medio de la absorción de dióxido de carbono y purificando aguas residuales; para alimentación y elaboración de sustancias como vitaminas, ácidos grasos, o pigmentos; para la industria agraria con la fabricación de fertilizantes; para acuicultura; para biomedicina e incluso para la industria cosmética (González, 2015). Las microalgas son la base de la alimentación para la mayoría de especies que se crían en acuicultura, tanto para peces en sus primeros estadios larvarios (González, 2015).

2.9.1. Condiciones de cultivo para microalgas

2.9.1.1. *Luz.* Peña y Cañizares (2003) manifiestan que la intensidad lumínica es uno de los principales y más importantes parámetros a considerar en un cultivo de microalgas. En ausencia de limitación por nutrientes, la fotosíntesis se agranda con el aumento de la intensidad lumínica, hasta alcanzar la máxima tasa de crecimiento específica para cada especie en el punto de saturación por luz. Pasado este punto, se logra el punto de fotoinhibición (inhibición de la fotosíntesis causada por el exceso de radiación), siendo esto perjudicial para la misma célula e incluso causando la muerte, implicando pérdida de eficiencia fotosintética y productividad del cultivo.

2.9.1.2. *Temperatura.* Park y Shilton (2011) exponen que la producción algal crece proporcionalmente con la temperatura hasta conseguir la óptima temperatura para cada especie. La temperatura óptima varía entre las especies, pero en general se encuentra entre los 28° y 35°C. Martínez (2008) menciona que, en un sistema de cultivo cerrado, la temperatura se puede controlar con rociadores de agua, inmersión del colector solar en piscinas, etc. Por el contrario, un sistema de cultivo abierto es muy difícil de controlar, pero se pueden realizar ciertas acciones para controlarlo.

2.9.1.3. *pH.* Martínez (2008) expresa que el pH del cultivo se ve influenciado por diferentes factores tales como: la producción algal, la respiración, la alcalinidad y la composición iónica del medio de cultivo, la eficiencia del sistema de adición de CO₂. Cada especie precisa un rango determinado de pH que permita un crecimiento óptimo. Park y Shilton (2011) indican que el pH más idóneo para especies dulceacuícolas es de 8, por encima o debajo del mismo, se presenta una disminución en la productividad, que no solo afecta el crecimiento algal, sino también la capacidad de remover el nitrógeno en sistemas de tratamientos de aguas. El pH se puede controlar por medio de un sistema automatizado de inyección de CO₂.

2.10. *Chlorella* spp

Pertenece al Reino: Plantae, División: Chlorophyta, Clase: Trebouxiophyceae, Orden: Chlorellales, Familia: *Chlorellaceae*, Género: *Chlorella* spp. Es un alga verde de forma elipsoidal, la misma que crece en forma de células simples. Corresponde a la división *Chlorophyta* y a la clase de las *Chlorophyceae*. Se cultiva de forma intensiva con fines de alimentación y obtención de metabolitos (Garza *et al.*, 2010).

En los últimos años las algas tienen más éxito que los fertilizantes químicos, son consideradas como un producto ecológico debido a que no tienen efectos adversos como los agroquímicos y abonos sintéticos que afectan al ambiente y alteran las propiedades del suelo (Thirumaran *et al.*, 2009).

2.11. Análisis económico

En la investigación agropecuaria existen varios tipos de análisis económicos, el que se utiliza con mas frecuencia es el presupuesto parcial de beneficio neto citado generalmente presupuesto parcial. Existen diversos tipos de presupuestos parciales de beneficio bruto, de margen bruto, de flujo de fondos, paramétricos y de riesgo (Sermeño *et al.*, 2001).

2.11.1. Costos variables

Se encuentran relacionados con los insumos o elementos de producción de una alternativa a otra que varían, se consigue multiplicando los precios de campo de los insumos relevantes por sus niveles de uso en cada tratamiento y luego sumando un total (Reyes, 2001).

$$CV_i = \sum_{j=1}^n PCI_{ij} NI_{ij}$$

Donde:

CV_i: costo que varía del i-ésimo tratamiento.

PCI_{ij}: precio del j-ésimo insumo empleado en el i-ésimo tratamiento.

NI_{ij}: nivel de empleo del j-ésimo insumo en el i-ésimo tratamiento.

2.11.2. Precios de campo

Son aquellos que el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla. Esto se conoce como venta de la producción en pie. Para estimar los precios de campo del producto es necesario sustraer del precio de mercado, todos los costos unitarios de cosecha y comercialización (Reyes, 2001).

$$PCQ = PMQ - CUCYC$$

Donde:

PCQ: precio de campo del producto.

PMQ: el precio de mercado del producto.

CUCYC: costos unitarios de cosecha y comercialización.

2.11.3. Rendimientos ajustados

Presentan cuatro fuentes que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores: Primero, el manejo del experimento lo hace un técnico, para obtener niveles más altos de

rendimiento. Segundo, las parcelas netas de los experimentos usualmente son pequeñas, lo cual puede sobreestimarlos, no sólo por las mayores facilidades de manejo que ofrecen parcelas pequeñas, sino por la mayor uniformidad observada en el suelo en áreas chicas. Tercero, mayor exactitud en la fecha de cosecha; y cuarto, mayor eficiencia en la cosecha de áreas chicas (CIMMYT, 1988).

$$\text{Rendimiento ajustado}_i = \text{Rendimiento experimental}_i * (1 - \text{tasa de ajuste})$$

2.11.4. Beneficio bruto

Se obtienen de multiplicar la producción por el precio de venta en un momento específico. Siempre será necesario establecer la unidad de medida para la producción (CIMMYT, 1988).

$$BB_i = PCQ * \text{Rendimiento ajustado}_i$$

Donde:

BB_i: beneficio bruto de campo del i-ésimo tratamiento.

2.11.5. Beneficio neto

Para calcularlo se resta el total de los costos que varían del beneficio bruto (también conocido como ingreso bruto) (Reyes, 2001).

$$BN_i = BB_i - CV_i$$

Donde:

BN_i: beneficio neto de campo del i-ésimo tratamiento.

2.11.6. Análisis de dominancia

Según el CIMMYT (1998) un análisis de dominancia se realiza ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

2.11.7. Tasa de retorno marginal (TRM)

Gracias al análisis marginal se calculan las tasas de retorno marginales (demuestra el retorno de inversión económica realizada más los ingresos adicionales) entre los tratamientos no dominados (comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso al que le sigue en escala ascendente), y se comparan esas tasas de retorno con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor (CIMMYT, 1998).

$$TRM = (\Delta BN / \Delta CB) * 100$$

2.11.8. Tasa mínima de retorno (TMR)

Reyes (2001) indica que la tasa mínima de restorno es un parámetro útil para establecer un techo mínimo de la inversión realizada al cambiar o adoptar una tecnología. Es necesario estimar una tasa de retorno mínima que sea aceptable para los agricultores de un dominio de recomendación. Su principio económico que soporta el análisis es que es beneficioso para el productor continuar invirtiendo hasta el punto donde el retorno de cada unidad extra invertida sea igual a su costo.

2.11.9. Tratamiento más rentable

Determinar el tratamiento más rentable es una actividad que se realiza comparando la TMR con la TAMIR (Reyes, 2001).

$$TMR \geq TAMIR$$

2.12. Antecedentes del uso de *Chlorella* spp. y rizobacterias

Shaaban (2001) evaluó el uso de una microalga (*Chlorella vulgaris*) en forma seca como aditivo para el suelo sobre el estado nutritivo de tallos y raíces de plantas de maíz (*Zea mays*), donde encontró incrementos significativos en la cantidad de nutrientes absorbidos por los tallos y raíces, volumen de raíces, formación de clorofila, peso seco de tallos y raíces y en la altura de las plantas. Faheed y Zeinar (2008) probaron microalgas en el cultivo de lechuga y como resultado obtuvieron un aumento en los pigmentos y en el crecimiento.

Flores *et al.* (2016) valoró el efecto de rizobacterias promotoras de crecimiento (*B. amilolyquefasceniens* y *A. halopraeferens*) como complemento a la fertilización edáfica en el rendimiento de *Brassica oleracea*, donde obtuvo aumento de velocidad del crecimiento, aumento del volumen de inflorescencias, y mayor producción de hoja de buena calidad y sanidad debido al aumento de su contenido proteico.

Alfonso y Galán (2006) evaluaron la efectividad de la coinoculación de rizobacterias en el crecimiento, desarrollo, rendimiento y colonización del tomate bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada, donde obtuvieron un efecto positivo de la coinoculación en el crecimiento de las plántulas, siendo la altura superior en un 23%; también lograron una eficiencia del 40% respecto a la fertilización nitrogenada, lo cual no afectó el estado nutricional de las plantas ni el rendimiento agrícola. La coinoculación potenció además la población de ambos microorganismos en la rizosfera del cultivo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

La tesis se llevó a cabo durante el periodo de julio-diciembre de 2020 en la ciudad de Loja, parroquia urbana Sucre, en el barrio San José (Figura 1), misma que contó con una extensión de 116 m² para realizar el proyecto. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas: latitud 3°59'15" S y longitud 79°12'37" O, a una altitud de 2 129 msnm, presenta una temperatura promedio de 18 °C, siendo el mes de diciembre el más caluroso del año con un promedio de 17. 2 °C y julio el mes más frío con temperaturas promedio de 15. 9 °C. Además, cuenta con una precipitación de 1 058 mm anuales y humedad relativa de 75 %.

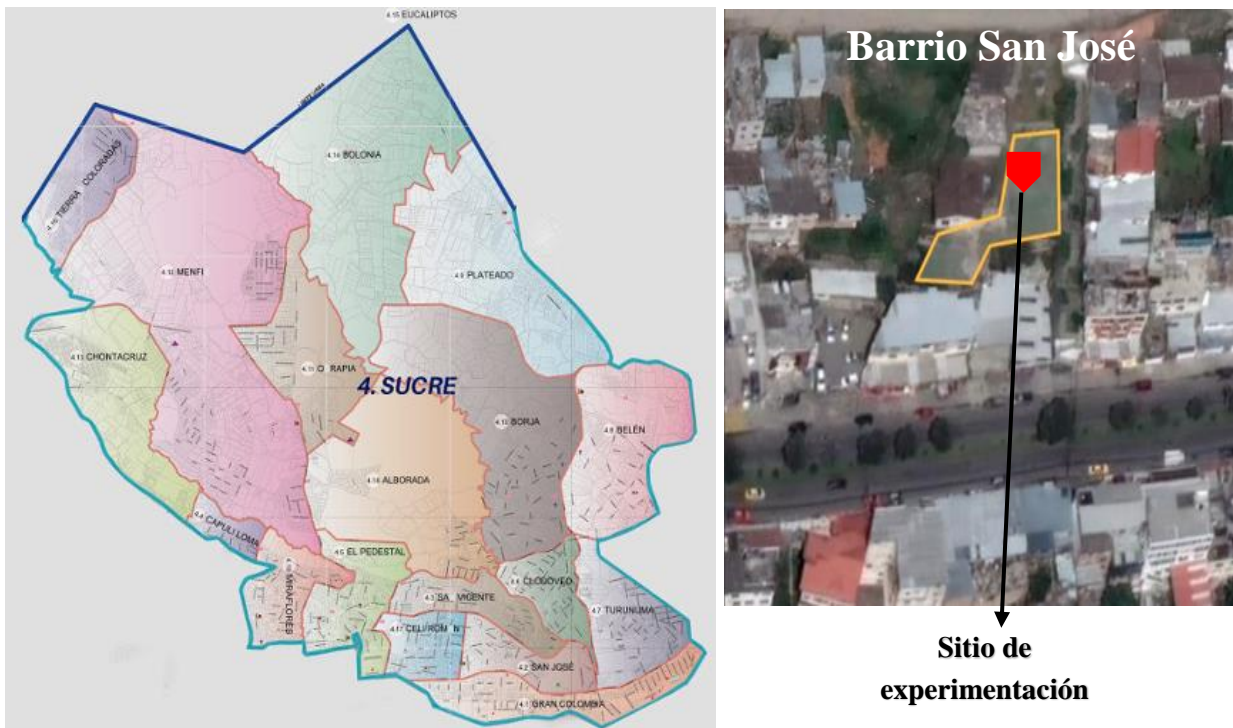


Figura 1. Ubicación donde se desarrolló el proyecto.

Fuente: Municipio de Loja y Google Earht.

3.2. Diseño experimental y modelo matemático

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones (Figura 2). El modelomatemático del diseño estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

- Y_{ij} = Variable respuesta
- μ = Media global de la variable respuesta
- τ_i = Efecto del tratamiento (i: 1,2,3,4,5,6)
- β_j = Efecto del bloque (j: 1,2,3,4)
- ε_{ij} = Error experimental

3.2.1. Tratamientos

Los tratamientos fueron seis, como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento de campo.

Nº	Símbolo	Descripción	Cantidad / Dosis
1	T1	Testigo	Sin dosificación
2	T2	<i>Chlorella</i> spp. y consorcio de rizobacterias	12,5 ml/aplicación de <i>Chlorella</i> spp (2,00 x 10 ⁶) 20 g de <i>Bacillus subtilis</i> (2,48 x 10 ⁸ UFC/g), <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (5,00 x 10 ⁶ UFC/g) y <i>Pseudomonas monteilii</i> (1,00 x 10 ⁶ UFC/g)
3	T3	<i>Chlorella</i> spp.	12. 5 ml/aplicación de <i>Chlorella</i> spp (2,00 x 10 ⁶)

4	T4	Consorcio de rizobacterias	20 g de <i>Bacillus subtilis</i> ($2,48 \times 10^8$ UFC/g), <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ($5,00 \times 10^6$ UFC/g) y <i>Pseudomonas monteilii</i> (1.00×10^6 UFC/g)
5	T5	Materia orgánica (Humus)	6 kg (100 g/planta)
6	T6	Fertilizante químico	Se partió del análisis de suelo para programar la dosis de fertilización (Sulfato de manganeso 3 g/planta y ácido bórico 0.1 g/planta).

3.2.2. Características del ensayo

Cada unidad experimental constituyó una parcela experimental de forma rectangular, con 15 plantas.

- Largo de la parcela 1,5 m
- Ancho de la parcela 1,7 m
- Superficie de la parcela total $2,39 \text{ m}^2$
- Distancia entre hilera 0,7 m
- Distancia entre planta 0,25 m
- Número de plantas por parcela 15
- Distancia entre bloques 0,70 m
- Distancia entre parcelas 0,50 m
- Superficie total del ensayo 116 m^2 ($10 \times 11,6$)
- Área de caminos $54,8 \text{ m}^2$
- Superficie total de parcelas $61,2 \text{ m}^2$
- Unidades experimentales 24
- Número total de plantas 360
- Número de plantas a evaluar 10

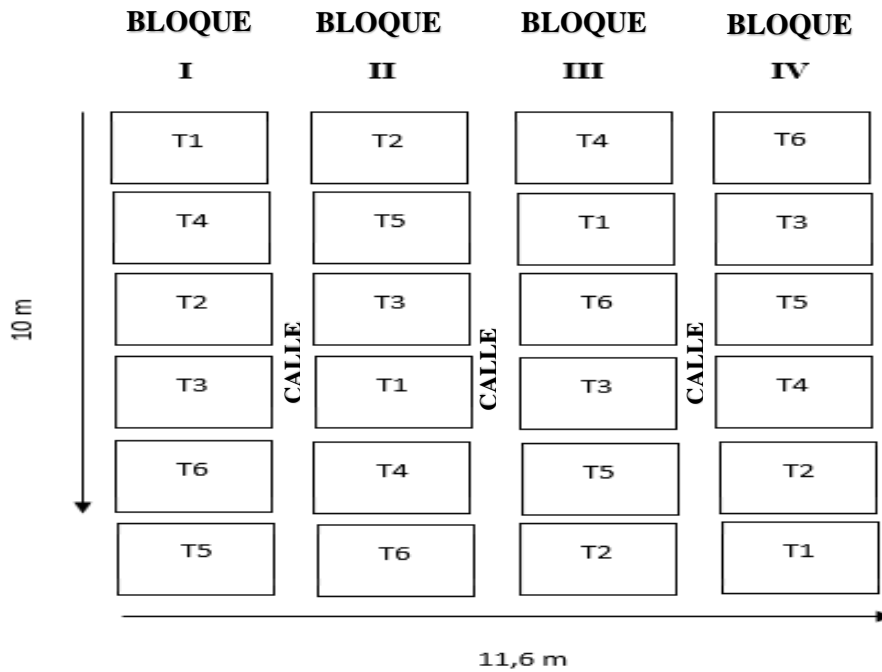


Figura 2. Esquema de disposición del ensayo.

3.3. Metodología por objetivos:

3.3.1. Metodología para el primer objetivo:

Evaluar los parámetros morfológicos y rendimiento agrícola del cultivo de brócoli en respuesta a la aplicación de *Chlorella* spp. y un consorcio de rizobacterias.

