



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**



**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“Efecto de la aplicación de *Chlorella* spp. en la
producción de coliflor
(*Brassica oleracea* var. *botrytis*)”**

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

Autor: Paúl Andrés Campoverde Torres

Director: Ing. Klever Iván Granda Mora Ph.D

Loja – Ecuador

2021

CERTIFICACIÓN DE DIRECCIÓN DE TESIS

Ing. Klever Iván Granda Mora *PhD.*

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICO:

Que luego de haber dirigido y revisado el trabajo de tesis titulado: “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. EN LA PRODUCCIÓN DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo del egresado: **Paúl Andrés Campoverde Torres**, se autoriza su presentación debido a que el mismo se sujeta a las normas y reglamentos generales de graduación exigidos por la Universidad Nacional de Loja.

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

Loja, 29 de marzo 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. EN LA PRODUCCIÓN DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)”** de autoría del Sr. Paúl Andrés Campoverde Torres, egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica, nos permitimos certificar que han sido incorporadas en el documento final de investigación, las sugerencias efectuadas por los miembros del tribunal y está acorde con los requerimientos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Por lo tanto, se procede a la aprobación y calificación del trabajo de tesis, y se autoriza continuar con los trámites pertinentes.

Loja, 29 de junio de 2021



Firmado electrónicamente por:
**JOSE ALFREDO
RAMIREZ ROMERO**

Mg. Sc. José Alfredo Ramírez Romero

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MARIA NATALIA
MORALES
PALACIO
Firmado digitalmente
por MARIA NATALIA
MORALES PALACIO
Fecha: 2021.07.02
12:23:37 -05'00'

PhD. María Natalia Morales Palacio

VOCAL



Firmado electrónicamente por:
**ALEX EDUARDO
SALAZAR
GONZALEZ**

PhD. Alex Eduardo Salazar González

VOCAL

AUTORÍA

Yo, Paúl Andrés Campoverde Torres, 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.”

Firma:  Firmado electrónicamente por:
PAUL ANDRES
CAMPOVERDE
TORRES

Autor: Paúl Andrés Campoverde Torres

Cédula: 1104684525

Fecha:29/06/2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Paúl Andrés Campoverde Torres, declaro ser el autor de la tesis titulada “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella spp.* EN LA PRODUCCIÓN DE COLIFLOR (*Brassica oleracea var. botrytis*)**” 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 a 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 seis días del mes de julio del dos mil veintiuno, firma el autor:

Firma:  Firmado electrónicamente por:
**PAUL ANDRES
CAMPOVERDE
TORRES**

Autor: Paúl Andrés Campoverde Torres

Número de cédula: 1104684525

Dirección: Av. Francisco Lecaro y Espinel. Barrio la Inmaculada. Loja-Ecuador.

Correo electrónico: pacampoverdet@unl.edu.ec

Celular: 0995240115

DATOS COMPLEMENTARIOS

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

Tribunal de grado:

Mg. Sc. José Alfredo Ramírez Romero **PRESIDENTE**

PhD. María Natalia Morales Palacio **VOCAL**

PhD. Alex Eduardo Salazar González **VOCAL**

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja por formarme como Ingeniero Agrónomo al brindarme sabiduría durante mi formación como profesional y persona permitiéndome alcanzar esta meta. Todo el apoyo brindado en cada momento se ve reflejado en el cumplimiento de mis sueños gracias al esfuerzo y dedicación; iniciándose así una nueva etapa en mi vida en donde su nombre estará siempre en lo más alto en cada meta cumplida. Agradezco a mis docentes por su comprensión y sabiduría, por la ayuda brindada durante el camino de formación como profesional. No existe camino fácil, la lucha y el deseo por superarse son complementaron con el apoyo recibido durante la etapa de estudiante. A ello doy reconocimiento y admiración al Ing. Kléver Ivan Granda Mora PhD. por haber sido el mentor en el desarrollo de este trabajo. Así mismo, a la Ing. Beatriz Guerrero técnica del laboratorio de Bromatología por brindarme su tiempo y apoyo durante esta etapa y al Sr. Anelio Cabrera por haberme brindado un espacio para el desarrollo de mi trabajo de tesis, alcanzando así esta meta tan deseada.

PAÚL

DEDICATORIA

Dedico con mucho amor este trabajo de investigación en memoria de mis padres Manuel Campoverde y María Torres por su inagotable amor y por ser un ejemplo para mi formación como una persona de bien, a mi hermano el Abg. Julio Campoverde que más que un hermano es como mi padre al apoyarme en todo momento, a mi tía Mariana que ha hecho las veces de madre en este tiempo de formación como profesional, a mis amigos por su apoyo y comprensión, y una especial mención a un artista sinónimo de protesta y lucha constante “Canserbero” cuya música me ayudó a no desfallecer y ser firme en mis ideales mostrándome que pensar diferente no es un delito, si es por un bien común. Agradezco a ellos por ser un pilar muy importante para alcanzar este logro como una etapa de mi vida.

PAÚL

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DE DIRECCIÓN DE TESIS	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORÍA	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
TÍTULO.....	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Coliflor	4
2.1.1. Taxonomía	4
2.1.2. Descripción morfológica.....	4
2.1.3. Factores agroclimáticos del cultivo de coliflor	5
2.1.4. Requerimientos nutricionales de la coliflor	7
2.2. Fertilizantes Químicos.....	8
2.3. Fertilización foliar	8
2.4. Biofertilizantes	9
2.4.1. Microorganismos utilizados.....	9
2.5. Microalgas.....	10
2.6. <i>Chlorella</i> spp.....	11
2.6.1. Condiciones de cultivo de <i>Chlorella</i> spp.....	11
2.6.2. Uso como biofertilizante.....	12
2.7. Antecedentes	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Área de estudio.....	14
3.2. Diseño experimental.....	14
3.2.1. Tratamientos	15
3.2.2. Características del ensayo.....	16
3.3. Materiales	16
3.3.1. Materiales de oficina.....	16