Se realizó un semillero de brócoli híbrido Avenger en 2 bandejas de espuma flex con capacidad para 220 plantas cada una. Como sustrato se utilizó una mezcla de 2:1 (tierra y turba) (Anexo 1). Cuando las plántulas alcanzaron una altura de 10 a 15 cm, y con la presencia de dos hojas verdaderas fueron trasplantadas en campo con una densidad de siembra de 0.25 m entre planta y 0.70 m entre surcos (Anexo 2). Al momento del trasplante partiendo del análisis de suelo se aplicó 0.180 kg de sulfato de manganeso y 0.0006 kg de ácido bórico (fertilizantes químicos) a todas las plantas del tratamiento 6 (3 g/planta de sulfato de manganeso y 0.1 g/planta de ácido bórico),

así mismo 100 g de materia orgánica para cada planta del tratamiento 5, todo esto como fertilización de base (Anexo 3).

Para *Chlorella* spp. se realizaron 3 aplicaciones: al momento del trasplante (07/08/2020), 15 días después del trasplante en la fase de crecimiento (22/08/2020), y en la fase de formación de las pellas (01/10/2020), todo esto vía drench directo al suelo a una cantidad de 25 ml diluido en 2 L de agua para cada aplicación para los tratamientos 2 y 3; para el consorcio de *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens* y *P. monteilii* (rizobacterias) de nombre comercial **Soil Activator**, se realizó 1 aplicación vía drench directo al suelo al momento del trasplante, a una dosis de 40 g del consorcio diluido en 2 litros de agua para los tratamientos 2 y 4 (Anexo 4). A los 45 días después del trasplante existió ataque de pulgones para lo cual se utilizó un insecticida de nombre comercial Mosquitol a razón de 2.5 g/L (Anexo 5).

Se evaluaron las siguientes variables:

- Altura de plantas (cm)
- Número de hojas
- Diámetro de la pella (cm)
- Peso de la pella (kg)
- Rendimiento (kg ha⁻¹)

Altura de plantas, número de hojas y diámetro de pella

Se midieron cada ocho días después del trasplante en 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento las siguientes variables: la altura de la planta con un flexómetro, desde el cuello de la planta a nivel del suelo hasta la cabeza central; el número de hojas se contabilizó las hojas verdaderas verdaderas (Anexo 6); el diámetro de pella se midió cada ocho días en cada tratamiento una vez el cultivo empezó a cuajar, esto se realizó con la ayuda de un calibrador, se midió con un calibrador el diámetro ecuatorial de la pella (inflorescencia) durante el ciclo del cultivo hasta la cosecha (Anexo 7), los resultados se expresaron en cm/pella y luego se obtuvo el promedio media general de cada tratamiento.

Peso de pella y rendimiento

El peso de la pella se efectuó con una balanza electrónica Camry en gramos donde se tomó el peso de 10 pellas por cada tratamiento, esto se realizó al momento de la cosecha (Anexo 7). El rendimiento correspondió al peso del total de pellas cosechadas en cada tratamiento, los valores se expresaron en t ha⁻¹ (Anexo 12).

3.3.2. Metodología para el segundo objetivo:

Determinar el efecto de la aplicación de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias sobre las propiedades físicas y químicas del suelo en el área de experimentación.

Se tomaron muestras de suelo de 1 kg antes y después de la experimentación, siguiendo la metodología propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1993). Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos y aguas de la estación Santa Catalina del INIAP para el análisis correspondiente de las propiedades físicas y químicas (macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S, micronutrientes B, Co, Fe, Mn, Mo y Zn, materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico) del suelo del área de experimentación, luego con los resultados se comparó el primer análisis (Anexo 14) con el segundo (Anexo 15) para determinar cómo influyó la aplicación combinada de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

3.3.3. Metodología para el tercer objetivo:

Realizar un análisis económico de la aplicación combinada de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias frente a la fertilización química.

Se determinó el comportamiento económico de la utilización combinada de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias en brócoli en comparación con la fertilización química. Para el efecto, se empleó la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1998), donde se tuvo en cuenta como puntos básicos: el presupuesto parcial, precios de campo, costos de producción de; una hectárea de brócoli con: fertilizante químico (Anexo 16), *Chlorella* spp (Anexo 17), *Chlorella* spp. y consorcio de Rizobacteria (Anexo 18) y análisis marginal.

3.4. Análisis estadístico

El procesamiento estadístico de las variables evaluadas se realizó con el paquete estadístico Statistic Package for Social Science (SPSS) versión 21.0 para Windows (Pardo y Ruiz, 2002). En todos los casos se comprobaron los supuestos de normalidad por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y homogeneidad de varianzas por la prueba de Levene. Se aplicó un análisis tipo ANOVA (paramétrico o no paramétrico) para saber cómo influyen los tratamientos con respecto a las variables morfológicas del brócoli, con un nivel de confianza del 95%.

Se evaluó la correlación entre las variables altura de la planta y número de hojas, altura de la planta y diámetro de la pella y peso de la pella con rendimiento, para lo cual se realizó un análisis de correlación de Pearson (Pearson Linear Correlation) teniendo niveles de significación $p < 0,001$, para demostrar si la correlación es significativa (Anexo 13).

4. RESULTADOS

4.1. Variables morfológicas

La altura de la planta no mostró diferencias significativas en la primera semana de evaluación. De la segunda a la cuarta semana el tratamiento 5 (materia orgánica) influyó significativamente en el crecimiento de las plantas con respecto a los demás tratamientos. El tratamiento 3 en la tercera semana donde inocularon las plantas con *Chlorella* spp. presentaron un crecimiento lento respecto a los demás tratamientos, a partir de la cuarta semana se igualó con los tratamientos 2, 4 y 6. el tratamiento 1 (testigo) de la semana dos a la cuarta mostró los valores más bajos. No obstante, desde la semana cinco hasta el final de la evaluación los tratamientos no mostraron diferencias significativas para esta variable evaluada (Figura 3) revisar (Anexo 8).

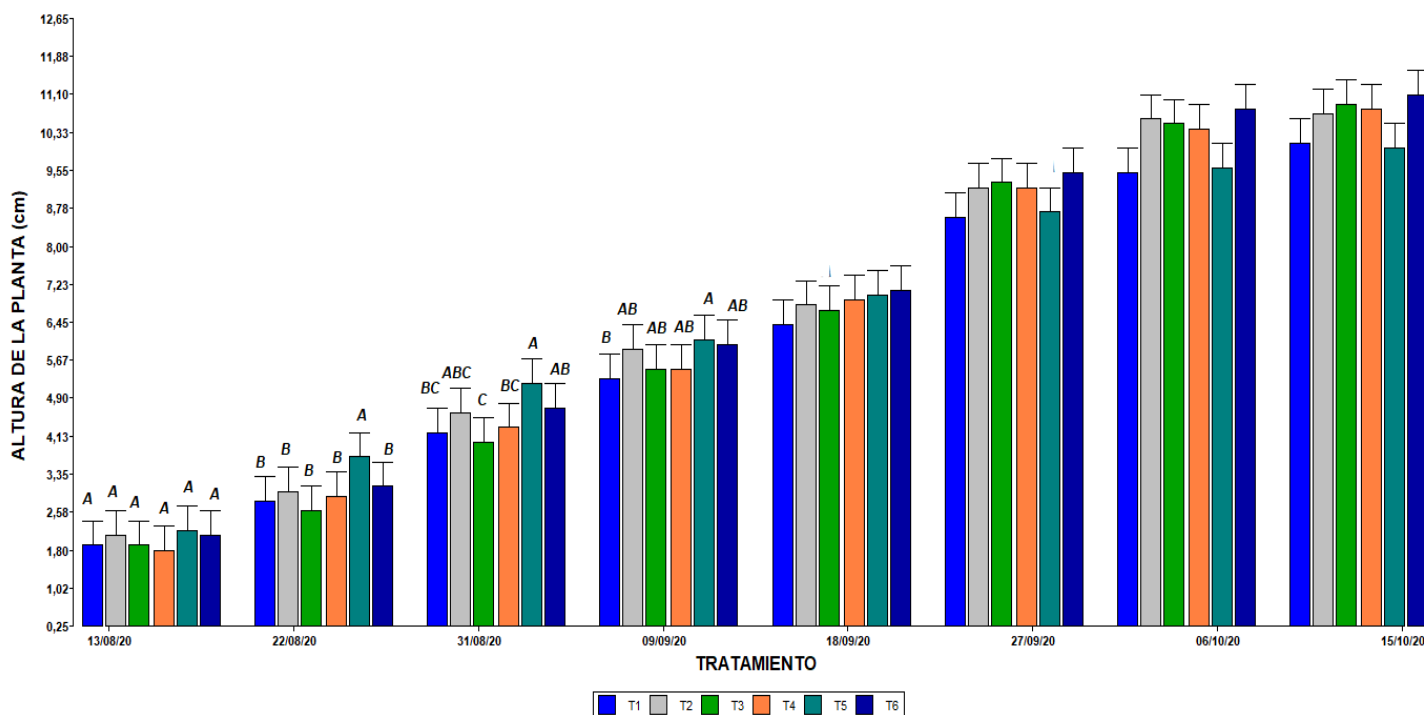


Figura 3. Altura de las plantas de brócoli. Tratamientos: 1 (Testigo), 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias), 3 (*Chlorella* spp.), 4 (Consortio de rizobacterias), 5 (Materia orgánica) y 6 (Fertilizante químico).

En la primera semana el tratamiento 1 (testigo) con relación al número de hojas fue menor En la semana dos el tratamiento 5 (materia orgánica) influyó significativamente en las plantas de brócoli con un mayor número de hojas que los demás tratamientos, no obstante, en las semanas tres y cuatro el tratamiento 6 se mostró significativamente mayor respecto a los demás tratamientos. De la semana cinco a la ocho no se mostraron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados (Figura 4) revisar (Anexo 9).

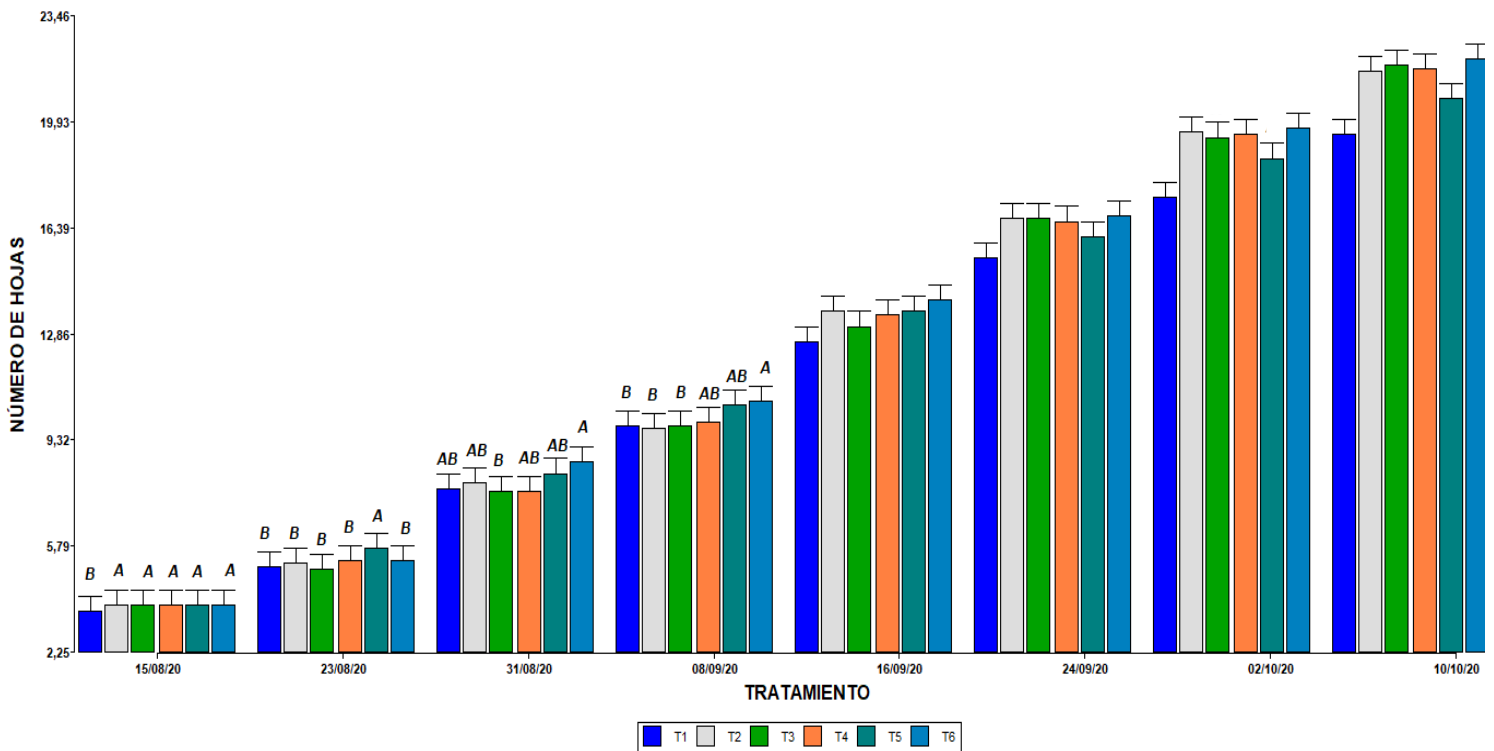


Figura 4. Número de hojas de las plantas de brócoli. Tratamientos: 1 (Testigo), 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias), 3 (*Chlorella* spp.), 4 (Consorcio de rizobacterias), 5 (Materia orgánica) y 6 (Fertilizante químico)..

Respecto al diámetro de pella de los seis tratamientos evaluados (Figura 5A), la aplicación del tratamiento 6 (fertilizante químico) presentó mayor diámetro de pella en las plantas de brócoli con un total de 13.40 cm, seguido por los tratamientos 3 (*Chlorella* spp.), 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) y 4 (Consorcio de rizobacterias) con valores de 13.20, 13.10 y 13.00 cm respectivamente; el tratamiento 1 (testigo) con 10.20 cm fue el que presentó el diámetro de pella más bajo con respecto a los demás tratamientos.

El peso final de la pella en el momento de la cosecha (Figura 5B) fue significativamente mayor en los tratamientos 6 (fertilizante químico 291.5 g), 3 (*Chlorella* spp., 287.8 g) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias, 282.8 g) en relación a los tratamientos 5 (materia orgánica) y 1 (testigo) que fueron los que menos peso presentaron con valores de 246.7 y 243.0 g respectivamente.

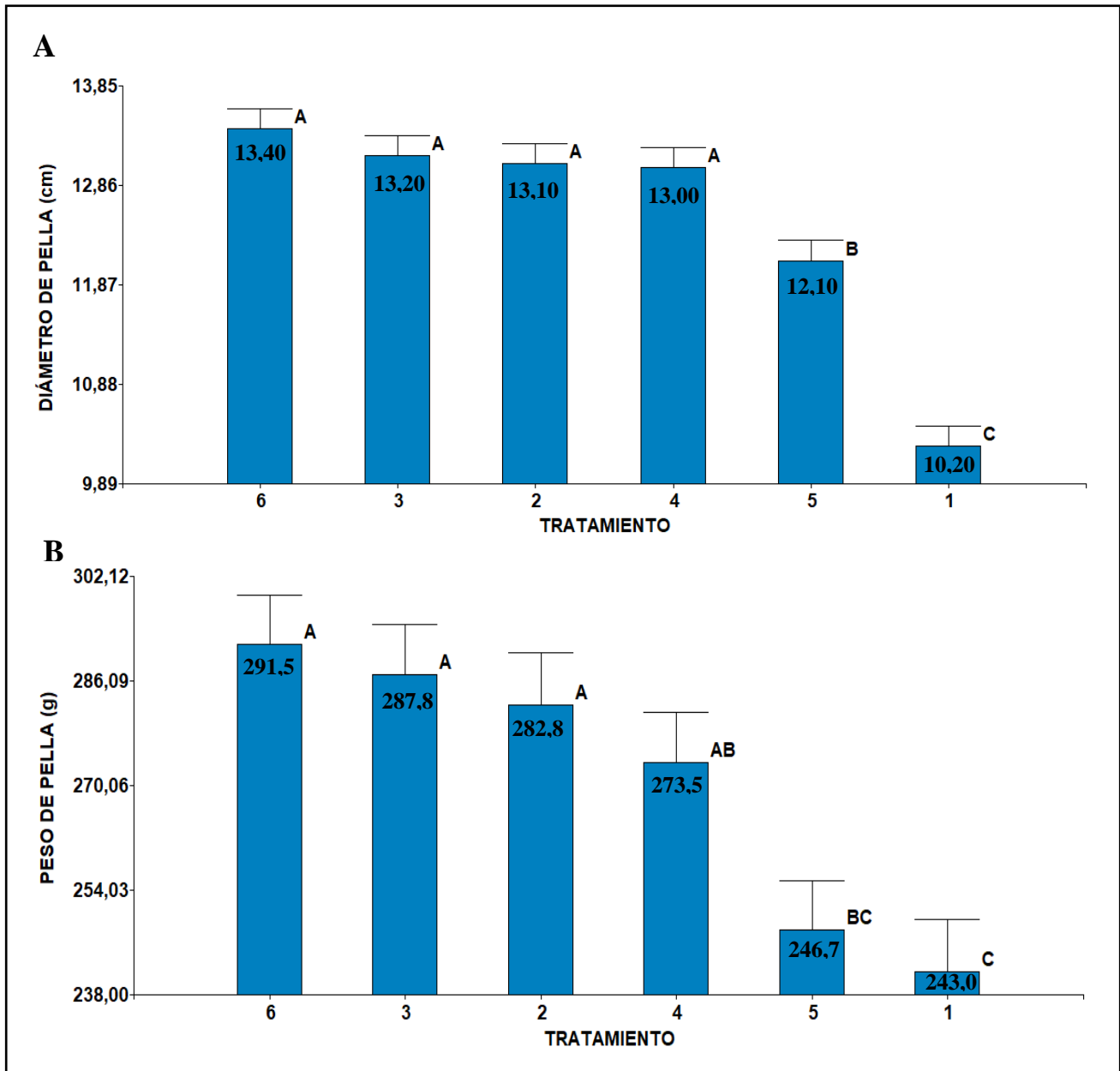


Figura 5. Diámetro de pella (A) y peso de pella (B) alcanzado en los 6 tratamientos aplicados en el cultivo de brócoli.

4.1.1. Evaluación del rendimiento

En lo que respecta al rendimiento del cultivo de brócoli, en la Figura 6 se muestra las toneladas por hectárea alcanzadas por cada uno de los tratamientos. El tratamiento 6 (fertilizante químico) presentó el mayor rendimiento agrícola en el cultivo de brócoli con un total de 16.70 t ha⁻¹, seguido por los tratamientos 3 (*Chlorella* spp.) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) con valores de 16.40 y 16.20 t ha⁻¹, por el contrario el tratamiento 1 (testigo) fue el que presentó el rendimiento más bajo con 13.90 t ha⁻¹.

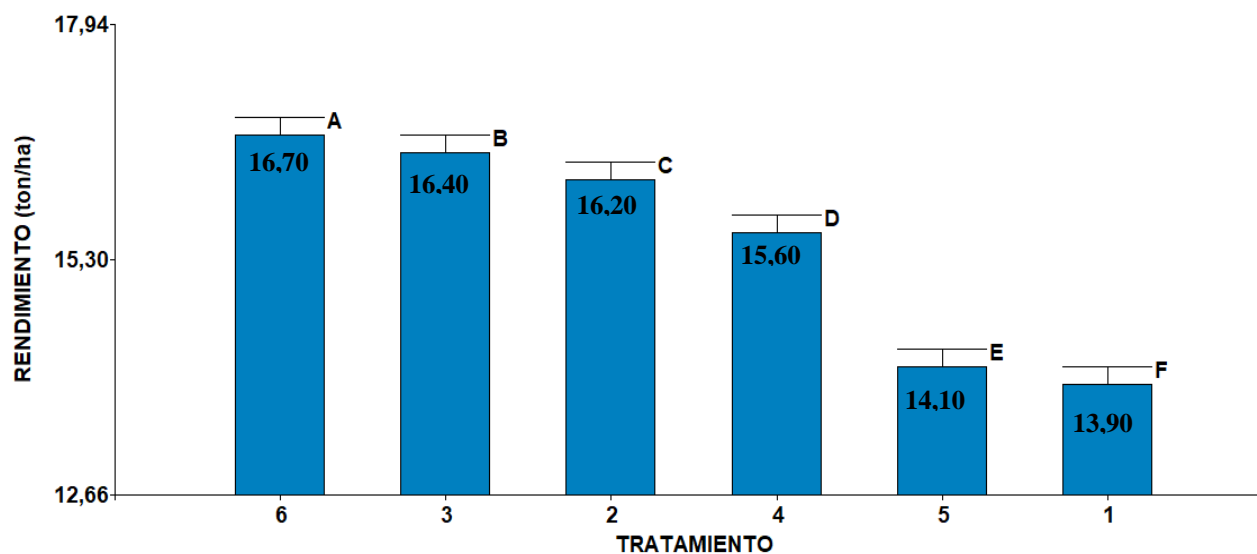


Figura 6. Rendimiento del cultivo de brócoli en t ha⁻¹ sometido a 6 tratamientos.

4.1.2. Análisis de correlación

La aplicación del análisis de correlación de Pearson (Tabla 3) determinó que la altura de la planta se encuentra significativamente y positivamente ligada al número de hojas y al diámetro de pella, y de igual manera el diámetro de pella y peso de la pella con el rendimiento. En cuanto a la altura y número de hojas tienen una relación significativa y positiva baja con el rendimiento.

Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson aplicado a las variables altura de planta, número de hojas, diámetro de pella, peso de pella y rendimiento del cultivo de brócoli

	R	p-valor
ALTURA – NUMERO DE HOJAS	0.85	p< 0.0001
ALTURA – DIÁMETRO DE PELLA	0.56	p< 0.0001
ALTURA – RENDIMIENTO	0.32	p< 0.0001
NUMERO DE HOJAS – RENDIMIENTO	0.43	p< 0.0001
DIÁMETRO DE PELLA – RENDIMIENTO	0.87	p< 0.0001
PESO DE PELLA - RENDIMIENTO	1	p< 0.0001

4.2. Comparación de los análisis de suelo

En lo que se refiere al contenido de macro y micronutrientes la Tabla 4 muestra que tanto en el primer y segundo análisis el contenido de P, S, K, Mg, Zn, Cu y Mn presentaron una mejora en su contenido, el contenido de Ca, B y Fe presentaron una pequeña disminución, por el contrario el contenido de N si presento una gran disminución.

Tabla 4. Contenido de macro y micro nutrientes en el primer y segundo análisis de suelo

ELEMENTO	UNIDAD	PRIMER ANÁLISIS		SEGUNDO ANÁLISIS	
Nitrógeno	ppm	63	A	13	B
Fósforo	ppm	57	A	111	A
Azufre	ppm	7.8	B	8.6	B
Potasio	meq/100ml	0.44	A	0.8	A
Calcio	meq/100ml	11.6	A	11.26	A
Magnesio	meq/100ml	3.1	A	3.19	A
Boro	ppm	0.4	B	0.27	B
Zinc	ppm	5.6	M	10.0	A
Cobre	ppm	1.30	M	3.9	M
Hierro	ppm	53	A	41	M
Manganeso	ppm	4,9	B	8,1	M

Simbología: (A) Alto, (M) Medio, (B) Bajo.

El pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico tanto en el primer y segundo análisis presentaron una mínima variación (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico

ELEMENTO	UNIDAD	PRIMER ANÁLISIS		SEGUNDO ANÁLISIS	
pH		7.07	PN	7.5	PN
M.O.	%	1.4	A	2.6	A
C.E.	dS/m (decisiemens por metro)	0.72	NS	0.93	NS
CIC	meq/100g suelo	15.8		15.3	

Simbología: (M.O.) Materia orgánica, (C.E.) Conductividad eléctrica, (CIC) Capacidad de intercambio catiónico, (PN) Prácticamente neutro, (A) Alto, (NS) no salino.

La Tabla 6 muestra las relaciones de los elementos, suma de bases y textura, en lo que se refiere a las relaciones Ca/Mg, Mg/k, y Ca+Mg/k y suma de bases si presentaron variación, de la misma manera se evidenció un cambio en la textura del suelo en los dos análisis.

Tabla 6. Relaciones, suma de bases y textura

ELEMENTO	PRIMER ANÁLISIS		SEGUNDO ANÁLISIS	
Ca/Mg	3.74	IDEAL	3.53	IDEAL
Mg/k	7.05	ACEPTABLE	3.99	ACEPTABLE
Ca+Mg/k	33.41	ADECUADO PARA K	18.07	ADECUADO PARA K
Σ Bases	15.14	ALTA	15.25	ALTA
Textura	Franco arenoso		Franco	

4.3. Análisis económico

Respecto al redimiento, el tratamiento 6 (fertilizante químico) fue el mas alto, seguido del tratamiento 3 (*Chlorella* spp.) y por último el tratamiento 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias). El valor de venta de 1 kg de brócoli en el mercado fue de 0.55 USD, relacionándolo

con los datos del rendimiento mostró un mayor ingreso para los tratamientos 6 y 3, en relación al tratamiento 2 (Tabla 7).

Tabla 7. Ingresos económicos de producción/ha para el cultivo de brócoli

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Valor venta (USD/kg)	Ingreso Total (USD)
T6 (Fertilizante químico)	16658.73	0.55	9162.30
T3 (<i>Chlorella</i> spp.)	16444.92	0.55	9044.71
T2 (<i>Chlorella</i> spp. y consorcio de Rizobacterias)	16158.25	0.55	8887.04

En la Tabla 8, se observa el beneficio neto donde se resta el costo de producción/ha para el ingreso total de cada tratamiento, donde el tratamiento 3 (*Chlorella* spp.) obtuvo el mayor beneficio neto con un valor de 7 447. 84 USD, seguido por el tratamiento 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) con 6 964. 67 USD, el tratamiento 6 (fertilizante químico) presento el valor más bajo con 6 810. 29 USD.

Tabla 8. Análisis de dominancia de la rentabilidad

Tratamiento	Costo de producción/ha	Ingreso Total (USD)	Beneficio Neto (USD)
T6 (Fertilizante químico)	2355.01	9162.30	6810.29
T3 (<i>Chlorella</i> spp.)	1596.87	9044.71	7447.84
T2 (<i>Chlorella</i> spp. y consorcio de Rizobacterias)	1922.37	8887.04	6964.67

La tabla 9 muestra el análisis beneficio/costo de los tratamientos aplicados al cultivo de brócoli. Los tratamientos 3 (*Chlorella* spp.) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) tuvieron el mayor beneficio/costo, respecto al tratamiento 6 (fertilizante químico) que presentó el menor

beneficio/costo, por consiguiente los tratamientos 3 y 2 presentaron mejor rentabilidad con respecto a la aplicación química.

Tabla 9. Análisis marginal

Tratamiento	Total Costos de producción (USD)	Costos Marginales (USD)	Beneficio Neto (USD)	Beneficio Neto Marginal (USD)	Tasa Marginal de Retorno (%)	Beneficio/costo (USD)	Margen
T6 (Fertilizante químico)	2355.01		6810.29			2.90	
T3 (<i>Chlorella</i> spp.)	1596.87	755.14	7447.84	637.54	0.844	4.66	1.77⁺
T2 (<i>Chlorella</i> spp. y consorcio de Rizobacterias)	1922.37	429.64	6964.67	154.38	0.359	3.62	0.73⁺

5. DISCUSIÓN

5.1. Altura y número de hojas

La aplicación de rizobacterias, *Chlorella* spp., materia orgánica y fertilizantes químicos, no influyó en la altura y número de hojas en el cultivo de brócoli, en comparación con el testigo absoluto. Con respecto a ello, en el mes de agosto, en la ciudad de Loja, empieza la temporada de frío (8 a 14 °C) y vientos, lo que contrasta con los requerimientos del cultivo de brócoli, el cual, se maneja en una temperatura óptima de 16 a 18 °C, y por ende, pudo afectar la etapa vegetativa inicial o de crecimiento, en dicha etapa Orellana *et al.* (2008) señala que se consolidan procesos de producción y la planta solamente desarrolla hojas y tallos. En lo que respecta al viento, Kin y Ledent (2003) informaron que ocasiona una disminución de la tasa de crecimiento y número de hojas.

5.2. Diámetro, peso y rendimiento de pella

Los tratamientos 6 (fertilizante químico), 3 (*Chlorella* spp.) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias), incrementaron significativamente el peso, diámetro y rendimiento de pella en relación al testigo, en lo que concierne al aporte del fertilizante químico S, Mn y B, Wainwright (1984) menciona que el S ayuda a incrementar rendimientos y aumenta la concentración de proteína cruda, ya que, actúa en la síntesis proteica, de igual manera IPNI (2000) señala que ayuda a tener una mayor uniformidad y calidad de la pella, y por tanto, una mejor uniformidad de la cosecha.

Con respecto al boro, mejora los tejidos de la planta, reduce el tallo hueco y aumenta la calidad de la cabeza; el Mn impulsa al desarrollo de la planta (Sakata, 2014). En lo que respecta a *Chlorella* spp, Zhuang *et al.* (2014) informaron que juega un papel importante, ya que ayuda a la fijación atmosférica de nitrógeno, convirtiéndolo en formas biodisponibles como el amonio, aumentando el crecimiento de la planta, de la misma forma Elarroussia *et al.* (2016) señalaron que contribuye con altas cantidades de macro y micronutrientes, constituyentes o metabolitos, como carbohidratos y proteínas lo que ayuda a aumentar peso de pella y rendimiento.

Garcés (2008) revela que consorcios de rizobacterias ayudan a las plantas, como por ejemplo el género *Pseudomonas* spp, las cuales ayudan solubilizar algunos nutrientes del suelo poco móviles como el fósforo, mejorando la entrada de este macronutriente hacia la planta por ende una mayor biomasa, del mismo modo Tajera *et al.* (2013) indicaron que bacterias del género *Bacillus* producen hormonas reguladoras del crecimiento vegetal, ayudan a la fijación biológica del nitrógeno y mejoraran los rendimientos y la calidad de los cultivos.

Según Huertos (2011), el diámetro adecuado para la pella principalmente para la agroindustria está comprendido entre 12,37 a 15,28 cm aproximadamente, los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con lo referido por dicho autor. Pro Ecuador (2018) sugiere que la comercialización es específica para cada mercado, el mercado internacional acepta pellas de máximo 360 g en sistemas de enfriamiento especializados, siendo así, los resultados de esta investigación respecto al peso de pella se encuentran dentro de dicho rango.

Yildirim *et al.* (2010) realizaron el aislamiento de cepas de *Bacillus* y produjeron una suspensión bacteriana a una concentración de 1×10^8 UFC/mL, la cual fue aplicada directamente en la raíz de plántulas de brócoli, demostrando que la aplicación de la suspensión aumenta en un 31 % el rendimiento total, en un 25 % el peso de la pella y en un 16 % el diámetro de la pella; esto se explica con el aumento en la fijación biológica de nitrógeno y la producción de fitohormonas por las cepas de *Bacillus*, corroborando así los resultados del tratamiento 4, donde se aplicó rizobacterias aumentó en un 17 % el rendimiento, 16 % el peso de la pella y un 28 % el diámetro de la pella.

Noé (2020) evaluó cinco fuentes de extractos de algas marinas comerciales: Phylgreen, FX Algae, Biocrop L45, QSI KBA2 y Fertimar donde encontró que aparentemente la aplicación foliar de extractos de algas marinas no tuvieron un efecto significativo para el incremento de los rendimientos, ya que esos resultados no fueron estadísticamente diferentes al testigo, al contrario de nuestra investigación, los resultados de la aplicación de *Chlorella* spp. en cuanto al rendimiento, si presentaron diferencias significativas respecto al testigo.

5.3. Comparación de los análisis de suelo

En la comparación a los análisis de suelo, se evidenció que el pH inicial y final no mostraron variación, de igual manera, el contenido de algunos macro y micronutrientes como: P, K, Fe, Mg, S, Mn, Zn, Cu y MO (Tabla 4 y 5) presentaron un incremento positivo donde se aplicó *Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias.

El contenido de fósforo pasó de 57 a 111 ppm esto se debe a que como menciona Liu (2016) las microalgas provocan un mayor contenido de fósforo, debido a su capacidad para producir excreciones de enzimas o metabolitos ácidos que ponen este elemento a disposición de las plantas, aumentando así su eficiencia y disponibilidad, de la misma forma Elarroussia *et al.* (2016) informaron que *Chlorella* aporta altas cantidades de macro y micronutrientes. Kumar *et al.* (2005) señalaron que rizobacterias como las pertenecientes al género *Pseudomonas* resultan de gran aplicación, porque además de solubilizar fosfato, también tiene la capacidad de producir sideróforos para la quelación del hierro. Esto se corrobora con los resultados obtenidos por Morales (2014) donde evaluó un consorcio cianobacteria-microalga como acondicionador de suelos, conformado por *Anabaena* sp., *Nostoc* sp. y *Chlamydomonas* sp, donde evidenciaron una mejora de la disponibilidad de: P, K, Fe, Ca, Mg, S, B y MO, de igual manera, no hubo variabilidad del pH, del mismo modo Saadaoui (2019) aplicó al suelo concentraciones de biomasa de algas y controló el crecimiento de las plantas de palma durante 3 meses, donde el análisis del suelo mostró que la biomasa de algas aumentó el contenido total de nitrógeno, potasio y fósforo.

Respecto a la conductividad eléctrica y la CIC, en ambas evaluaciones fueron iguales, Rizwan *et al.* (2018) señala que las microalgas ayudan a aumentar la capacidad de intercambio catiónico y la conductividad eléctrica del suelo. Manosalvas (2012) sugiere que un aumento en el contenido de conductividad eléctrica al estar relacionada con la salinidad del suelo, puede afectar al desarrollo de la planta, causando enanismo y alteración de contenido de hormonas, lo cual influye en el crecimiento del cultivo.