3.3.2.	Material vegetativo	17
3.3.3.	Material de campo.....	17
3.4.	Metodología por objetivos	17
3.4.1.	Metodología para el primer objetivo.....	17
3.4.2.	Metodología para el segundo objetivo.....	19
3.5.	Análisis estadístico.....	20
4.	RESULTADOS	21
4.1.	Evaluación de parámetros morfológicos y de rendimiento.....	21
4.1.1.	Evaluación del rendimiento del cultivo de coliflor.....	24
4.1.2.	Análisis de correlación.....	24
4.2.	Determinación del contenido nutricional de las plantas de coliflor	25
5.	DISCUSIÓN	28
5.1.	Altura y número de hojas	28
5.2.	Diámetro, peso y rendimiento de pella.....	29
5.3.	Contenido nutricional de las plantas de coliflor.....	30
6.	CONCLUSIONES	33
7.	RECOMENDACIONES.....	34
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y WEDGRAFÍA	35
9.	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento de campo.....	15
Tabla 2. Especificaciones del ensayo.....	16
Tabla 3. Análisis de correlación de Pearson aplicado a las variables altura de planta y diámetro, peso de pella y rendimiento del cultivo de coliflor.....	25
Tabla 4. Contenido nutricional en las plantas de coliflor (<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>) con aplicación de cinco tratamientos.....	25
Tabla 5. ANOVA del contenido de los seis nutrientes coliflor (<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>) con aplicación de cinco tratamientos.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación donde se desarrolló el proyecto.....	14
Figura 2. Esquema de la disposición del ensayo.....	15
Figura 3. Altura de las plantas de coliflor. Tratamientos: T1 (Control), T2 (Biol), T3 (<i>Chlorella</i> spp.), T4 (Nitrofoska líquida) y T5 (<i>Ascophyllum nodosum</i>). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.....	21
Figura 4. Número de hojas de las plantas de coliflor. Tratamientos: T1 (Control), T2 (Biol), T3 (<i>Chlorella</i> spp.), T4 (Nitrofoska líquida) y T5 (<i>Ascophyllum nodosum</i>). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.....	22
Figura 5. Diámetro de pella obtenido en el cultivo de coliflor. Tratamientos: T1 (Control), T2 (Biol), T3 (<i>Chlorella</i> spp.), T4 (Nitrofoska líquida) y 5 (<i>Ascophyllum nodosum</i>). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.....	23
Figura 6. Peso de pella obtenido en los cinco tratamientos suministrados en el cultivo de coliflor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.....	23
Figura 7. Rendimiento del cultivo de coliflor en $t\ ha^{-1}$ aplicado a cinco tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración del semillero de coliflor.....	44
Anexo 2. Análisis de suelo.....	45
Anexo 3. Transplante de coliflores al terreno definitivo.....	47
Anexo 4. Tratamientos aplicados en el cultivo.....	47
Anexo 5. Dosis del tratamiento de biofertilizante a base de <i>Chlorella</i> spp.....	48
Anexo 6. Labores culturales (Deshierbe y aporcado).....	48
Anexo 7. Blanqueado de la pella.....	49
Anexo 8. Identificación de plagas.....	49
Anexo 9. Repelentes orgánicos a base de ajo más ají y purín de ortiga.....	50
Anexo 10. Insecticida agrícola Pyricor.....	50
Anexo 11. Medición de la altura y número de hojas de las plantas de coliflor.....	51
Anexo 12. Medición del diámetro ecuatorial de las pellas.....	51
Anexo 13. Peso de pellas en balanza comercial en libras.....	52
Anexo 14. Recolección de muestras para el análisis bromatológico.....	52
Anexo 15. Identificación de las muestras para el análisis.....	53
Anexo 16. Registro de medición de altura de las plantas cada 8 días.....	55
Anexo 17. Registro de medición de número de hojas de las plantas cada 8 días.....	61
Anexo 18. Registro del diámetro de la pella medido cada 8 días.....	66
Anexo 19. Peso de la pella tomado al final del cultivo.....	73
Anexo 20. Rendimiento por tratamiento del cultivo.....	74
Anexo 21. Análisis de correlación de Pearson entre las variables evaluadas.....	74
Anexo 22. Análisis de los componentes nutricionales según Tukey con p. valor < 0,05.....	74

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Chlorella* spp. EN LA
PRODUCCIÓN DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)”**

RESUMEN

El presente proyecto de investigación evaluó el efecto de la aplicación de *Chlorella* spp., en la producción de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Esta investigación se desarrolló en dos fases. La fase experimental se realizó en la ciudad de Loja, parroquia Carigán, sector de Carigán / Vía de Integración Barrial, estableciéndose el cultivo dentro de un diseño experimental de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constituyó una parcela de 3,6 m². Se aplicó un análisis tipo ANOVA paramétrico con 95 % de confianza. Los resultados mostraron que el T4 (Nitrofoska) y T3 (*Chlorella* spp) tuvieron una influencia directa en las plantas de coliflor como en altura y diámetro, sin embargo, en el peso se obtuvo mejores resultados en T4 (Nitrofoska) y T5 (*Ascophyllum nodusum*), mientras que en número de hojas se obtuvieron valores mayores en T4 (Nitrofoska) en comparación de T1 (Control) y T2 (Biol), de igual manera entre el T5 (*Ascophyllum nodusum*) con T1. En el rendimiento agrícola, se mostraron mejores resultados en el T4 y T3 con 26,35 y 23,85 t ha⁻¹ respectivamente, seguido por el T5 (*Ascophyllum nodusum*) con 21,75 t ha⁻¹ y T2 (Biol) con 20,73 t ha⁻¹. La segunda fase fue la determinación de contenido nutricional de las plantas de coliflor mediante el análisis bromatológico, demostrando que los tratamientos no influenciaron en el contenido en ceniza, proteína y fibra cruda en la materia seca, al no presentar diferencias significativas, no obstante, el contenido de extracto etéreo en T5 (*Ascophyllum nodusum*) fue menor significativamente frente al resto de tratamientos. En cuanto al extracto libre de nitrógeno no se pudo precisar su valor real ni su posible influencia de los tratamientos.

Palabras clave: *Chlorella* spp., coliflor, desarrollo, rendimiento.

ABSTRACT

The effect of the application of *Chlorella* spp., in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) cultivation was evaluated. This research was developed in two phases. The experimental phase was carried out in Loja city, Carigán parish, Carigán sector / Vía de Integración Barrial, establishing the cultivation within an experimental design of completely randomized blocks with five treatments and four repetitions. Each experimental unit constituted a plot of 3.6 m². A parametric ANOVA type analysis was applied with 95 % confidence. The results showed that T4 (Nitrofoska) and T3 (*Chlorella* spp.) had a direct influence on cauliflower plants such as in height and diameter, however, in the weight was obtained better results in T4 (Nitrofoska) and T5 (*Ascophyllum nodosum*) while in number of leaves higher values were obtained in T4 (Nitrofoska) compared to T1 (Control) and T2 (Biol), in the same way between T5 (*Ascophyllum nodosum*) with T1. In the agricultural yield, better results were shown in the T4 and T3 with 26.35 and 23, 85 t ha⁻¹ respectively, followed by the T5 (*Ascophyllum nodosum*) with 21.75 t ha⁻¹ and T2 (Biol) with 20.73 t ha⁻¹. The second phase was the determination of the nutritional content of cauliflower plants by bromatological analysis, demonstrating that the treatments did not influence the content of ash, protein and crude fiber in dry matter, In the absence of significant differences, however, the content of ethereal extract in T5 (*Ascophyllum nodosum*) was significantly lower compared to other treatments. As for the nitrogen-free extract, it was not possible to determine its real value or its possible influence from the treatments.

Keywords: *Chlorella* spp., cauliflower, development, yield.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en el Ecuador tiene gran importancia en la economía de los agricultores y en el desarrollo del país. La coliflor es una de las principales hortalizas cultivadas en la serranía ecuatoriana, por su gran contenido de vitamina C, fibra, ácido fólico, magnesio, fósforo, potasio, calcio y antioxidantes (Pérez, 2018).

Según el INEC en el año 2000, se cultivaron más de 900 ha de coliflor, dando una producción de 11 637 Tm y un rendimiento promedio de 12,93 Tm ha⁻¹ (Zapata, 2008); sin embargo, a la fecha no se han publicado datos recientes de la superficie cultivada.

La mayoría de agricultores, por el afán de acelerar la producción, aplican agroquímicos de manera inadecuada, sin medir las consecuencias que provocan en el ambiente. Rodríguez *et al.* (2019) indica que los principales efectos producidos por el uso excesivo de fertilizantes químicos son: salinidad del suelo, disminución de la mineralización de la materia orgánica (Hussain *et al.*, 2009), acumulación de fósforo en forma de sedimentos en fuentes de agua circundante (FAO, 2015) y enfermedades en las personas (OMS, 2017).

El avance tecnológico que se desarrolla en el mundo y en nuestro ambiente, han tratado de reducir el impacto ambiental de estas actividades agrícolas mediante el uso de microorganismos utilizados en el desarrollo de biofertilizantes, los cuales proporcionan a las plantas los nutrientes necesarios durante su desarrollo, mejorando la calidad del suelo y creando un entorno microbiológico natural. La microalga *Chlorella* spp., es un microorganismo unicelular de agua dulce, que se puede encontrar en agrupaciones de colonias de varias células, se caracterizan por contener altas cantidades de clorofila, beta-carotenos, vitaminas (C y E), minerales (Hierro y calcio), proteínas hasta un 70 % además de contener aminoácidos esenciales como suplementarios (Guamán y Gonzáles, 2016). Su extracto líquido al ser aplicado como biofertilizante actúa sobre la longitud y peso seco de la raíz, de igual manera sobre la parte aérea de las plantas (García *et al.*, 2016), sus efectos dependen en gran mayoría al sinergismo producido por acción de sus componentes los

cuales se logra con concentraciones bajas de estos extractos, llegando a aplicarse proporciones de 1:1000 (Calvo *et al.*, 2014), ya sea directamente al suelo o en forma de aperción foliar, siendo estas las formas más utilizadas (Battacharyya *et al.*, 2015). Además, Cargua *et al.* (2019) mencionan que estimula el desarrollo del diámetro de tallo y tasa de crecimiento, adicionalmente tienen mejores propiedades que los fertilizantes porque liberan lentamente el nitrógeno, son ricas en microelementos y no promueven la generación de malezas (AGRI-NOVA Science, 2018).

Por ello, la presente investigación se direccionó a experimentar con la aplicación de un biofertilizante a base de microalgas, que contribuya a disminuir el uso de agroquímicos, obteniendo un producto vegetal libre de residuos contaminantes, asegurando así la seguridad alimentaria del consumidor, además genera ingresos económicos significativos para pequeños y medianos agricultores.

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de *Chlorella* spp. en el crecimiento y producción del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*).

1.2. Objetivos específicos

- Evaluar la aplicación del biofertilizante a base de *Chlorella* spp. sobre los parámetros morfológicos y de rendimiento en el cultivo de coliflor frente a la fertilización química.
- Determinar la concentración de macro y micronutrientes de las plantas de coliflor.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Coliflor

2.1.1. Taxonomía

Según Gómez (2012) y García (2010) la clasificación taxonómica de la coliflor se la siguiente: Reino: Vegetal, División: Tracheophita, Clase: Angiosperma, Subclase: Dicotyledoneae, Orden: Rhodales, Familia: Brassicaceae, Género: *Brassica*, Especie: *Brassica oleracea*, Variedad: *Botrytis*.

2.1.2. Descripción morfológica

La coliflor es una planta de la familia de las crucíferas Entra en el grupo de las plantas que se cultivan por su flor, esta especie prima principalmente por su masa floral gruesa y compacta para el consumo (Gosálbez, 2012).