5.4. Análisis económico

Bojórquez *et al.* (2010) informaron que los biofertilizantes a base de microorganismos y aplicados al suelo y/o planta pueden sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética, así como disminuir costos de producción y la contaminación generada por los agroquímicos. Con respecto al análisis económico del beneficio neto, los tratamientos 3 (*Chlorella* spp.) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) tuvieron un incremento significativo por hectárea, con valores de 9 y 2 % respecto al tratamiento 6 (fertilizante químico), esto se debe a que como menciona Salazar (2018), la aplicación de estos fertilizantes sintéticos ocupan del 20 al 30 % de los costos de producción del cultivo, al contrario de la aplicación de los biofertilizantes como *Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias estos llegan a ocupar hasta un 6 % de los costos de producción, dándonos un beneficio-costo positivo, evitando la contaminación del suelo y el medio ambiente.

De acuerdo a Reyes (2001) mediante un análisis económico como el aplicado en esta investigación, va a facilitar el entendimiento de las opciones que económicamente se pueden considerar convenientes para efectos de maximizar los beneficios posibles para el productor, en este caso los tratamientos 3 (*Chlorella* spp.) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) se posicionan como la mejor opción económica para el agricultor ya que aventajan al tratamiento 6 (fertilizante químico).

6. CONCLUSIONES

- La aplicación de la fertilización química con respecto a la aplicación de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias, no presentaron diferencias significativas para la altura y número de hojas de las plantas de brócoli, por el contrario, las variables diámetro de pella, peso de pella y rendimiento si presentaron diferencias significativas, donde sobresalieron los tratamientos 6 (fertilizante químico), 3 (*Chlorella* spp.) y 2 (*Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias) respecto al testigo.
- La combinación de *Chlorella* spp., y el consorcio de rizobacterias optimizaron la disponibilidad de P, K, Fe, Ca, Mg, S, B, MO y mejoraron la conductividad eléctrica y textura del suelo.
- La mejor opción económica respecto al beneficio-costo fue la aplicación de *Chlorella* spp., con un valor de 4.66 USD por cada dólar invertido, con respecto a la fertilización química, que no superó los 2.90 USD.

7. RECOMENDACIONES

- Probar diferentes concentraciones de *Chlorella* spp. y el consorcio de rizobacterias para la obtención de nuevos resultados en lo que respecta a las variables morfológicas y de rendimiento.
- Efectuar un análisis microbiológico de suelo para cuantificar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de bacterias, hongos y actinomicetos.
- Realizar aplicaciones foliares de *Chlorella* spp. para hacer una comparación con los datos obtenidos por aplicación al suelo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahemad, M., & Kibret, M. (2013). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria Current perspective. *Journal of King Saud University Science*, 1-20.
- Alfonso, E. T., & Galán, A. L. (2006). Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. *Agronomía Costarricense*, 30(1), 65-73.
- Araujo, Y., Luizao, F., & Barros, E. (2004). Effect of earthworm addition on soil nitrogen availability, microbial biomass and litter decomposition in mesocosms. *Biology and Fertility of Soils*, 39(3), 146-152.
- Armenta, B. A., García-Gutierrez, C., Camacho-Báez, J. R., Apodaca-Sánchez, M. Á., & Gerardo-Montoya, L. y.-P. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56.
- Barahona, M. (2002). *Manual de Horticultura*. Ecuador: El Prado.
- Berendsen, R. L., Pieterse, C. M., & Bakker, P. A. (2012). The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends Plant Sci*, 17(8), 478-486. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.04.001>
- Bernal. (2004). Abuso de fertilizantes deteriora los suelos agrícolas. Recuperado el 10 de 11 de 2019, de www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/br
- Bertsch, F. (2013). *Absorción de nutrimentos por los cultivos*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo., Costa Rica.
- Bunch, R. (1994). *El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: lo que hemos aprendido hasta la fecha: informe técnico N°3*. (2 ed.). Honduras: Fundación Interamericana.
- Carranza, C., Lancho, O., & Miranda, D. (2008). Comportamiento de los nutrientes en el tejido foliar del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) coronado y repollo (*Brassica oleracea*) híbrido delus cultivados en la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de ciencias hortícolas*, 2(1), 66-72.
- Castellanos Ruíz, J. Z. (1982). *La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles*. Torreón, Coahuila, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. .
- Cerisola, A. C. (2015). Fertilidad química. *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*, 1-44.
- Cerveñansky, A. (2011). Azufre - Fertilidad. *FAGRO*, 11-12.
- Chirinos, J., Leal, Á., & Montilla, J. (2006). *Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del Estado Anzoátegui*. Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, El Tigre, Anzoátegui.
- Choudhary, D., & Bhavdish, N. (2009). Interactions of *Bacillus* spp. and plants-UIT special reference to induced systemic resistance (ISR). *Microbiological Research*, 164, 493-513.

- CIFN, C. d. (2001). *Rhizobium y su destacada simbiosis con plantas*. México: UNAM.
- CIMMYT. (1998). *La formulación de recomendaciones a parUr de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. México. Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato. (2001). Contingencia de manejo fitosanitario de crucíferas. Brócoli, coliflor y col. 4.
- Contreras-Flores, Peña-Castro, J., R. L. F.-C., & Cañizares-Villanueva. (2003). Avances en el diseño conceptual de fotobiorreactores para el cultivo de microalgas. *Asociación Interciencia*, 28(8), 450-456.
- Curi, M. A., Jiménez, V. H., & Ibarra, J. P. (2019). Cepas bacterianas nativas con actividades promotoras del crecimiento vegetal aisladas de la rizosfera de Coffea spp. en Pichanaqui, Perú. *Biotecnología Vegetal*, 19(4), 285-295.
- Dworkin, M. F. (2006). The Prokaryotes. *Ecophysiology and Biochemistry*, 2(3).
- Elarroussia H, E. N. (2016). Polisacáridos de microalgas un bioestimulante prometedor para el crecimiento de las plantas. *J Algal Biomass Util*(7), 55-63.
- Esquivel-Cote, R., Gavilanes-Ruiz, M., Cruz-Ortega, R., & Huante, P. (2013). Importancia agrobiotecnológica de la enzima ACC desaminasa en rizobacterias, una revisión. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 251-258.
- Faheed, F. A., & Zeinar, A. E. (2008). Effect of Chlorella vulgaris as Bio-fertilizer on Growth Parameters and Metabolic Aspects of Lettuce Plant. *Journal of Agriculture and Social Sciences (Pakistan)*, 4.
- Ferraris G, C. L. (2004). Evaluación de la utilización de bacterias solubilizadoras de fósforo (Pseudomonas spp) en trigo. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 9, 37-39.
- Flores, J. B., Corral, F. J., Félix, F. R., Hernández-Montiel, L. G., & Reyes-Pérez., J. J. (2016). Halobacterias promotoras del crecimiento vegetal en Brassica oleracea en el noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(17), 3509-3519.
- Garces, K. (2008). *Implementación del laboratorio básico de microbiología agrícola dentro de la finca*. Quito, Ecuador.
- García, I., & Dorronsoro., C. (2005). Contaminación por Metales Pesados. *Universidad de Granada*, 16(2), 95-107.
- Garza, M., Almaguer, V. R., & Loredo, J. (2010). Bioingeniería aplicada a una columna empacada con Chlorella sp. Inmovilizada para la remoción de metales pesados. *Ciencia UNAL*, 174-177.
- Gómez-Luna, B. E., Hernández-Morales, A., HerreraMéndez, C. H., Arroyo- Figueroa, G., VargasRodríguez, L., & Olalde-Portugal, V. (2012). Aislamiento de bacterias promotoras del crecimiento de la rizósfera de plantas de guayaba (Psidium guajava). *Ra Ximhai*, 97-102.
- González, A. (2015). ¿QUÉ SON LAS MICROALGAS? INTERÉS Y USO. *Fundación CAJAMAR*, 11.
- González, M. (2014). Transferencia de Tecnologías para el Mejoramiento Productivo de la Horticultura en la Region de Aysen. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. , 6-7.

- Grageda Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., PeñaCabriales, J. J., & Vera-Nuñez, J. A. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1261-1274.
- Graham, L., & Wilcox, L. (2000). Introduction to the Algae. *Algae. Inc Prentice-Hall* , 1-20.
- Granda, K. I., Robles, Á. R., González, R., Torres, R., & Alvarado, Y. (2017). CHARACTERIZATION OF RHIZOBACTERIA AND STIMULATION OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS AND BIOMASS IN CORN (*Zea mays*). *Centro de Biotecnología*, 4(1), 14-22.
- Grupo SACSA. (2015). *Ventajas y desventajas de agroquímicos*. Recuperado el 10 de 11 de 2019, de <http://www.gruposacsa.com.mx/ventajas-y-desventajas-de-usar-agroquimicos/>
- Gupta, V., Sharma, S., Singhal, L., Soni, R., & Chander, J. (2018). Pseudomonas monteilli an emerging pathogen in meningoencephalitis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12(4).
- Gutiérrez, R. T., Granda, K. I., García, M. C., & Carrión, Á. R. (2017). *Genetic and phenotypic diversity of Rhizobium isolates from Southern Ecuador*. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Hernández, H. R., Santacruz, R. F., Ruiz, L. M., & Norrie, J. a. (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Appl. Phycol.*, 26(1), 619-628.
- Huertos, G. (2011). *Manual de procedimientos para calidad del brócoli para agroindustria*.
- INEC. (2016). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Recuperado el 20 de 11 de 2019, de <http://ecuadorencifras.gob.ec/>
- Infopos. (1997). *Manual Internacional de fertilidad de Suelos* (1ra ed.). Quito, Ecuador .
- IPNI (International Plant Nutrition Institute). (2000). *Papel del azufre y el potasio en la producción de hortalizas de alta calidad en México*. Recuperado el 02 de 01 de 2021, de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/CE4605B3701F2B5506256AE80063C02C/\\$file/El+Papel.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/CE4605B3701F2B5506256AE80063C02C/$file/El+Papel.pdf)
- Jaramillo, & Diaz, D. C. (2005). *El Cultivo de las Crucíferas*. Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva.
- Jaramillo, J., & Díaz, C. (2006). *El cultivo de las crucíferas, brócoli, coliflor, repollo, col china*. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Jha, C. K., & Saraf, M. (2015). Plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR). *Journal of Agricultural Research and Development*, 5(2), 108-119.
- Kin, A. G., & Ledent, J. F. (2003). *Efectos del viento sobre las plantas. En: Viento, suelo y plantas*. INTA Ediciones.
- Koneman.E.W. (2001). *Diagnostico microbiológico: Texto y atlas de color*. (Quinta ed.). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Kumar, R., Ayyadurai, N., Pandiaraja, P., Reddy, A., Venkateswarlu, Y., Prakash, O., & Sakthivel, N. (2005). Characterization of antifungal metabolite produced by a new strain Pseudomonas aeruginosa PUPa3 that exhibits broad-spectrum antifungal activity and biofertilizin traits. *J Appl Microbiol*, 1(98), 145-154.

- Lestrangle, M., Mayberry, K., Koyke, S., & Valencia, J. (2003). Producción de brócoli en California. Centro de información e investigación de Hortalizas, serie producción de hortalizas. *Division of Agriculture and Natural Resources*.
- Liu L, P. G., & 14(10):191. (2016). Extracellular Metabolites from Industrial Microalgae and Their Biotechnological Potential. *Marine Drugs*, 14(10), 191. doi:10.3390/md14100191
- Manosalvas, R. (2012). *Determinación de la Efectividad de “Biol Biogest Potencializado” como fuente nutricional complementaria en el cultivo de Brócoli (Brassica oleracea) en la provincia de Cotopaxi*. Cotopaxi, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Maroto Borrego, J. V., F. Pomares García, C., & Soria, B. (2007). *El cultivo de la coliflor y el brócoli*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Martínez, L. (2008). Eliminación de CO₂. *Tesis Doctoral, Instituto de Recursos Naturales, Universidad de León*, 226.
- Mayea, S. (1998). *Microbiología Agropecuaria* (Vol. 2). La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Medina, L. A., Monsalve, Ó. I., & Forero, A. F. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas*, 4(1), 109-125.
- Misnisterio de agricultura y ganadería. (2018). *Boletín situacional brocoli*. Recuperado el 05 de 11 de 2020, de <https://docplayer.es/43234418-Boletín-situacional-brocoli.html>
- Montaño, F. (2010). *Proyecto Azolla*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador: Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales .
- Morales García, Y. E., Baez, A., Quintero-Hernández, V., Molina-Romero, D., Rivera-Urbalejo, A. P., Pazos-Rojas, L. A., & Muñoz-Rojas, J. (2019). Bacterial Mixtures, the Future Generation of Inoculants for Sustainable Crop Production. In *Field Crops: Sustainable Management by PGPR*. Springer, Cham., 11-44.
- Morales, I., Raquel Martínez Pérez, & Rodríguez, G. S. (2014). Aislamiento, cultivo, viabilidad y evaluación de un consorcio cianobacteria-microalga como acondicionador de suelos. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 34(1-2), 51-71.
- Muleta, D., Assefa, F., Hjort, K., Roos, S., & Granhall, U. (2009). Characterization of rhizobacteria isolated from wild *Coffea arabica* L. *Engineering in Life Sciences*. 100-108.
- Noé, M. (2020). *“FERTILIZACIÓN FOLIAR CON EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE BRÓCOLI (Brassica oleracea L. var. Italica cv. ‘Paraíso’)”*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Orellana, H., Solórzano, H., Bonilla, A., Salazar, G., Falconí-Borja, C., & Velasteguí, R. (2008). *MANEJO ORGÁNICO ECOLÓGICO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI*. Recuperado el 04 de 01 de 2021, de https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual_cultivos/BROCOLI%20ORGANICO.pdf
- Pardo, A., & Ruiz, M. A. (2002). SPSS 11 Guía para el análisis de datos. *McGraw-Hill*.
- Park J, R. C., & Shilton, A. (2011). Wastewater treatment high rate algal ponds for biofuel production. *Bioresource Technology*, 30-42.

- Parray, J. A., Jan, S., Kamili, A. N., Qadri, R. A., & Egamberdieva, D. &. (2016). *Current Perspectives on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*. Journal of Plant Growth Regulation. doi:10.1007/s00344-016-9583-4.
- Pascual Antón, J. A. (1994). Brócoli su cultivo y perspectivas. *Horticultura*, 21-25.
- Pinzón, H., & Isshiki, M. (2001). *El cultivo de algunas hortalizas promisorias en Colombia*. (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Editorial Produmedios.
- Pomares, F., Baixauli, C., Bartual, R., & Ribó, M. (2007). *El riego y la fertirrigación de la coliflor y brócoli*. España: Mundi-Prensa.
- Priest, F., Goodfellow, M., & Shute, L. a. (1987). *Bacillus amyloliquefaciens* sp. nom., nom. rev. International Journal of Sytematic Bacteriology.
- Pro Ecuador. (2018). *Brócoli en Corea del Sur*. Recuperado el 05 de 01 de 2021, de <https://www.proecuador.gob.ec/brocoli-en-corea-del-sur/>
- Probelte. (2019). *Fertilizacion química*. Recuperado el 28 de 03 de 2020, de <https://www.probelte.es/noticia/es/fertilizacion-quimica-o-convencional-en-la-agricultura/30>
- Proexant. (1992). *Productos de exportación: Manual del Brócoli* (1era ed.). Quito, Ecuador: Editorial Naranjo.
- Revelo, R. (2012). *Perfil de brócoli*. Centro de Inteligencia e Información Comercial- CICO de CORPEI. , Ecuador.
- Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: rediseñando el uso de este enfoque*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque*. Guatemala: CIAGROS.
- Ringuelet, A., & Gil, I. (2005). *Fertilizantes y abonos: "alimentos" para las plantas* (1a ed.). Córdoba: Agencia Córdoba Ciencia.
- Rizwan, M., Mujtaba, G., Memon, S., Lee, K., & Rashid, N. (2018). Explorando el potencial de las microalgas para nuevas aplicaciones biotecnológicas y más allá: una revisión. *Renovar Sust Energ Rev*, 92, 394-404. doi:10.1016 / j.rser.2018.04.034
- Rodríguez, D., Urrego, L., Martínez, P., & Bernal, J. (2003). *Evaluación preliminar de dos matrices para la inmovilización de bacterias diazotróficas y solubilizadoras de fosforo aislado de bosque alto andino cundimarqués*. Tesis de Microbiología industrial. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Rojas, D. F., Garrido, M. F., & Bonilla, R. (2009). Standardization of a complex culture media for multiplication of C50 Rhizobium sp. Strain. *Corpioca-Ciencia y Tecnología Agropecuária*, 10(1), 70-80.
- Romero L., M. d. (200). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia*, 261-269.