Posee una raíz pivotante de la que se origina una cabellera de raicillas ramificadas y superficiales (UNNE, 2009), su tallo es cilíndrico; corto, carnoso, muy pequeño (10 cm), grueso, sin ramificación y al alcanzar su altura definida, comienza la formación de hojas, termina en una masa voluminosa o corimbo (cabeza o pella) (Trevor y Cantwell, 2007). El número de hojas a la formación de la pella, depende básicamente del tipo de cultivar utilizado y de las condiciones agroecológicas del cultivo (Jaramillo y Díaz, 2006), estas hojas son grandes de 25 a 50 cm, que protegen a la inflorescencia del sol (Cotrina, 2002). Las flores verdaderas se forman en las axilas de las flores abortivas (Jaramillo y Díaz, 2006).

Es de polinización alógama, es decir que sus gametos masculino y femenino proceden de plantas diferentes, y sus semillas son de color café a gris y tienen diámetros de 2-3 mm, están agrupadas en silicuas (Mosquera, 2017).

2.1.3. Factores agroclimáticos del cultivo de coliflor

Para que el desarrollo de este cultivo se requieran condiciones adecuadas las cuales son:

Temperatura

La temperatura más apropiada para cada una de las fases de desarrollo del cultivo de coliflor es la siguiente:

La germinación de la semilla se produce a los tres o cuatro días de la siembra, cuando la temperatura está comprendida entre los 12 y 14 °C (Cotrina, 2002).

Pasada la fase inicial y cuando las temperaturas permanecen durante el periodo de tiempo prolongado entre los 10 y 12 °C, aunque puedan oscilar entre los 2 y los 15 °C, se inicia la inducción floral. Si en estos momentos y durante espacios largos las oscilaciones alcanzan temperaturas altas (superiores a los 15 °C), se producen efectos perjudiciales en la formación de las pellas (Cotrina, 2002).

En el periodo de crecimiento de la pella, la temperatura tiene importancia. Por debajo de 3 - 5 °C cesa el crecimiento, mientras que con temperaturas de 8-10 °C el crecimiento es plenamente satisfactorio (Suquilanda, 2003).

Luminosidad

Según Cotrina (2002), una luminosidad deficiente durante la formación de las pellas influye desfavorablemente en la calidad de las mismas. Por el contrario, un exceso de luz produce una coloración crema en estas y hacen que se deprecien sensiblemente. En este sentido se recomienda, en las variedades que no repollan bien, se proteja de los rayos solares, tapándolas con las hojas de las mismas plantas.

Precipitación

Gómez (1986) informó que el cultivo se desarrolla óptimamente en un rango entre 800 y 1 200 mm, esto para las condiciones ecológicas de la serranía ecuatoriana, se puede efectuar dos veces al año, lo significa que cada ciclo de cultivo podría llevarse a cabo con una disponibilidad entre 400 y 600 mm. Cotrina (2002) señala que, la coliflor tiene grandes necesidades de agua en los meses comprendidos entre el trasplante y la formación de la pella. A pesar de la gran importancia que tiene esta necesidad de agua, presentan más problemas las situaciones de encharcamiento pues en tales circunstancias se produce falta de oxígeno que origina asfixia radicular con la aparición de enfermedades diversas, especialmente la hernia de las crucíferas, causada por el protozooario (*Plasmodiophora brassicae*), enfermedad de gran importancia, ya que produce tumores en las raíces de las plantas afectadas, reduciendo su vigor por ende la productividad y causando pérdidas en el cultivo (Edel, 2019).

Suelo y altitud

En el Ecuador el cultivo de coliflor tiene un buen desarrollo en suelos ubicados entre los 2 600 a 2 800 msnm (Suquilanda, 2003).

Hessayon (2006) indica que, los suelos francos son óptimos con una capa arable mayor a 50 cm, con abundante materia orgánica y pH que oscile entre los 5,8 a 6,2, al ser muy sensible a cambios de pH, debido a que provoca indirectamente desórdenes fisiológicos por la falta de algunos nutrientes como Mg, Mo, B, etc.

Humedad

A decir de Suquilanda (2003) la coliflor requiere una alta humedad, especialmente durante la formación de la cabeza y también en las dos semanas que siguen al trasplante.

(Pérez, 2009) señala que con insuficiente humedad no se desarrolla un sistema de hojas grandes, requisito previo para la formación y protección de las cabezas; con exceso de humedad en el suelo por encima del 90 % de la capacidad de campo, el crecimiento se paraliza y se forman cabezas pequeñas.

2.1.4. Requerimientos nutricionales de la coliflor

Los requerimientos nutricionales más importantes para que se cumpla el ciclo del cultivo son:

Nitrógeno

Se trata de un cultivo ávido de nitrógeno, principalmente en los primeros 2/3 de su cultivo. La aplicación de nitrógeno estabilizado reduce la concentración de nitratos en las hojas y pellas entre un 10 a 20 %, por ello los abonos estabilizados permiten que el paso del nitrógeno amoniacal a nítrico sea más lento, de modo que la liberación del nitrógeno en forma nítrica se adapte a las necesidades del cultivo (Pérez, 2004).

Fósforo

Jaramillo y Díaz (2006) demostraron 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. La cantidad de fósforo que absorbe la coliflor es más baja que la de nitrógeno o potasio.

Potasio

Es un macro nutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos, tiene un papel vital debido a que cataliza procesos tan importantes como la fotosíntesis, interviene en la formación de clorofila y en la regulación del contenido de agua en las hojas. Su función principal está ligada al transporte y acumulación de azúcares dentro de la planta, esta función permite el llenado de la fruta (Jaramillo y Díaz, 2006). En la planta de coliflor, ayuda al desarrollo de la inflorescencia, aportando un 3,6 % al aumento de contenido de materia seca, obteniendo un engrosamiento producto de su absorción (Rincón *et al.*, 2001).