- Saadaoui, I., Sedky, R., Rasheed, R., Bounnit, T., Almahmoud, A., Elshekh, A., . . . Al-jabri, H. (2019). Assessment of the algae-based biofertilizer influence on date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivation. *Journal of Applied Phycology*, 31.
- Sakata. (2010). Manejo del brócoli. México. Recuperado el 16 de 12 de 2020, de <http://www.sakata.com.mx/paginas/ptbrocoli.htm>.
- Sakata. (2014). *Manual Técnico de cultivo de Brócoli*. Recuperado el 050 de 01 de 2021, de <https://www.sakata.com.br/assets/downloads/299/sakata-manual-brocolis.pdf>
- Salazar. (2018). *Cultivo de hortalizas*. Recuperado el 10 de 11 de 2019, de <http://www.agricultura.gob.do/index.php?option=content&task=view&id=159>
- Sarti, G. C., Miguez, A. E., & Curá, A. J. (2019). Optimización de las condiciones de cultivo para el desarrollo de una biopelícula bacteriana y su aplicación como biofertilizante en *Solanum lycopersicum* L. var. Río grande. *Revista de Protección Vegetal*, 34, 2.
- Seminis. (2004). *Deficiencias nutricionales*. Recuperado el 15 de 12 de 2020, de <https://www.seminis.mx/>
- Sermeno, J., Rivas, A., & Menjivar, R. (2001). *Manual técnico manejo integrado de plagas*. San Salvador, El Salvador: MAG-OIRSA-UES.
- Shaaban, M. M. (2001). *Nutritional status and growth of maize plants as affected by green microalgae as soil additives*. Egipto.
- Smith, S., & Read, D. (2008). Mycorrhizal Symbiosis. *Academic Press*, 3 ed, 800.
- Tejera, B., Heydrich-Pérez, M., & Rojas Badía, M. (2013). Aislamiento de *Bacillus* solubilizadores de fosfatos asociados al cultivo del arroz. *Agronomía Mesoamericana*.(24), 357-364.
- Thirumaran, G. A. (2009). Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Growth and Pigment Concentration of *Abelmoschus esculentus* (l) medikus. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 2(2), 57-66.
- Toledo, J. (2003). *Cultivo de brócoli*. Lima, Perú: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA.
- Urrestarazu, M. (2004). *Tratado de cultivos sin suelo* (3ra ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Valadez, A. (1994). *Producción de hortalizas* (4ta ed.). Limusa.
- Vallejo, M. (2013). *Evaluación de Siete Variedades de Brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) En Dos Localidades de Pichincha*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Wainwright. (1984). Sulfur oxidation in soils. 37, 349-396.
- Willey, J., Sherwood, L., & Woolverton, C. (2013). Prescott's Microbiology. *McGraw-Hill Education*, 1139.
- Wilson, M., & Backman, P. A. (1998). Biological control of plant pathogens. New York: Marcel Dekker.
- Yildirim, E., Karlidag, H., Turan, M., & Donmez, M. F. (2010). *Potential use of plant growth promoting rhizobacteria in organic broccoli (Brassica oleracea L., var. italica)*.

Zhuang WW, D. A. (2014). El en fl influencia de la corteza biológica del suelo en 15 N traslocación en el suelo y la planta vascular en un desierto templado de Nortwest China. *J Plant Ecol*(8), 1-9.

9. ANEXOS

Anexo 1. Preparación del semillero.



Anexo 2. Trasplante de plántulas.



Anexo 3. Aplicación de fertilizante químico.



Anexo 4. Aplicación de *Chlorella* spp y consorcio de rizobacterias.



Anexo 5. Aplicación de insecticida.



Anexo 6. Medición de altura de la planta y conteo de hojas.



Anexo 7. Toma de diámetro de pella y peso de pella.



Anexo 8. Altura de la planta por tratamiento tomada cada 8 días.

FECHA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Planta 6	Planta 7	Planta 8	Planta 9	Planta 10	PROMEDIO REPETICION	PROMEDIO TRATAMIENTO
15/08/2020	1	1	2	2	2,5	2,2	2,5	1,3	2,6	1,7	3	2,3	2,2	1,9
15/08/2020	1	2	3	2	1,8	2,6	2	2,5	2,4	2,5	2,2	2	2,3	
15/08/2020	1	3	2	1	2	1,6	1,6	1,9	1,3	2	2	1,6	1,7	
15/08/2020	1	4	2	2	1,5	2	1,6	1,5	1,5	1	1,2	1,2	1,6	
15/08/2020	2	1	2	2,4	1,9	2,5	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,1
15/08/2020	2	2	2,5	2,1	2,6	3,5	2,5	2	3	2,2	3	2,6	2,6	
15/08/2020	2	3	2	2	2,5	2	2	1,2	2,5	1,6	1,5	1,6	1,9	
15/08/2020	2	4	2	1,6	1,5	1	1,5	1,6	1,5	1,5	1	1,5	1,5	
15/08/2020	3	1	2,6	2	1,5	2,4	2	2	2	2	1,2	2,7	2,0	1,9
15/08/2020	3	2	2,5	1,8	2,5	2,6	3	2,5	2,5	2	2,8	2	2,4	
15/08/2020	3	3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,8	1,5	2	1	2,5	1,6	
15/08/2020	3	4	2	1,6	1,5	2,2	1,5	1,5	1,5	1	1	2,2	1,6	
15/08/2020	4	1	2,7	1,6	1,5	1,8	2,1	2,5	2	1,6	1,3	1,4	1,9	1,8
15/08/2020	4	2	2,7	1,6	1,5	1,8	2,1	2,5	2	1,6	1,3	1,4	1,9	
15/08/2020	4	3	2,1	1,7	1,6	1	2	2	2	2	2,1	2,3	1,9	
15/08/2020	4	4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,6	
15/08/2020	5	1	2,5	2,7	2,1	2,1	2,5	2,7	2	3	2,4	3	2,5	2,2
15/08/2020	5	2	2,5	2,5	2,5	2,2	2	1,8	3,2	2	2,5	2,3	2,4	
15/08/2020	5	3	2,5	1,7	1,7	2,5	1,5	2,5	3	3	2,5	2,5	2,3	
15/08/2020	5	4	1	2	2,1	2	1,5	2,5	1,2	2	2	1,7	1,8	
15/08/2020	6	1	3,5	2	2,5	1,5	2,3	1,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,3	2,1
15/08/2020	6	2	2,6	2,7	2,7	2	2,5	2	2,5	3	2,5	1,5	2,4	
15/08/2020	6	3	1,8	3,1	2,5	1	1	2,5	1,7	2,5	1,6	2	2,0	
15/08/2020	6	4	1,6	1,6	2	1	1,5	2	2,5	1,5	1,5	1,6	1,7	
23/08/2020	1	1	2,7	2,5	3	2,5	2,5	2,5	2,7	2,5	3,2	4	2,8	2,8
23/08/2020	1	2	4,5	3,2	2	4	3,5	3,5	3,2	4	3,9	2,2	3,4	
23/08/2020	1	3	3	2,5	2,5	2,3	2	3	2	2,9	2,5	2,5	2,5	

23/08/2020	1	4	2,7	2,7	2,8	3,5	2,6	2,5	2	2,1	1,6	2,2	2,5	
23/08/2020	2	1	2,6	3,2	2,5	3	4,2	2,5	3,5	3,5	3	3,2	3,1	3,0
23/08/2020	2	2	5	3,2	3	3,2	4	3	3,1	3,5	3,5	4,1	3,6	
23/08/2020	2	3	4	2,1	3	3,4	3	2,5	2,9	2,6	2,5	3	2,9	
23/08/2020	2	4	2,8	3	2,6	2,1	1,6	2,6	2,5	3	2	2,7	2,5	
23/08/2020	3	1	3,5	3	2,6	3	2,5	2,5	2,2	3	2,3	3,5	2,8	2,6
23/08/2020	3	2	1,6	1,8	3,2	2,5	3	2,5	2,7	2,5	3	2,5	2,5	
23/08/2020	3	3	2,5	2,1	2	2,5	2,1	2	2,2	3	2	4	2,4	
23/08/2020	3	4	3	2,5	2,5	3,2	3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,7	
23/08/2020	4	1	3,5	3,2	3,5	3,5	4	3	3,1	3	2,5	2	3,1	2,9
23/08/2020	4	2	3	2,6	2	2	3	3	3	3	3	3	2,8	
23/08/2020	4	3	2,6	2,6	4	2,6	3,5	3,5	2	3	3	3	3,0	
23/08/2020	4	4	2	2,5	2,4	3	2	2,5	2,5	2,5	3,8	2,5	2,6	
23/08/2020	5	1	4	4,2	3,5	3,5	3,5	4,7	3,5	4	3,6	4	3,9	3,7
23/08/2020	5	2	4,5	4,5	4,3	4,2	3,2	2,6	4,5	4	3	3,5	3,8	
23/08/2020	5	3	4	3	4,5	4	3,5	3,6	5	4,5	4	4	4,0	
23/08/2020	5	4	2,6	3,5	3	3,1	2,5	3,5	3	3	2,5	3,5	3,0	
23/08/2020	6	1	4	3	3,5	2,6	2,1	2,5	2,8	3	3,5	3	3,0	3,1
23/08/2020	6	2	3,5	4,2	3,5	3,5	3,5	3,1	3,6	4	3,5	3	3,5	
23/08/2020	6	3	2,5	4	3,5	2,1	2,5	3,5	1,8	2,6	3,1	3,9	3,0	
23/08/2020	6	4	2,5	2,5	2	2	3	3	4	2,6	2,2	3,5	2,7	
31/08/2020	1	1	3,5	3	4,5	3,6	4	3	3,5	3,5	4,5	5	3,8	4,2
31/08/2020	1	2	5	4,5	4,5	5,5	5,5	5	4,6	5,5	5,5	5,5	5,1	
31/08/2020	1	3	3,5	3,7	3,5	4,5	4,5	4,2	3,5	4	4	3,2	3,9	
31/08/2020	1	4	4	4	4,5	5	3,5	4	4,2			4	4,2	
31/08/2020	2	1	4,5	4,6	3,5	5	6	4,5	4,5	5	4,5	4,5	4,7	4,6
31/08/2020	2	2	5	5	5	4,5	4,5	4,5	5,5	4,5	5,5	6	5,0	
31/08/2020	2	3	3,5	4	4,5	3	7,3	4	3,5	5	3,5	4,9	4,3	
31/08/2020	2	4	5	5	4	3	4,5	5,5	4,5	3,6	3,5	4,5	4,3	
31/08/2020	3	1	4,5	4,5	3,5	4,5	4	4	2,5	5,5	4	5	4,2	4,0

31/08/2020	3	2	3,6	3,5	4,5	4	4	3,6	4	3,1	4,1	3,5	3,8	
31/08/2020	3	3	4	3,5	3,7	3,5	3,5	4	4	4,5	3	4,6	3,8	
31/08/2020	3	4	4,5	5	4	4	4,5	4,5	4,5	4	3,9	4,6	4,4	
31/08/2020	4	1	4,5	3,5	4	3,5	5,5	5	4,5	4	4,5	3,6	4,3	4,3
31/08/2020	4	2	5	4,5	4,5	3,6	4,5	4,5	4		4	4,5	4,3	
31/08/2020	4	3	4,2	4,5	5	4,5	5	5,2	3,7	5	4,5	4,5	4,6	
31/08/2020	4	4	4	3,5	4	4	4	4,5	4	4,5	4,5	3,5	4,1	
31/08/2020	5	1	6	6,3	5,1	5	5	5,2	4,9	6,5	4,5	5	5,4	5,2
31/08/2020	5	2	6	6	5,5	5,5	5	3,7	7	6,5	5,5	5	5,6	
31/08/2020	5	3	5	3,8	5	5,5	4,5	5	6	6	5,8	6,3	5,3	
31/08/2020	5	4	4,5	4,6	5	4,5	4	4,5	4,6	4	4,5	5	4,5	
31/08/2020	6	1	6,5	6,5	5,5	5	4,6	4,5	5	5	5	4,6	5,2	4,7
31/08/2020	6	2	5	6	5,5	5,5	5,5	6	5	5	5,5	4,7	5,4	
31/08/2020	6	3	3,5	5	4,8	4	4	5	2	4	4,5	4,5	4,1	
31/08/2020	6	4	4	4,5	4	3,5	4	5	5	4	4	4,5	4,3	
08/09/2020	1	1	3,8	4	7	5,5	4,5	5	4,5	4,5	6	6	5,1	5,3
08/09/2020	1	2	6	5	5,5	5,5	5,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	
08/09/2020	1	3	5,5	6	6	5,5	5	6	6	5,9	5,9	5,2	5,7	
08/09/2020	1	4	5	5	5,1	5	4,6	5	5			5	5,0	
08/09/2020	2	1	6	6,2	5,2	6,5	6,5	5,5	5,5	7	5,5	6	6,0	5,9
08/09/2020	2	2	5,6	6,2	6,5	5	5,5	6,5	6,8	4	6	6,5	5,9	
08/09/2020	2	3	5,5	6	6,2	5	5,5	5,9	5	6,5	6	6	5,8	
08/09/2020	2	4	6,2	6,5	6	5,5	6,2	5,9	5,9	5	5,2	6	5,8	
08/09/2020	3	1	6,5	6,5	5,5	6	6,5	6,8	4	7,5	6,5	6,5	6,2	5,5
08/09/2020	3	2	5	5,5	5	5	5,5	4,5	4,5	3,9	5,2	5	4,9	
08/09/2020	3	3	5	5,5	5	3,5	4,5	4,9	5	5,5	5	4,9	4,9	
08/09/2020	3	4	6,2	6,3	6	6	5,5	5,5	5,5	5	6	6,2	5,8	
08/09/2020	4	1	5,5	5,5	4,8	4,5	6	5,5	6	5	5,5	5	5,3	5,5
08/09/2020	4	2	6,5	6	5	4,5	6	5,5	4		4,8	5,8	5,3	
08/09/2020	4	3	4,5	6	5,5	5,6	6	6	6,4	5,6	6,5	4,9	5,7	

08/09/2020	4	4	5,9	5,6	5	5	5,4	5,5	5,5	5,5	6	6	5,5	
08/09/2020	5	1	6	7,5	6	7,5	6,5	6	7	7,5	6,4	6	6,6	6,1
08/09/2020	5	2	5,5	6,2	6,2	6,5	6,5	5,5	8	7	6,9	6,5	6,5	
08/09/2020	5	3	6	4,5	5,4	5,5	6	5,5	6	6,5	6,4	6	5,8	
08/09/2020	5	4	5,2	6,5	6	6	5,5	5	5,5	5	5,5	5,5	5,6	
08/09/2020	6	1	7,2	7,2	6	7,5	6	7,5	7,5	6,5	7	5,9	6,8	
08/09/2020	6	2	6	5,9	7	7,2	6,5	6	6	6	6,5	6	6,3	6,0
08/09/2020	6	3	5,2	6	6,8	5	5	5,5	3	5	5,2	5,2	5,2	
08/09/2020	6	4	5,5	5,5	6	5,4	5	5,4	6	5	6	5,5	5,5	
16/09/2020	1	1	4,5	4,5	5,5	7,2	6	5,5	4,5	5,5	7	7	5,7	
16/09/2020	1	2	6,5	6	6	6	6	6,2	6,1	6	6	6	6,1	6,4
16/09/2020	1	3	8	7,5	7,5	7,5	8	7,5	8	6	7	6	7,3	
16/09/2020	1	4	6	6,5	7,5	7,5	6	6	6			5,5	6,4	
16/09/2020	2	1	6,4	6,7	5,5	7	8	6,5	6,2	7,5	6	6,2	6,6	
16/09/2020	2	2	6	6,7	7		6,2	7,5	7,5		6,8	7,3	6,9	6,8
16/09/2020	2	3	6	6,5	8	6	6,5	7,5	5,5	6,5	8	8	6,9	
16/09/2020	2	4	8	7,5	7,5	6,5	7	7,5	7	6	6,5	7	7,1	
16/09/2020	3	1	6,8	6,8	7	7	7	7,2	4,5	7,8	7	8	6,9	
16/09/2020	3	2	6,5	7	6,2	5,8	5,2	5,2	5	4,5	6,5	6,8	5,9	6,7
16/09/2020	3	3	7	7,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	7	6,5	6,5	6,7	
16/09/2020	3	4	8	7	7,5	7,5	8	8	7	6,5	7	7	7,4	
16/09/2020	4	1	6,8	6,5	5,3	5	6	7	7	6	6	6	6,2	
16/09/2020	4	2	8	7,5	7,6	5,5	7,2	7	5,5		6,5	6,5	6,8	6,9
16/09/2020	4	3	6	7,3	8	7,3	7,5	7,5	8	7,2	8	8	7,5	
16/09/2020	4	4	7,5	7,5	7,5	7,5	7,2	7	7	6,5	7,5	6,5	7,2	
16/09/2020	5	1	6,5	7,8	6,4	8	7	6,3	7,4	8	6,8	6,2	7,0	
16/09/2020	5	2	6	6,8	6,7	7	7	6	7,3	7,2	7,4	7	6,8	7,0
16/09/2020	5	3	6,5	5,5	6	6	7,2	7	7	7,5	7,4	7	6,7	
16/09/2020	5	4	7	8	8	8	6,5	7	7	6,9	7,2	7,5	7,3	
16/09/2020	6	1	7,8	8	7	8	8	8	7,5	7	7,5	7	7,6	