2.2. Fertilizantes Químicos

El uso de fertilizantes es empleado para incrementar el rendimiento y productividad de los cultivos, pero la eficiencia del fertilizante aplicado siempre va relacionada con el conocimiento nutricional de la planta (Correndo y García, 2016). Si se conocen las necesidades minerales de los cultivos y el potencial del suelo, es probable el éxito de la fertilización (IDAE, 2007). Peil y Galvez (2012) manifiestan que, en el estado nutricional del suelo, se utilizan fertilizantes nitrogenados inorgánicos para compensar algunas deficiencias, consideran que una fertilización nitrogenada tiene un efecto positivo al aumentar la tasa fotosintética, incrementando el crecimiento del cultivo de modo que la materia seca producida por la planta depende totalmente de este proceso.

En cuanto al cultivo de coliflor, los efectos de los fertilizantes en el desarrollo y rendimiento mediante la aplicación de 200 a 250 kg de nitrógeno por hectárea, es generalmente necesario para una alta producción (Zamora, 2016), con una producción media en variedades tempranas con alrededor de 13 000 kg ha⁻¹ y en variedades tardías 20 000 kg ha⁻¹. La aplicación excesiva de este nutriente produce alteraciones fisiológicas como es el tallo hueco, que disminuyen el valor comercial de esta hortaliza (Ramos y Pomares, 2018).

Una práctica normal es la aplicación de 200 kg de nitrógeno por hectárea, ya que existen variedades de coliflor que requieren una mayor cantidad de nitrógeno que otras, esto durante el período de desarrollo con el fin de promover el crecimiento vegetativo de las hojas exteriores envolventes y así proteger las cabezas blancas de los rayos solares (Ramos y Pomares, 2018).

2.3. Fertilización foliar

La fertilización foliar es el complemento de la edáfica, siendo ésta más efectiva por ser de inmediata acción al aplicarse directamente a los tejidos vegetales cuando la planta sufre de deficiencia nutricional, pero también se debe tener en consideración las condiciones ambientales, pueden disminuir la absorción del fertilizante (Fernández *et al.*, 2015).

2.4. Biofertilizantes

Los biofertilizantes se han constituido como una panacea para la agricultura orgánica y sostenible. Con ellos, se busca incrementar el número de microorganismos benéficos en el suelo, con nuevas tecnologías para lograr la sostenibilidad en la agricultura (Sahu y Brahma Prakash, 2016).

Los biofertilizantes están basados en microorganismos que pueden mejorar el desarrollo, proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y mejorar la calidad del suelo, creando un entorno microbiológico natural, comúnmente están constituidos por bacterias y hongos (FAO, 2018), además movilizan la disponibilidad de nutrientes con base a su actividad biológica (Ismail *et al.*, 2014). Según Bhattacharjee y Dey (2014) los principales beneficios son: la fijación biológica de nitrógeno, la promoción del crecimiento vegetal, la solubilización del fósforo.

La introducción de microorganismos ha favorecido y beneficiado a los agricultores en la producción de varios cultivos, como en hortalizas, maíz y en frejol (Olivera, 2015).

Esto ha fomentado la creación de alternativas para las prácticas agrícolas, de forma que estas tiendan a ser menos invasivas para el ambiente, más baratas que las convencionales, capaces de aumentar la eficiencia a bajo costo, con mejores características en las cosechas, y fáciles de usar e implementar sin requerimientos técnicos (Carvajal-Muñoz y Carmona-García, 2012). Por estas razones, pueden conducir a un desarrollo económico sostenible para los agricultores y al país donde se produce (Mishra y Dash, 2014).

2.4.1. Microorganismos utilizados

Para la producción de estos biofertilizantes, se utilizan microorganismos que intervienen en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico (FBNA) que es la reducción enzimática de nitrógeno (N_2) a amonio (NH_4^+), y que se clasifican en dos grupos: a) microorganismos (bacterias y algas) que fijan nitrógeno en forma no simbiótica o de vida libre y; b) microorganismos que fijan el nitrógeno en forma simbiótica con plantas leguminosas y no leguminosas (*Azolla*, gramíneas y

otras), las mayores cantidades de nitrógeno atmosférico fijado, es producido por leguminosas en asociación simbiótica con bacterias nitrificantes del género *Rhizobium* (Richards, 1987) citado por Armenta *et al.* (2010).

2.5. Microalgas

Según García *et al.* (2017) las microalgas son los productores primarios en la cadena alimenticia marina, son microorganismos fotosintéticos, que reciben la luz solar a través de pigmentos fotosintéticos y carotenoides, produciendo así metabolitos a partir de compuestos simples como: el dióxido de carbono, sales minerales inorgánicas y metales divisibles en el agua de mar.

Su modo de nutrición es de manera autótrofa o heterótrofa, la combinación de ambas se logra eliminar el problema de la falta de alimento en las zonas donde existe sombra en los tanques donde se crían (León *et al.*, 2019). Las proporciones de los componentes bioquímicos varían entre especies y también en una misma especie debido a cambios de pH, salinidad, estrés, temperatura, intensidad de luz, privación de nutrientes, etc. (Hamed, 2016; Duong *et al.*, 20015).

En Ecuador, estos microorganismos han sido escasamente estudiados (Guamán y González, 2016), por lo cual se realizó un estudio en distintas zonas de muestreo en diez Áreas Protegidas del Ecuador, además se incluyó la laguna de Chinchillas en la provincia de Loja, para conocer la distribución, la diversidad ecológica y la predominancia de grupos de microalgas, el cual demostró que a pesar de ser microorganismos que se encuentran comúnmente en zonas tropicales, la alta biodiversidad de estas zonas favoreció a la diversificación de sustratos para el crecimiento de microalgas. Esto permitió el aislamiento de nuevas cepas con potencial bioactivo de compuestos promisorios para el campo biotecnológico como fue la *Chlorella*, cuyos atributos son beneficiosos en la agricultura al ser aplicados en forma de biofertilizantes (Ronga *et al.*, 2019).

2.6. *Chlorella* spp

Chlorella spp. es una microalga verde unicelular que tiene un solo cloroplasto, pared celular rígida y carece de flagelos, se distribuye a nivel mundial incluso en lugares como la Antártida. En general, esta microalga habita en suelos y otros ambientes sin hielo, sin embargo, también se puede encontrar en la nieve durante la temporada de fusión del verano (Rivas *et al.*, 2016).

Según Beijerinck (1890), la microalga se encuentra en la división Chlorophyta de orden Chlorococcales, familia *Oocystaceae*, perteneciente al género *Chlorella* y de especie *Chlorella* sp. Es una célula reproductiva no móvil que se divide asexualmente, su núcleo en su mayoría es simple y a veces doble, está compuesto solo por cromatina (Safi *et al.*, 2014). Posee un tamaño entre 2 a 10 μm (Masojidek y Torzillo, 2014). El cloroplasto tiene forma de copa o plato con o sin pirenoides, rodeado de granos de almidón, ausencia de flagelos y mucílago presente o ausente (Guamán y González, 2016).

Cambia su color de verde a rojo o amarillento debido a los diferentes tipos de pigmentos producidos en diferentes condiciones de crecimiento (Azaman *et al.*, 2017). Múltiples cloroplastos presentes en las especies *Chlorella* ayudan en la construcción de células más grandes a través de la acumulación de lípidos glicolíticos en las vesículas de almacenamiento (Rosenberg *et al.*, 2014), además Safi *et al.* (2014) menciona que los gránulos de almidón se pueden encontrar dentro del cloroplasto, especialmente durante un entorno de cultivo no deseado.

2.6.1. Condiciones de cultivo de *Chlorella* spp.

Para poder tener un óptimo desarrollo de la microalga se debe cumplir con los siguientes parámetros de crecimiento:

Luz

La microalga utiliza solo la luz de un determinado intervalo conocido como radiación fotosintética activa (PAR) que corresponde a una longitud de onda comprendida entre 85 y 400 nm (Bhola *et al.*, 2011). Respecto a los fotoperiodos, se suelen utilizar ciclos que van desde 12:12 (horas luz/oscuridad) hasta 18:6, con unos valores para la irradiación artificial de 14:10 (Wehr, 2007).

Temperatura

Este es un factor muy importante para su desarrollo, su rango óptimo es de 18 a 25 °C. Los efectos en su composición bioquímica a causa de la temperatura se producen en dos mecanismos, principalmente las reacciones químicas y bioquímicas en su tasa de dependencia de la temperatura y la dependencia de la temperatura para la fijación fotosintética de carbono en diferentes tipos de macromoléculas, como las proteínas, los lípidos y los hidratos de carbono (García *et al.*, 2017).

El pH

El pH del medio de cultivo es un parámetro específico de cada especie de microalga, con una influencia significativa en su metabolismo (Rada, 2018). En la mayoría de los cultivos el valor de pH apenas se encuentra por encima de la neutralidad, en cuyo caso, estos microorganismos se denominan neutrófilos; sin embargo, en determinados casos, como en sistemas de cultivo cerrados este factor debido al consumo de CO₂ y nutrientes tiene una tendencia variable, en dichas circunstancias para evitarlo, se suele emplear disoluciones tampón como puede ser la de fosfatos, que funcionan muy bien en el rango de valores de pH próximos a 7, ya que valores de pH altos inhiben el crecimiento celular (Qiu *et al.*, 2017).

2.6.2. Uso como biofertilizante

En cuanto a los biofertilizantes Barrio y Marroquín (2016) manifiestan que los productos a base de microalgas pueden aumentar la resistencia de las plantas frente a estreses bióticos y abióticos.

Varios estudios demuestran que la aplicación de extractos de microalgas en los cultivos agrícolas conduce a un mayor crecimiento y rendimiento de la planta, el aumento de contenido de antioxidantes, mayor actividad antioxidante, mejora el desarrollo de las raíces, mayor número y peso de frutos y semillas son algunos de los efectos que se observaron durante los experimentos. Según Santos *et al.* (2014) las tecnologías de conversión de la biomasa de las algas, especialmente la pirólisis, producen un residuo carbonoso llamado Biochar o Biocarbón que tiene aplicaciones potenciales en agricultura como biofertilizantes, ciertos extractos se han revelado como buenos promotores de la germinación y la floración.

2.7. Antecedentes

Se han realizado investigaciones sobre la aplicación de *Chlorella* como biofertilizante, que buscaban evaluar su efecto en la germinación y crecimiento de plántulas como en el cultivo de albahaca, cuyos efectos se mostraron sobre la longitud de la raíz, peso seco de la raíz y de la parte aérea, ya que al aplicar en una concentración del 50 % de este biofertilizante causó incrementos en estas variables, sugiriendo que el uso de fertilizante orgánico contribuye a mejorar la calidad de las plántulas y su posterior desarrollo como plantas adultas al tener un sistema radical más desarrollado (García *et al.*, 2016). Su aplicación fue también demostrada por Kholssi *et al.* (2019) en trigo registrando aumentos en el crecimiento del cultivo, al tener un efecto bioestimulador sobre el desarrollo de la planta, mostrando que la nutrición mejora, no solo debido a los nutrientes que esta microalga aporta sino también a la producción de fitohormonas, las cuales mejoran el desarrollo radicular y el crecimiento de las plantas, aumentando así la longitud, la biomasa y mejorando el porcentaje de germinación con respecto a un control.

También se evidenció que la *Chlorella* frente a bioestimulantes hormonales en el crecimiento inicial de plantas como el frejol común, cuyo experimento realizado por Cargua *et al.* (2019) constituye una opción de estimulación al desarrollo de la planta, con resultados de altura, diámetro, longitud de la raíz, área foliar, peso seco, tasa de crecimiento y asimilación neta fueron relativamente menores comparados con los bioestimulantes a base de hormonas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El experimento se llevó a cabo durante el periodo de octubre 2020 a marzo de 2021 en el sector de Carigán / Vía Integración Barrial de la provincia de Loja (Figura 1), contando con una extensión de 148 m² de extensión. La ubicación geográfica con coordenadas: latitud 3°58'16"1264" S y longitud 79°13'55" W, a una altitud de 2 220 msnm, con una temperatura promedio de 18 °C, que ascendieron a más de 21 °C en los meses de octubre, noviembre y diciembre, regulándose su temperatura a inicios de enero, precipitación media anual de 1 058 mm/año y humedad relativa media de 75 %.