16/09/2020	6	2	7	7	7,6	7,8	7	7	7	7	7	7	7,1			
16/09/2020	6	3	6	6,5	7,5	6,5	6,5	6,8	4	6	6,2	6,5	6,3			
16/09/2020	6	4	7	8	7,5	7	7,2	7,5	7	7,2	7,2	6,9	7,3			
24/09/2020	1	1	5,8	6,8	7,5	7,2	6,5	6,8	5,5	6,3	8	7,8	6,8	8,6		
24/09/2020	1	2	9	9,5	9	9	8	8,5	8,6	10	9	10	9,1		8,6	
24/09/2020	1	3	9,8	10	9,8	10,2	9,8	10	9,5	10	9,8	6,5	9,5			8,6
24/09/2020	1	4	7,5	9,2	9,8	10,7	7,5	9	9,8			7	8,8			
24/09/2020	2	1	7,6	8,2	7	9,5	9,8	7,5	8,2	9	7,5	7,5	8,2	9,2		
24/09/2020	2	2	7	8,2	10,5		7	8	11		8,5	11	8,9		9,2	
24/09/2020	2	3	7	10	10,5	8,5	9	10	8	9,5	10,5	10	9,3			9,2
24/09/2020	2	4	11,5	10,5	11,5	10	10	11	10	9,5	10	10,5	10,5			
24/09/2020	3	1	8	7,5	7,5	8,5	8,5	9,2	5,5	9	9,5	10	8,3	9,3		
24/09/2020	3	2	9,5	10	9	9,5	9,5	8	7	8,5	7,5	10	8,9		9,3	
24/09/2020	3	3	10	10	9,5	9,5	9,5	9	10	11	9,5	9,5	9,8			9,3
24/09/2020	3	4	10,2	9,8	10,2	10,5	10,2	10,5	10,2	10,5	10	10,5	10,3			
24/09/2020	4	1	8,5	8,5	7,9	7	8	7,8	8	8	7,5	9,5	8,1	9,2		
24/09/2020	4	2	11	10,5	11	7	9	10	7		9	10,5	9,4		9,2	
24/09/2020	4	3	7	11	11	10,5	9,5	10	10	9	7	10	9,5			9,2
24/09/2020	4	4	10	9,2	10	10	9,6	9,8	10	9,5	10,2	9	9,7			
24/09/2020	5	1	7,5	8	7	8	7,5	8	8,5	10	9,5	6,5	8,1	8,7		
24/09/2020	5	2	8	7,9	9	10	10,2	7	12	12	9,5	9,5	9,5		8,7	
24/09/2020	5	3	10	7	8	8	7,5	7,9	10	9,5	9,5	9,6	8,7			8,7
24/09/2020	5	4	9	10	9	10,5	7,5	7,5	7,8	6,2	7	9	8,4			
24/09/2020	6	1	9	10	10	9,5	10	10	7,5	8,5	9	9,5	9,3	9,5		
24/09/2020	6	2	10	10	10,5	11	11	10	10	10	11	11	10,5		9,5	
24/09/2020	6	3	6	10	10	9	9	9	5	7	9	9	8,3			9,5
24/09/2020	6	4	10	10,5	11	10	10,2	10,2	11	9	10	9,5	10,1			
02/10/2020	1	1	6,8	8	9	8	6,5	7,5	6,5	7,1	9	9,1	7,8	9,5		
02/10/2020	1	2	10,5	11	10	9	8,6	9,5	9,2	10,9	10,2	10,8	10,0		9,5	
02/10/2020	1	3	11	10,5	11	11,5	11,2	11,2	10,9	11,6	10,8	7,6	10,7			9,5

02/10/2020	1	4	10	10,5	11,5	8	9,2	10,5			8	8	9,5	
02/10/2020	2	1	9	8,9	8	11	11	9,5	10	10	9	9	9,5	10,6
02/10/2020	2	2	8	11	12		9	10,5	12		10	11,8	10,5	
02/10/2020	2	3	9,5	11,2	11,4	10	11,5	10,8	10,5	11,2	11,2	12,2	11,0	
02/10/2020	2	4	12,3	11,5	11,5	12	10,8	10,5	11,2	11	11,5	11,8	11,4	
02/10/2020	3	1	9,5	8,5	8,5	9,2	9,4	10,5	6,5	10,2	10,6	10,4	9,3	10,5
02/10/2020	3	2	11	11,8	8,5	10,5	10,8	10,5	8	11	10	11,5	10,4	
02/10/2020	3	3	11,5	11	10,5	11	11	10,2	11,5	12	10,5	11	11,0	
02/10/2020	3	4	11	10,4	12	11,8	11,9	11,2	11,5	11,8	11	11,5	11,4	
02/10/2020	4	1	10	9,5	9,3	8,5	9	9	9	10	9	10,5	9,4	10,4
02/10/2020	4	2	11,5	11	12	8	10,5	10,6	7,2		9,5	11,5	10,2	
02/10/2020	4	3	8,9	11,5	12	12	11,5	11,5	12	10,5	8	11,2	10,9	
02/10/2020	4	4	11	10,5	11,5	11,5	10,9	11,2	11,8	11,2	11,5	10	11,1	
02/10/2020	5	1	9	9	8	10	9,2	9,1	10,5	12	10,5	8	9,5	9,6
02/10/2020	5	2	9,5	8	11	12	11	8,5	12	11,5	11	11	10,6	
02/10/2020	5	3	11	8,2	9	8,3	8	8,5	10,5	10,1	10,2	10,3	9,4	
02/10/2020	5	4	10	10,5	9,5	11	8	8	8,2	7	7,5	10	9,0	
02/10/2020	6	1	11	12	11	11,8	11,8	11,2	10,8	11,6	10,5	11	11,3	10,8
02/10/2020	6	2	11,2	11	11,5	11,5	11,5	11	10,9	10,8	11,5	11,5	11,2	
02/10/2020	6	3	7	11,5	11	10	9,8	9,5	6	9,5	9,5	9,2	9,3	
02/10/2020	6	4	11	11,5	12,2	11	11,9	11,2	12	10	11	10,2	11,2	
10/10/2020	1	1	9	9	9	9	9	8	8,5	9	9	10,5	9,0	10,1
10/10/2020	1	2	11,5	11	10,2	9,1	9,2	9,6	9,4	11	12	10,6	10,6	
10/10/2020	1	3	12,1	10,5	12	12	11,6	11,6	11	12	8	7	10,8	
10/10/2020	1	4	8,3	10,4	10,9	12	8,2	9,4	11,2			8,2	9,8	
10/10/2020	2	1	9,2	10,2	7,5	10,5	10,8	10	10,9	10,8	8,5	8,6	9,7	10,7
10/10/2020	2	2	9	12	9		9,4	12	9		12,1		10,4	
10/10/2020	2	3	8,3	11,6	12	10	10,3	11,9	11	10,8	12	11,4	10,9	
10/10/2020	2	4	12,2	11,7	11,3	11,8	12	11,9	11,2	10,8	11,5	12	11,6	
10/10/2020	3	1	10	8	10	9,2	10	10	8	10,2	11	11	9,7	10,9

10/10/2020	3	2	11,2	12,1	8,8	11	11,2	11,3	8,5	12	11,8	12	11,0				
10/10/2020	3	3	11,9	11,3	11	11,3	11,5	10,3	12	12,1	11	11,3	11,4				
10/10/2020	3	4	11,2	11,2	12,1	12	12	11,5	11,8	12	11,3	11,8	11,7				
10/10/2020	4	1	10,5	10	10	9,2	10	10,5	10	10,2	10,1	11,2	10,2	10,8			
10/10/2020	4	2	12	10,2	12,1	8,2	10,8	10,9	7,2		8,3	12	10,2		10,8		
10/10/2020	4	3	10,2	11,6	12	12,1	11,8	11,9	12,1	8,2	11,5	12	11,3			10,8	
10/10/2020	4	4	11,3	11	11,9	12	11,3	11,5	12,1	11,7	11,5	10,5	11,5				10,8
10/10/2020	5	1	10	9,5	9	11	10	10,1	11,5	12	9,8	9	10,2				
10/10/2020	5	2	10,7	8,2	11,2	12	11,2	9	12	11,6	11,7	11,2	10,9	10,0			
10/10/2020	5	3	11,3	8,4	9,3	8,5	8,5	8,5	11	10,2	10,2	10,3	9,6		10,0		
10/10/2020	5	4	10,2	10,8	10	11,2	8,3	8,2	8,5	7,2	7,8	10,3	9,3			10,0	
10/10/2020	6	1	12	11,9	11,5	12,1	12,1	11,6	11,2	12	11,6	11,2	11,7				11,1
10/10/2020	6	2	11,1	11,2	11,5	12	11,5	11	11	11	11,2	11,5	11,3				
10/10/2020	6	3	7,2	11,6	11,2	10,3	10	9,8	10	9,9	9,5	9,2	9,9	11,1			
10/10/2020	6	4	11,2	11,7	11,9	11,2	12	11,3	11,8	10,2	11	10,8	11,3		11,1		

Anexo 9. Número de hojas por tratamiento tomada cada 8 días.

FECHA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Planta 6	Planta 7	Planta 8	Planta 9	Planta 10	PROMEDIO REPETICION	PROMEDIO TRATAMIENTO
15/08/2020	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,0	3,6
15/08/2020	2	2	6	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3,9	
15/08/2020	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3,6	
15/08/2020	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3,7	
15/08/2020	5	1	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3,6	3,8
15/08/2020	2	2	6	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3,9	
15/08/2020	2	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3,8	
15/08/2020	2	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3,7	
15/08/2020	3	1	4	4	3	4	4	3	4	4	2	4	3,6	3,8
15/08/2020	3	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3,8	
15/08/2020	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3,9	
15/08/2020	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3,9	
15/08/2020	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3,9	3,8
15/08/2020	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,9	
15/08/2020	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3,7	
15/08/2020	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3,8	
15/08/2020	5	1	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3,8	3,9
15/08/2020	5	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3,9	
15/08/2020	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,0	
15/08/2020	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3,9	
15/08/2020	6	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3,9	3,8
15/08/2020	6	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3,9	
15/08/2020	6	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3,7	
15/08/2020	6	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3,6	
23/08/2020	1	1	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4,8	5,1
23/08/2020	1	2	5	5	5	4	6	5	6	6	6	6	5,4	
23/08/2020	1	3	4	5	5	6	5	6	5	5	6	5	5,2	

23/08/2020	1	4	5	6	6	6	4	5	5	4	4	5	5,0	
23/08/2020	2	1	5	5	5	5	6	4	5	6	5	5	5,1	5,2
23/08/2020	2	2	5	5	5	6	4	5	5	6	4	5	5,0	
23/08/2020	2	3	5	5	6	6	5	5	6	5	6	5	5,4	
23/08/2020	2	4	5	5	6	5	5	6	5	5	5	6	5,3	
23/08/2020	3	1	5	5	4	5	5	5	5	5	4	6	4,9	5,0
23/08/2020	3	2	5	5	6	4	4	4	5	4	5	4	4,6	
23/08/2020	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5,1	
23/08/2020	3	4	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5,2	
23/08/2020	4	1	5	6	5	5	5	5	5	5	5	4	5,0	5,3
23/08/2020	4	2	5	5	5	4	6	6	5	4	6	6	5,2	
23/08/2020	4	3	4	5	6	6	5	6	6	6	6	6	5,6	
23/08/2020	4	4	5	5	5	5	6	6	5	5	6	5	5,3	
23/08/2020	5	1	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5,9	5,7
23/08/2020	5	2	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5,9	
23/08/2020	5	3	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5,9	
23/08/2020	5	4	5	6	5	6	5	5	5	5	4	5	5,1	
23/08/2020	6	1	5	6	5	5	5	5	5	5	6	4	5,1	5,3
23/08/2020	6	2	4	5	6	5	6	6	6	6	6	5	5,5	
23/08/2020	6	3	5	6	6	6	5	6	4	6	5	6	5,5	
23/08/2020	6	4	4	4	6	4	4	6	6	5	5	5	4,9	
31/08/2020	1	1	6	6	7	8	6	7	6	6	8	7	6,7	7,7
31/08/2020	1	2	8	8	8	7	7	8	8	9	9	7	7,9	
31/08/2020	1	3	9	9	8	9	9	9	8	8	9	8	8,6	
31/08/2020	1	4	7	8	9	8	7	7	8			8	7,8	
31/08/2020	2	1	7	8	7	8	9	7	7	8	8	7	7,6	7,9
31/08/2020	2	2	7	8	9	5	7	8	9	6	8	9	7,6	
31/08/2020	2	3	8	8	9	7	8	8	8	8	9	8	8,1	
31/08/2020	2	4	9	8	9	7	8	9	8	8	7	9	8,2	
31/08/2020	3	1	7	7	7	8	8	7	5	7	6	8	7,0	7,6

31/08/2020	3	2	8	9	8	7	7	6	7	5	8	7	7,2			
31/08/2020	3	3	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7,9			
31/08/2020	3	4	9	9	9	9	8	8	8	8	7	8	8,3			
31/08/2020	4	1	8	8	7	7	8	8	7	7	7	7	7,4			
31/08/2020	4	2	9	9	9	7	8	8	7		8	9	8,2	8,2		
31/08/2020	4	3	7	8	9	9	9	9	9	9	9	10	8,8		8,2	
31/08/2020	4	4	8	8	8	9	9	8	7	9	8	8	8,2			8,0
31/08/2020	5	1	7	8	8	9	8	8	7	8	8	9	8,0			
31/08/2020	5	2	6	9	8	8	8	8	8	9	9	8	8,1	8,3		
31/08/2020	5	3	9	7	8	9	9	9	9	10	9	11	9,0		8,6	
31/08/2020	5	4	8	8	8	9	8	9	9	8	7	7	8,1			8,6
31/08/2020	6	1	8	8	8	9	8	8	8	8	8	7	8,0			
31/08/2020	6	2	8	9	10	11	9	9	10	11	10	8	9,5	8,6		
31/08/2020	6	3	6	9	9	9	9	9	6	9	8	9	8,3		8,6	
31/08/2020	6	4	8	8	9	8	8	9	9	8	9	8	8,4			8,6
08/09/2020	1	1	7	8	11	9	8	8	8	8	10	10	8,7			
08/09/2020	1	2	11	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10,3	9,8		
08/09/2020	1	3	11	12	10	10	10	11	11	10	11	9	10,5		9,8	
08/09/2020	1	4	10	10	10	10	8	8	10			10	9,5			9,7
08/09/2020	2	1	9	10	10	10	11	9	10	10	10	9	9,8			
08/09/2020	2	2	10	10	11	6	9	10	11	7	10	10	9,4	9,7		
08/09/2020	2	3	9	10	11	9	9	10	9	11	10	10	9,8		9,7	
08/09/2020	2	4	10	10	10	9	9	10	10	10	10	10	9,8			9,7
08/09/2020	3	1	10	8	9	11	11	10	6	10	10	11	9,6			
08/09/2020	3	2	10	10	11	10	10	10	9	8	9	12	9,9	9,8		
08/09/2020	3	3	10	10	10	9	9	10	11	11	10	11	10,1		9,8	
08/09/2020	3	4	11	11	10	10	10	11	10	9	11	1	9,4			9,9
08/09/2020	4	1	9	10	9	8	10	10	10	9	10	10	9,5			
08/09/2020	4	2	11	9	10	8	9	9	7		10	10	9,2	9,9		
08/09/2020	4	3	10	11	11	10	11	10	11	10	11	12	10,7		9,9	

08/09/2020	4	4	10	8	10	10	10	11	11	11	11	11	10,3	
08/09/2020	5	1	10	11	11	12	10	10	11	11	10	11	10,7	10,5
08/09/2020	5	2	11	11	10	12	10	10	12	11	10	10	10,7	
08/09/2020	5	3	10	10	11	9	10	11	11	12	11	10	10,5	
08/09/2020	5	4	10	11	10	10	9	11	10	9	11	10	10,1	
08/09/2020	6	1	11	12	11	13	11	12	11	11	10	11	11,3	
08/09/2020	6	2	11	11	10	11	10	11	11	11	12	11	10,9	
08/09/2020	6	3	11	11	10	10	11	10	6	10	10	10	9,9	
08/09/2020	6	4	10	10	10	10	11	11	12	10	10	9	10,3	
16/09/2020	1	1	9	8	11	11	9	10	8	10	12	11	9,9	12,6
16/09/2020	1	2	13	10	12	12	11	13	13	14	13	13	12,4	
16/09/2020	1	3	15	14	14	15	15	15	15	15	14	13	14,5	
16/09/2020	1	4	13	14	14	15	15	12	12			13	13,5	
16/09/2020	2	1	12	12	12	12	13	12	12	12	12	12	12,1	13,6
16/09/2020	2	2	12	12	14		12	12	15		12	18	13,4	
16/09/2020	2	3	14	14	15	14	14	15	14	15	15	14	14,4	
16/09/2020	2	4	15	14	14	14	14	14	15	14	15	15	14,4	
16/09/2020	3	1	11	11	11	12	11	12	7	13	11	14	11,3	13,1
16/09/2020	3	2	12	13	12	12	12	12	12	10	13	12	12,0	
16/09/2020	3	3	14	14	14	12	15	15	15	14	14	14	14,1	
16/09/2020	3	4	15	14	15	15	15	15	14	15	15	15	14,8	
16/09/2020	4	1	11	12	10	12	10	11	11	12	12	12	11,3	13,5
16/09/2020	4	2	14	14	15	15	15	13	11		12	13	13,6	
16/09/2020	4	3	13	15	16	15	16	15	15	15	15	16	15,1	
16/09/2020	4	4	14	12	14	14	14	15	15	15	15	14	14,2	
16/09/2020	5	1	12	11	12	14	12	13	13	14	12	13	12,6	13,6
16/09/2020	5	2	14	11	14	14	14	11	14	14	14	13	13,3	
16/09/2020	5	3	14	14	14	15	14	14	14	14	15	14	14,2	
16/09/2020	5	4	14	14	15	14	15	15	14	13	14	15	14,3	
16/09/2020	6	1	13	14	12	15	14	14	13	14	14	13	13,6	14,0