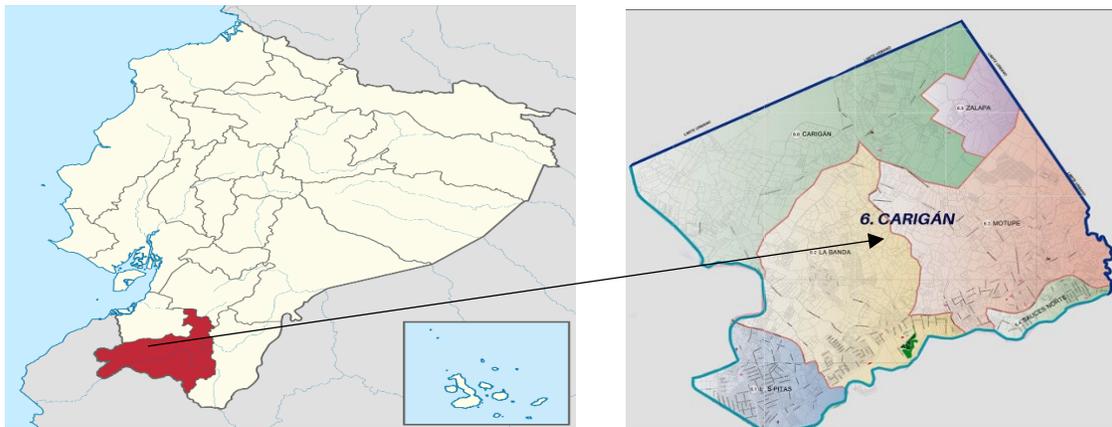


Figura 1. Ubicación donde se desarrolló el proyecto (Municipio de Loja, 2010).

3.2. Diseño experimental

La investigación en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones (Figura 2), siguiendo el modelo estadístico siguiente:

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

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = Error experimental

3.2.1. Tratamientos

Los cinco tratamientos utilizados se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento de campo.

Nº	Código	Tratamiento	Descripción
1	T1	Control	
2	T2	Biol enriquecido	148,8 mL 3 L
3	T3	<i>Chlorella</i> spp.	2 x 10 ⁶ mL/1,975 L
4	T4	Nitrofoska líquida	14,9 mL/ 3 L
5	T5	<i>Ascophyllum nodosum</i>	37 mL/3 L

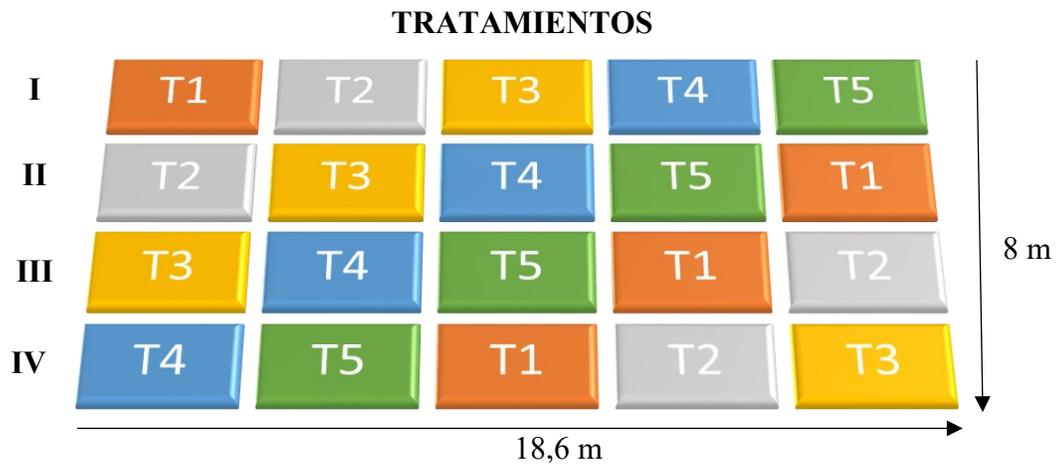


Figura 2. Esquema de la disposición del ensayo.

3.2.2. Características del ensayo

Cada unidad experimental constituyó una parcela, con 20 plantas, como se detalla continuación.

Tabla 2. Especificaciones del ensayo.

Largo de la parcela	1,80 m
Ancho de la parcela	2,00 m
Superficie de la parcela total	3,6 m ²
Distancia entre hilera	0,6 m
Distancia entre planta	0,4 m
Número de plantas por parcela	20
Distancia entre bloques	1 m
Distancia entre parcelas	1 m
Superficie total del ensayo	148,8 m ² (18,6*8)
Área de caminos	76,8 m ²
Superficie total de parcelas	72 m ²
Unidades experimentales	20
Número de plantas a evaluar	10

3.3. Materiales

3.3.1. Materiales de oficina

Cámara fotográfica, laptop, documentación bibliográfica, libreta de apuntes, calculadora, registro, lápiz, fundas plásticas, etiquetas de identificación, marcadores, programa estadístico Infostat y materiales de escritorio.

3.3.2. Material vegetativo

Constituido por las semillas de coliflor híbrido Skywalker, de la empresa Bejo, adquirida en la ciudad de Loja.

3.3.3. Material de campo

Bandejas para semilleros de espuma flex, turba, materia orgánica, arena, fertilizante, insecticidas, jeringuillas, bomba de mano, bidones de agua de seis litros, machete, pala, lampa, pico, rastrillo, balde, piola, estacas, cinta métrica y regla.

3.4. Metodología por objetivos

3.4.1. Metodología para el primer objetivo

Evaluar la aplicación del biofertilizante a base de *Chlorella* spp. sobre los parámetros morfológicos y de rendimiento en el cultivo de coliflor frente a la fertilización química.