16/09/2020	6	2	14	15	14	15	14	15	15	14	15	14	14,5			
16/09/2020	6	3	14	15	14	14	14	14	14	14	14	13	14,0			
16/09/2020	6	4	14	15	14	14	14	14	14	14	14	13	14,0			
24/09/2020	1	1	12	11	11	13	11	11	10	12	14	15	12,0	15,4		
24/09/2020	1	2	17	15	17	14	12	16	16	15	17	17	15,6		15,4	
24/09/2020	1	3	19	17	18	20	19	18	18	17	17	15	17,8			15,4
24/09/2020	1	4	14	16	20	20	13	15	18			15	16,4			
24/09/2020	2	1	13	14	13	15	15	14	14	17	14	13	14,2	16,7		
24/09/2020	2	2	15	15	18		13	15	22		16	23	17,1		16,7	
24/09/2020	2	3	15	16	22	16	17	18	15	17	20	19	17,5			16,7
24/09/2020	2	4	21	19	19	17	17	19	17	17	17	18	18,1			
24/09/2020	3	1	13	14	14	15	14	15	9	15	15	17	14,1	16,6		
24/09/2020	3	2	19	18	15	15	16	17	16	13	18	17	16,4		16,6	
24/09/2020	3	3	18	17	17	15	18	17	17	17	17	17	17,0			16,6
24/09/2020	3	4	19	17	20	20	18	19	19	19	19	19	18,9			
24/09/2020	4	1	14	13	12	11	13	15	16	13	13	15	13,5	16,7		
24/09/2020	4	2	18	17	20	15	20	16	14		15	19	17,1		16,7	
24/09/2020	4	3	17	19	19	19	18	18	20	19	16	19	18,4			16,7
24/09/2020	4	4	19	15	17	21	18	18	18	17	18	17	17,8			
24/09/2020	5	1	15	13	14	17	14	16	15	14	18	15	15,1	16,1		
24/09/2020	5	2	20	14	17	19	18	13	22	19	17	17	17,6		16,1	
24/09/2020	5	3	17	14	16	15	16	15	17	19	16	18	16,3			16,1
24/09/2020	5	4	15	17	16	18	15	15	15	13	14	14	15,2			
24/09/2020	6	1	15	17	16	18	15	15	15	13	14	14	15,2	16,8		
24/09/2020	6	2	18	17	20	19	20	18	18	20	18	20	18,8		16,8	
24/09/2020	6	3	13	17	16	15	18	18	10	13	15	19	15,4			16,8
24/09/2020	6	4	17	18	21	19	18	18	17	16	17	17	17,8			
02/10/2020	1	1	14	13	13	14	11	14	12	13	16	16	13,6	17,4		
02/10/2020	1	2	22	19	18	16	15	18	18	19	19	19	18,3		17,4	
02/10/2020	1	3	21	19	20	22	22	20	20	19	19	17	19,9			17,4

02/10/2020	1	4	16	18	21	21	15	16	20		16	17	17,8	
02/10/2020	2	1	18	18	16	19	20	17	20	20	17	17	18,2	19,6
02/10/2020	2	2	18	18	21		17	23	19		17	23	19,5	
02/10/2020	2	3	18	24	19	19	20	20	19	22	21	23	20,5	
02/10/2020	2	4	21	20	20	22	21	19	20	20	19	21	20,3	
02/10/2020	3	1	17	17	17	17	17	17	11	18	17	22	17,0	19,4
02/10/2020	3	2	22	23	18	20	21	21	19	22	16	22	20,4	
02/10/2020	3	3	20	20	20	17	20	19	20	20	20	21	19,7	
02/10/2020	3	4	21	19	22	22	20	21	21	20	19	21	20,6	
02/10/2020	4	1	15	15	15	14	16	18	19	16	15	18	16,1	19,5
02/10/2020	4	2	24	21	22	16	22	22	16		18	22	20,3	
02/10/2020	4	3	20	22	22	22	22	22	22	22	18	22	21,4	
02/10/2020	4	4	21	18	19	23	20	21	21	19	21	20	20,3	
02/10/2020	5	1	18	17	16	20	18	18	21	23	20	18	18,9	18,7
02/10/2020	5	2	19	19	21	23	20	18	23	23	22	20	20,8	
02/10/2020	5	3	18	16	17	16	18	17	19	19	18	20	17,8	
02/10/2020	5	4	17	19	18	19	17	17	17	15	16	16	17,1	
02/10/2020	6	1	20	22	20	23	21	21	19	22	20	21	20,9	19,7
02/10/2020	6	2	20	19	22	21	22	20	20	22	20	21	20,7	
02/10/2020	6	3	15	19	18	17	20	20	13	15	17	21	17,5	
02/10/2020	6	4	19	20	23	20	20	19	18	19	19	19	19,6	
10/10/2020	1	1	14	15	15	17	16	15	15	17	17	17	15,8	19,5
10/10/2020	1	2	24	21	22	19	16	20	20	21	21	21	20,5	
10/10/2020	1	3	24	22	24	24	23	23	23	17	18	19	21,7	
10/10/2020	1	4	19	20	23	22	17	18	22			19	20,0	
10/10/2020	2	1	17	18	17	20	21	20	19	19	20	21	19,2	21,6
10/10/2020	2	2	20	23	22		22	23	23	24	23	24	22,7	
10/10/2020	2	3	22	20	25	21	21	22	22	22	23	22	22,0	
10/10/2020	2	4	25	23	22	22	22	24	23	22	22	22	22,7	
10/10/2020	3	1	19	18	19	19	18	21	14	19	19	23	18,9	21,8

10/10/2020	3	2	24	25	22	23	23	23	23	19	24	24	23,0			
10/10/2020	3	3	22	22	22	23	22	22	23	24	22	23	22,5			
10/10/2020	3	4	23	23	24	25	22	23	23	22	21	23	22,9			
10/10/2020	4	1	18	18	18	17	18	19	18	19	18	22	18,5			
10/10/2020	4	2	25	24	24	19	24	24	19		21	21	22,3			
10/10/2020	4	3	23	24	24	24	23	23	25	23	24	24	23,7			
10/10/2020	4	4	23	20	21	24	23	22	23	22	22	23	22,3			
10/10/2020	5	1	20	19	18	22	21	20	23	24	22	20	20,9			
10/10/2020	5	2	21	21	23	24	22	20	24	24	24	22	22,5			
10/10/2020	5	3	20	19	19	19	20	20	21	21	20	22	20,1			
10/10/2020	5	4	19	21	20	21	19	17	17	19	19	20	19,2			
10/10/2020	6	1	23	24	23	23	24	24	24	25	24	23	23,7			
10/10/2020	6	2	22	21	22	23	24	22	22	24	22	23	22,5			
10/10/2020	6	3	17	22	20	20	22	22	22	17	19	23	20,4			
10/10/2020	6	4	21	22	24	22	20	23	21	20	21	21	21,5			

Anexo 10. Diámetro de pella por tratamiento tomada cada 8 días.

FECHA	TRATAMIE NTO	REPETICI ÓN	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Planta 6	Planta 7	Planta 8	Planta 9	Planta 10	PROMEDIO REPETICION	PROMEDIO TRATAMIENTO
01/10/2020	1	1				0,1							0,1	0,1
01/10/2020	1	2												
01/10/2020	1	3												
01/10/2020	1	4												
01/10/2020	2	1												0,1
01/10/2020	2	2							0,1			0,2	0,2	
01/10/2020	2	3			0,1						0,1		0,1	
01/10/2020	2	4	0,2		0,1			0,1				0,1	0,1	
01/10/2020	3	1												0,1
01/10/2020	3	2												
01/10/2020	3	3	0,1										0,1	
01/10/2020	3	4	0,1		0,1	0,1			0,2		0,1	0,2	0,1	
01/10/2020	4	1												0,1
01/10/2020	4	2		0,1	0,1								0,1	
01/10/2020	4	3		0,1	0,1	0,1	0,1		0,1		0,1	0,1	0,1	
01/10/2020	4	4				0,1							0,1	
01/10/2020	5	1							0,2				0,2	0,1
01/10/2020	5	2				0,1	0,2		0,1		0,1	0,1	0,1	
01/10/2020	5	3												
01/10/2020	5	4		0,1		0,1							0,1	
01/10/2020	6	1		0,5		0,3		0,1			0,1		0,3	0,2
01/10/2020	6	2	0,4	0,2	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	
01/10/2020	6	3						0,1				0,1	0,1	
01/10/2020	6	4	0,1		0,2			0,1	0,2		0,1		0,1	
09/10/2020	1	1										0,1	0,1	0,7
09/10/2020	1	2	0,3					1,1	1,3	0,5	0,2	0,4	0,6	
09/10/2020	1	3	1	0,2	1,6	2	1,4	1,2	1,4	1,2	1,4	1,2	1,3	

09/10/2020	1	4	0,5	1,2	1,5	1,2	0,1	1,3			0,4	0,2	0,8	
09/10/2020	2	1		0,1	1,2	1,2			0,2	0,3	0,1		0,5	1,0
09/10/2020	2	2	0,2	1,9				0,2	2,2		0,2	3,3	1,3	
09/10/2020	2	3	0,5	0,2	2,6	0,3	0,1	0,3	0,2	0,5	2,5	1	0,8	
09/10/2020	2	4	3,6	1	2,4	0,2	0,3	1,8	0,5		0,2	1,9	1,3	
09/10/2020	3	1	0,1		0,2			0,4		0,3		1,3	0,5	1,0
09/10/2020	3	2	1	1,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2		1,5	1,3	0,7	
09/10/2020	3	3	2,1	1,2	0,4		0,4	0,2	1,1	1,8	1,2	1,2	1,1	
09/10/2020	3	4	2,4	0,2	2,5	2	1,2	1,8	2,5	1,4	2	3,3	1,9	
09/10/2020	4	1		0,4				0,2	0,4			0,8	0,5	1,1
09/10/2020	4	2	1,2	1,9	2,5	1,1	1,5	0,4			0,2	1,1	1,2	
09/10/2020	4	3	0,2	2,1	2	2,6	0,9	1	2,2	0,2	2,7	1,8	1,6	
09/10/2020	4	4	1,3	0,2	1,5	2,6	0,7	1,2	0,5	0,5	1,2	0,2	1,0	
09/10/2020	5	1	0,3	0,2	1,4	0,2	0,2	0,4	2,2	0,4	1,2	0,3	0,7	1,1
09/10/2020	5	2	1,9	0,2	1,3	2,3	3,2	0,2	3,5	1,8	2,1	2,1	1,9	
09/10/2020	5	3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	1,3	1,4	0,2	2,3	0,6	
09/10/2020	5	4	0,9	2,9	1	2,5			1			0,1	1,4	
09/10/2020	6	1	1,5	5,4	1,1	4	1,8	2,3	1,8	2,2	1,9	1,2	2,3	2,3
09/10/2020	6	2	4,6	2,9	5	4,4	2,8	2,3	2,8	3,2	4,6	3,8	3,6	
09/10/2020	6	3		1,2	1,2	0,4	0,4	2,5		0,2	0,2	2	1,0	
09/10/2020	6	4	2,2	1,2	3,8	1,8	1,4	2,8	3,1	1,4	2,8	1,5	2,2	
17/10/2020	1	1		0,1	0,4	1	0,2	0,2		0,2	1,1	3,1	0,8	2,5
17/10/2020	1	2	3,4	0,4	1,2	0,4	0,4	4,5	5,5	2,5	2,1	2,6	2,3	
17/10/2020	1	3	3,9	2,9	1,6	5,6	5,5	5,5	5,5	5,1	3,2	4,8	4,4	
17/10/2020	1	4	0,4	2	5,2	5	0,2	0,5	4			2,3	2,5	
17/10/2020	2	1		0,7	0,2	3,5	3	0,3	2,5	2,5	0,6	0,3	1,5	3,2
17/10/2020	2	2	3	2,1	0,7		1,2	8,8	2,2		2,2	9,5	3,7	
17/10/2020	2	3	3,2	2,8	7	1,5	1	3,8	0,4	6	6,5	2,2	3,4	
17/10/2020	2	4	8,2	2,3	6,1	2	2,5	4	1,5	0,4	5	7,5	4,0	
17/10/2020	3	1	1,5	0,2	1,6	0,2	1	2,9		3	0,2	5,5	1,8	3,6

17/10/2020	3	2	5	5,2	1	2,2	3,8	2,6	2,5		6,7	5,5	3,8	
17/10/2020	3	3	6,3	3,5	3,3	0,6	3	1,2	4,2	6,7	4,2	4	3,7	
17/10/2020	3	4	6,3	1,2	5,8	6	2,5	4,8	6,7	3,1	6,8	7,4	5,1	
17/10/2020	4	1	1,1	1,4	0,5	0,2	0,4	1	2,5	1	1	3,6	1,3	3,8
17/10/2020	4	2	5,2	5,7	7,1	2,2	5,1	3			1,8	5,7	4,5	
17/10/2020	4	3	1,7	6,8	6,8	6,8	4,8	4	6,8	6	6,5	5,7	5,6	
17/10/2020	4	4	5,5	1,5	4	7,5	3,5	3,6	2,5	3,1	5,2	2	3,8	
17/10/2020	5	1	2,5	2	0,6	4,7	2	1,7	4	8	5,2	2,4	3,3	3,7
17/10/2020	5	2	6,8	1,2	6	8	7,7	1,2	10	7,5	7	8,2	6,4	
17/10/2020	5	3	3	0,2	1,5	3	1,2	1,1	3	3,7	1	6,5	2,4	
17/10/2020	5	4	2,8	6,8	3,8	7,7	0,2	0,2	4	0,5	0,5	1,2	2,8	
17/10/2020	6	1	5	13	5	11,5	6	6,6	5,5	8,1	7,6	5,6	7,4	6,2
17/10/2020	6	2	10,2	8,5	11,2	9	6,5	3,8	6,5	8,8	11,9	9,3	8,6	
17/10/2020	6	3	1	4,6	2,6	1,4	3	2,8		2,3	2,4	6	2,9	
17/10/2020	6	4	6	5,1	9	3,6	5	8,6	7,2	3,4	7,8	4,5	6,0	
25/10/2020	1	1		4	4,5	6	5	5		5	6	8,2	5,5	13,4
25/10/2020	1	2	11	8	9	7,2	7,3	11	12,1	9,2	9,5	9,4	9,4	
25/10/2020	1	3	10	10,5	11	11,5	11,2	11,6	12	12	10	11,2	11,1	
25/10/2020	1	4	8	13	10	14,5	7,2	7,5				133,3	27,6	
25/10/2020	2	1		5	4,5	8,6	8	5	7	8	5,5	5,2	6,3	10,5
25/10/2020	2	2		7,6	13		8	14	8		7,5	15	10,4	
25/10/2020	2	3	12,5	12,3	14,5	12	9	14,2	8	15	13,5	13,2	12,4	
25/10/2020	2	4	15	14,5	14,8	12	13,5	14	12	8	13,9	12	13,0	
25/10/2020	3	1	13,8	8	12,8	8	7,9	14		13,5	5,9	15	11,0	15,0
25/10/2020	3	2	13	14	8	9	8,2	8	8		13,5	13,2	10,5	
25/10/2020	3	3	13,2	12	12	8	11,5	9,2	14	15,2	13,9	13,5	12,3	
25/10/2020	3	4	12	12	12,5	14	13,5	13	14	14,2	15	14,2	26,2	
25/10/2020	4	1	5	5,3	5	4,5	6	8	6	6	8,9	8	6,3	11,3
25/10/2020	4	2	13	14	15,2	14,9	13,2	14			8	13	13,2	
25/10/2020	4	3	10	13,5	13	14,5	12,5	13	13	13	14,5	13,2	13,0	

25/10/2020	4	4	12,5	9,5	7,2	12	15	14,2	12,5	15	15,5	12,1	12,6	
25/10/2020	5	1	11	10	8	9,2	8	7,5	8	15,5	8	7,2	9,2	11,0
25/10/2020	5	2	12	13	14	12	13	13,9	14	13,5	15	15	13,5	
25/10/2020	5	3	11,2	9	9,8	11,3	9,2	9,5	11,5	11,9	8,2	12,5	10,4	
25/10/2020	5	4	13,5	13,5	12	13,2			8	7,2	7,5	10	10,6	
25/10/2020	6	1	13	16	12	14	14,5	14	13	14	14	14,5	13,9	12,5
25/10/2020	6	2	14	12	12,1	15,2	13,2	11	14,5	13,8	11,9	12,3	13,0	
25/10/2020	6	3	7,2	11,9	8	7,2	12	11,5		9,2	10	13,5	10,1	
25/10/2020	6	4	10	11	14	10	15,1	14	14,2	14,5	15	12	13,0	
03/11/2020	1	1		4	4,5	6	5	5		5	6	8,2	5,5	10,2
03/11/2020	1	2	11	11,2	11,5	11,2	11,3	11	12,1	12	12,1	11,9	11,5	
03/11/2020	1	3	10	10,5	11	11,5	11,2	11,6	12	12	10	11,2	11,1	
03/11/2020	1	4	12,5	13	10	14,5	13	13				13,3	12,8	
03/11/2020	2	1		12	13	11,1	14,2	13	12,3	13,2	12,2	12	12,6	13,0
03/11/2020	2	2		13,2	13		13,5	14	8		13	15	12,8	
03/11/2020	2	3	12,5	12,3	14,5	12	12,1	14,2	15	15	13,5	13,2	13,4	
03/11/2020	2	4	15	14,5	14,8	12	13,5	14	12	12	13,9	12	13,4	
03/11/2020	3	1	13,8	12,8	12,8	12	12,1	14		13,5	13,5	15	13,3	13,2
03/11/2020	3	2	13	14	13,8	13,7	13,5	13,6	13,6		13,5	13,2	13,5	
03/11/2020	3	3	12,3	12	11,4	11,6	11,8	12,2	13	13,5	13,9	13,5	12,5	
03/11/2020	3	4	12	12	12,5	13,5	13,5	13	14	14	14,5	14,2	13,3	
03/11/2020	4	1	12	12	12	11,9	12	12,5	12	12	12,9	13	12,2	13,1
03/11/2020	4	2	13	14	15,2	14,9	13,2	14			12,2	13	13,7	
03/11/2020	4	3	10	13,5	13	14,5	12,5	13	13	13	14,5	13,2	13,0	
03/11/2020	4	4	12,5	12,1	12,2	12	15	14,2	12,5	15	15,5	12,1	13,3	
03/11/2020	5	1	11	10	11	11,2	11,5	11	11,5	15,5	11,9	7,2	11,2	12,1
03/11/2020	5	2	12	13	14	12	13	13,9	14	13,5	15	15	13,5	
03/11/2020	5	3	11,2	11,3	11,5	11,3	11,6	11	11,5	11,9	11,5	12,5	11,5	
03/11/2020	5	4	13,5	13,5	12	13,2			12	11,9	11,5	10	12,2	
03/11/2020	6	1	13	16	12	14	14,5	14	13	14	14	14,5	13,9	13,4

03/11/2020	6	2	14	13,2	12,1	15,2	13,2	13	14,5	13,8	11,9	12,3	13,3	
03/11/2020	6	3	14	12,5	12,4	13	13	12,5		12	12	15	12,9	
03/11/2020	6	4	12	11,8	14	12	15,1	14	14,2	14,5	15	12	13,5	

Anexo 11. Peso de pella por tratamiento tomada al final de la cosecha.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Planta 6	Planta 7	Planta 8	Planta 9	Planta 10	PROMEDIO REPETICION	PROMEDIO TRATAMIENTO
1	1		201	210	240	230	222		230	245	250	228,50	243,01
1	2	200	230	240	222	230	210	230	225	235	220	224,20	
1	3	200	210	250	270	255	263	275	280	244	255	250,20	
1	4	290	287	164	290	280	285				288	269,14	
2	1		280	300	220	308	280	290	280	240	230	269,78	282,77
2	2		220	200		240		380			400	288,00	
2	3	260	250	340	244	250	325	392	390	320	302	307,30	
2	4	350	300	325	180	250	290	210	220	295	240	266,00	
3	1	290	310	230	226	240	349		265	285	385	286,67	287,79
3	2	300	290	320	310	330	330	300		310	370	317,78	
3	3	250	220	260	230	250	280	340	380	345	335	289,00	
3	4	240	245	260	280	250	200	280	270	252	300	257,70	
4	1	182	180	175	300	308	280	285	302	299	320	263,10	272,18
4	2	214	242	308	300	220	250			210	224	246,00	
4	3	200	244	230	300	270	280	280	250	305	230	258,90	
4	4	240	250	255	290	380	350	335	379	398	330	320,70	
5	1	230	189	220	210	200	234	373	244	255	230	238,50	246,70
5	2	211	257	240	210	212	250	359	257	254	283	253,30	
5	3	260	260	280	275	250	255	270	285	260	310	270,50	
5	4	227	218	206	220	230			250	245	200	224,50	
6	1	350	400	230	395	340	220	300	346	207	304	309,20	291,53
6	2	350	250	288	343	250	260	253	300	235	300	282,90	
6	3	360	280	260	260	290	255		270	300	300	286,11	
6	4	270	260	300	260	374	250	250	295	350	270	287,90	

Anexo 12. Rendimiento del cultivo por tratamiento.

UNIDAD	RENDIMIENTO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
g	13886326,53	16158253,97	16444920,63	15552857,14	14097142,86	16658730,16
kg	13886,33	16158,25	16444,92	15552,86	14097,14	16658,73
ton	13,89	16,16	16,44	15,55	14,10	16,66

Anexo 13. Análisis de correlación entre las variables altura de la planta y número de hojas, altura de la planta y diámetro de la pella y peso de la pella con rendimiento.

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

ALTURA N° DE HOJAS		
ALTURA	1,00	1,6E-07
N° DE HOJAS	0,85	1,00

ALTURA DIAMETRO DE PELLA		
ALTURA	1,00	4,7E-03
DIAMETRO DE PELLA	0,56	1,00

PESO DE PELLA RENDIMIENTO		
PESO DE PELLA	1,00	0,00
RENDIMIENTO	1,00	1,00

altura RENDIMIENTO		
altura	1,00	5,3E-07
RENDIMIENTO	0,32	1,00

NUMERO DE HOJAS RENDIMIENTO		
NUMERO DE HOJAS	1,00	0,04
RENDIMIENTO	0,43	1,00

DIAMETRO DE PELLA RENDIMIENTO		
DIAMETRO DE PELLA	1,00	0,02
RENDIMIENTO	0,87	1,00

Anexo 14. Análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo.

MC-LASPA-2201-01

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 20-102

NOMBRE DEL CLIENTE: Alvarado Romero Freddy Alexander
PETICIONARIO: Alvarado Romero Freddy Alexander
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Alvarado Romero Freddy Alexander
DIRECCIÓN: Miraflores bajo

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 29/07/2020
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:45
FECHA DE ANÁLISIS: 03/08/2020
FECHA DE EMISIÓN: 07/08/2020
ANÁLISIS SOLICITADO: SUELO 4+C.E.

Análisis	PH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN													
																		Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural														
20-1203	7,07	PN	63	A	57	A	7,8	B	0,4	B	0,44	A	11,8	A	3,1	A	5,8	M	1,3	M	53	A	4,9	B	3,74	7,05	33,41	15,14	1,4	A	55	28	17	FRANCO ARENOSO	Muestra 1

Análisis	Al+H ⁺	Al*	Na *	C.E.	N. Total *	N-NO3 *
Unidad	meq/100 mL			dS/m	%	ppm
20-1203				0,72	NS	

OBSERVACIONES:
 * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA			
pH *	Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg *	Olsen Modificado
S, B *	Fosfato de Calcio	Ca Fe Mn Zn *	Olsen Modificado
		B *	Curcúmina

METODOLOGIA USADA	
C.E. *	Pasta Saturada
M.O. *	Dicromato de Potasio
AHR *	Titulación NaOH

INTERPRETACION		
pH		Elemento
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctica
M.O. =	Materia Orgánica

INTERPRETACION			
Al+HAI y Na	C.E.		M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M. = Medio
T = Tóxico			A = Alto



**ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS**

Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tifs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 20-102

NOMBRE DEL CLIENTE:	Alvarado Romero Freddy Alexander	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	29/07/2020
PETICIONARIO:	Alvarado Romero Freddy Alexander	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	11:45
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Alvarado Romero Freddy Alexander	FECHA DE ANÁLISIS:	03/08/2020
DIRECCIÓN:	Miraflores bajo	FECHA DE EMISIÓN:	07/08/2020
		ANÁLISIS SOLICITADO:	CIC

Análisis	K	Ca	Mg	Na	Suma de bases	Saturación de bases	CIC	Identificación de la muestra
Unidad	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	(%)	meq/100 g suelo	
20-1203	0,53	12,1	3,14	1,08	16,9	SATURADO	15,8	Bloque 3 Finca 2

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL INFORME



firmado electrónicamente por:
**JOSE ALONSO
LUCERO
MALATAY**

LABORATORISTA



firmado electrónicamente por:
**IVAN RODRIGO
SAMANIEGO
MAIGUA**

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 15. Análisis de suelo después de la cosecha del cultivo.

MC-LASPA-2201-01



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 20-299

NOMBRE DEL CLIENTE Alvarado Romero Freddy Alexander
PETICIONARIO: Alvarado Romero Freddy Alexander
EMPRESA/INSTITUCIÓN Alvarado Romero Freddy Alexander
DIRECCIÓN: Miraflores bajo

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 09/11/2020
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:26
FECHA DE ANÁLISIS: 16/11/2020
FECHA DE EMISIÓN: 20/11/2020
ANÁLISIS SOLICITADO: Suelo 4 + CE

Análisis	PH		N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN															
	Unidad		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural																
20-2063	7.5	P N	13	B	111	A	8.6	B	0.27	B	0.80	A	11.26	A	3.19	A	10.0	A	3.9	M	41	A	8.1	M	3.53	3.99	18.07	15.25	2.6	A					49	35	16	FRANCO	SAN JOSE

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.	N. Total	N-NO3	K H2O*	P H2O*
Unidad	meq/100g			dS/m	%	ppm	ppm	ppm
20-2063				0.93	NS			

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente



METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo: Agua (1:2)	P K Ca Mg =	Olsen Modificado
S,B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcúmina

INTERPRETACION		
pH		Elemento
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasio
Al+H =	Titración NaOH

INTERPRETACION		
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lg. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		A = Alto

	ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA BORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@inlap.gob.ec	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 20-299

NOMBRE DEL CLIENTE:	Avarado Romero Freddy Alexander	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	09/11/2020
PETICIONARIO:	Avarado Romero Freddy Alexander	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	11:26
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Avarado Romero Freddy Alexander	FECHA DE ANÁLISIS:	16/11/2020
DIRECCIÓN:	Miraflores bajo	FECHA DE EMISIÓN:	20/11/2020
		ANÁLISIS SOLICITADO:	CIC

N° muestra	K	Ca	Mg	Na	Suma de bases	Saturación de bases	CIC	Identificación de la muestra
	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	(%)	meq/100 g suelo	
20-2063	0.84	1.84	3.33	0.32	16.3	SATURADO	15.3	SAN JOSE

RESPONSABLES DEL INFORME



firmado electrónicamente por:
JOSE ALONSO
LUCERO
MALATAY

LABORATORISTA



firmado electrónicamente por:
IVAN RODRIGO
SAMANIEGO
MAIGUA

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 16. Costo de producción de 1 ha de brócoli con fertilización química.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	COSTO
		MEDIDA	UNIT USD	TOTAL
A. COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Limpieza de Terreno	3	horas/tractor	20	60
Surcado	2	horas/tractor	20	40
Herramientas	30	global	1	30
SUBTOTAL PREPARACIÓN DEL SUELO				130
2. SIEMBRA Y MANEJO				
Semillas	0,2	Kg	400	400
Elaboración semillero	4	Jornal	15	60
Trasplante	4	Jornal	15	60
Replante y fertilización	3	Jornal	15	45
Riegos	3	Jornal	15	45
SUBTOTAL SIEMBRA				610
3. FERTILIZACIÓN				
Fertilizante químico	1000	Kg	0,7	700
SUBTOTAL FERTILIZACIÓN				700
4. CONTROL DE MALEZAS				
deshierbas/ aporque	4	jornal	15	60
SUBTOTAL CONTROL MALEZAS				60
5. CONTROL FITOSANITARIO				
Control insectos	3	Kg	7,5	22,5
Control enfermedades	3,7	Litros	10	37
SUBTOTAL CONTROL FITOSANITARIO				59,5
6. COSECHA				
Recolección	6	Jornal	15	90
Cargada y trasvase centro acopio	4	Jornal	15	60
SUBTOTAL COSECHA				150
7. POSTCOSECHA				
Limpieza y empaquetado de productos	4	Jornales	15	60
manipuleo	3	Jornales	15	45
gabetas plásticas	300	unidad	0,5	150
Envases	25000	Fundas	0,001	25
SUBTOTAL POSTCOSECHA				280
8. TRANSPORTE				
Transporte: productos	1	camión	40	40
SUBTOTAL TRANSPORTE				40
SUBTOTAL (CD)				2029,5

B. COSTOS INDIRECTOS				
Interés (8,5% subtotal CD)				172,5075
Arriendo de tierra (ha)				150
SUBTOTAL (CI)				322,5075
TOTAL DE COSTOS (CD+CI)/ha				2352,0075

Anexo 17. Costo de producción de 1 ha de brócoli con *Chlorella* spp.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	COSTO
		MEDIDA	UNIT USD	TOTAL
A COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Limpieza de Terreno	3	horas/tractor	20	60
Surcado	2	horas/tractor	20	40
Herramientas	30	global	1	30
SUBTOTAL PREPARACIÓN				130
2. SIEMBRA Y MANEJO				
Semillas	0,2	Kg	400	400
Elaboración semillero	4	Jornal	15	60
Trasplante	4	Jornal	15	60
Replante	3	Jornal	15	45
Riegos	3	Jornal	15	45
SUBTOTAL SIEMBRA				610
3. FERTILIZACIÓN				
Chlorella spp. (3 aplicaciones 2ml/aplicación)	6	ml	0,67	4,02
SUBTOTAL FERTILIZACIÓN				4,02
4. CONTROL DE MALEZAS				
deshierbas/ aporque	4	jornal	15	60
SUBTOTAL CONTROL MALEZAS				60
5. CONTROL FITOSANITARIO				
Control insectos	3	Kg	7,5	22,5
Control enfermedades	3,7	Litros	10	37
SUBTOTAL CONTROL FITOSAN.				59,5
6. COSECHA				
Recolección	6	Jornal	15	90
Cargada y trasvase centro acopio	4	Jornal	15	60
SUBTOTAL COSECHA				150
7. POSTCOSECHA				
Limpieza y empaquetado de productos	4	Jornales	15	60
Manipuleo	3	Jornales	15	45
Gavetas plásticas	300	unidad	0,5	150
Envases	25000	Fundas	0,001	25
SUBTOTAL POSTCOSECHA				280
8. TRANSPORTE				
Transporte: productos	1	camión	40	40
SUBTOTAL TRANSPORTE				40
SUBTOTAL (CD)				1333,52
B. COSTOS INDIRECTOS				
Interés (8,5% subtotal CD)				113,3492
Arriendo de tierra (ha)				150
SUBTOTAL (CI)				263,3492
TOTAL DE COSTOS (CD+CI)/ha				1596,8692

Anexo 18. Costo de producción de 1 ha de brócoli con *Chlorella* spp. y consorcio de rizobacterias.

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	COSTO
		MEDIDA	UNIT USD	TOTAL
A COSTOS DIRECTOS				
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Limpieza de Terreno	3	horas/tractor	20	60
Surcado	3	horas/tractor	20	60
Herramientas	30	global	1	30
SUBTOTAL PREPARACIÓN				150
2. SIEMBRA Y MANEJO				
Semillas	0,2	Kg	400	400
Elaboración semillero	4	Jornal	15	60
Trasplante	4	Jornal	15	60
Replante	3	Jornal	15	45
Riegos	3	Jornal	15	45
SUBTOTAL SIEMBRA				610
3. FERTILIZACIÓN				
Chlorella spp. (3 aplicaciones 2ml/aplicación)	6	ml	0,67	4,02
Soil Activator	10	Kg	25	250
SUBTOTAL FERTILIZACIÓN				254,02
4. CONTROL DE MALEZAS				
Deshierbas/ aporque	6	jornal	15	90
SUBTOTAL CONTROL MALEZAS				90
5. CONTROL FITOSANITARIO				
Control insectos	3	Kg	7,5	22,5
Control enfermedades	3,7	Litros	10	37
SUBTOTAL CONTROL FITOSAN.				59,5
6. COSECHA				
Recolección	6	Jornal	15	90
Cargada y trasvase centro acopio	4	Jornal	15	60
SUBTOTAL COSECHA				150
7. POSTCOSECHA				
Limpieza y empaquetado de productos	4	Jornales	15	60
Manipuleo	3	Jornales	15	45
Gavetas plásticas	300	unidad	0,5	150
Envases	25000	Fundas	0,001	25
SUBTOTAL POSTCOSECHA				280
8. TRANSPORTE				
Transporte: productos	1	camión	40	40
SUBTOTAL TRANSPORTE				40
SUBTOTAL (CD)				1633,52
B. COSTOS INDIRECTOS				
Interés (8,5% subtotal CD)				138,8492
Arriendo de tierra (ha)				150
SUBTOTAL (CI)				288,8492
TOTAL DE COSTOS (CD+CI)/ha				1922,3692