Se elaboró previamente un semillero de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) híbrido Skywalker en dos bandejas de germinación de espuma flex con capacidad de 220 plantas respectivamente, utilizando como sustrato una mezcla en proporción de 2:1:1 (materia orgánica, turba y arena) (Anexo 1). Una vez realizado el análisis de suelo (Anexo 2) se aplicó la corrección de nutrientes con 26,79 kg de urea (N), 4 kg de superfosfato triple (P) y como complemento adicional en el primer mes del cultivo 7,36 kg de cloruro de potasio.

Se realizó el transplante cuando las plántulas presentaron condiciones de campo al tener una altura entre 10 a 15 cm con dos hojas verdaderas a una densidad de siembra de 0,40 cm entre planta y 0,60 cm entre surco (Anexo 3). Por motivo de fuertes vientos los cuales provocaron la ruptura de los tallos de las plántulas y hojas, al cabo de cuatro días y una vez calculada la cantidad de agua

requerida para la fertilización foliar de acuerdo a la extensión de terreno se aplicaron 148,8 mL de biol, 14,9 mL de Nitrofoska líquida y 37 mL de *Ascophyllum nodosum* en tres litros de agua respectivamente con una frecuencia de 15 días en cinco aplicaciones (Anexo 4). Para el tratamiento foliar a base de *Chlorella* spp. se aplicó una dosis de 2×10^6 mL en 1,975 L de agua en las mismas frecuencias y aplicaciones (Anexo 5). Durante el desarrollo del cultivo se realizó labores culturales (Anexo 6), destacándose el blanqueo de pellas (Anexo 7), el control de plagas como el pulgón (*Brevicoryne brassicae*), mosca blanca (*Pieris brassicae*) y gusano medidor (*Trichoplusia ni*) (Anexo 8), donde se aplicó dos repelentes naturales con plantas alelopáticas (Tello, 2014), un macerado de ajo (*Allium sativum*) con ají (*Capsicum frutescens*) cuyos principios activos alicina y capsaicina actúan por vía respiratoria como al ingerirlos (Bordones *et al.*, 2018), se replicó el preparado, pero con la inclusión de alcohol al 90% y se almacenó durante dos semana (Izaguirre, 2014; Brito *et al.*, 2018) y un purín de ortiga (*Urtica dioica*) cuyo principio activo son los taninos, resinas, etc que actúan de forma astringente y disuasoria (Domínguez, 2016), su preparación se realizó según Mediavilla (2019) (Anexo 9), pero debido a que las condiciones ambientales como temperatura altas y fuertes vientos, disminuyeron la eficacia, se utilizó un insecticida agrícola “Pyricor” a una concentración de 1,5 mL/ L de agua (Anexo 10), adicionalmente se siguió aplicando los repelentes como complemento.

Para la determinación del efecto de la aplicación de *Chlorella* y de los otros tratamientos en las plantas de coliflor, se utilizaron los siguientes indicadores de medición.

Altura de plantas y número de hojas

Después del transplante, se midió cada ocho días la altura y el número de hojas. Se evaluaron 10 plantas al azar por tratamiento. Para la medición de la altura de la planta se utilizó una regla y posteriormente una cinta métrica, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta. Se realizaron conteos manuales para determinar el número total de hojas por planta de cada tratamiento (Anexo 11).

Diámetro de pella

Con las mismas 10 plantas del parámetro anterior, se midieron el diámetro ecuatorial de la pella (Inflorescencia) cada ocho días una vez que las plantas empezaron a cuajar y se siguió la medición hasta la cosecha (Anexo 12), con ayuda de un calibrador se expresó los datos obtenidos cm/pella para luego ser promediados por tratamiento.

Peso de la pella y rendimiento

Para obtener el rendimiento agrícola, este proceso se realizó al final del cultivo con las plantas monitoreadas anteriormente, donde se tomó el peso de la pella (Anexo 13) en libras para expresarse en gramos. Luego para obtener el rendimiento correspondiente al peso total de las pellas cosechadas por cada tratamiento los resultados se proyectaron en $t\ ha^{-1}$.

3.4.2. Metodología para el segundo objetivo.

Determinar la concentración de macro y micronutrientes en las plantas de coliflor.

Por motivos de la situación de estado de excepción COVID-19 que vive el país no se pudo determinar la concentración de macro y micronutrientes en su totalidad, se limitó a realizar un análisis general de la planta en cuanto a su contenido nutricional en el Laboratorio de Suelos Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja. Las plantas fueron muestreadas a los 105 días después del trasplante. Se tomaron cinco plantas de las evaluadas en el anterior procedimiento por cada tratamiento (Anexo 14). Se fraccionaron en hojas, tallos, y pellas, seguidamente se limpió el exceso de tierra y secaron al aire libre y se introdujeron las muestras en fundas de polietileno, se identificaron por cada tratamiento (Anexo 15), para ser enviadas al Laboratorio de Bromatología para su correspondiente análisis.

Los resultados obtenidos están referidos para cada componente en 100 g de muestra, tanto en BS (Base Seca) como en TCO (Tal Como Ofrecido) de cada uno de los tratamientos aplicados, tomando como prioridad los resultados en TCO los cuales se relacionan a la alimentación humana y realizado un análisis de prueba estadística de Tukey con una p valor de $< 0,05$.

3.5. Análisis estadístico

El procesamiento estadístico de los datos de las variables evaluadas se realizó con el paquete estadístico Statistic Package for Social Science (SPSS) versión 21.0 para Windows. 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 efectuó un análisis tipo ANOVA (paramétrico o no paramétrico) para saber cómo influyen los tratamientos con respecto a las variables de evaluación de la coliflor, con un nivel de confianza del 95%.

La correlación entre las variables altura de la planta, número de hojas, diámetro de la pella, peso y rendimiento relacionadas entre sí, se evaluó mediante un análisis de correlación de Pearson (Pearson Linear Correlation) teniendo niveles de significación con una $p < 0,001$, para demostrar si la correlación es significativa.

4. RESULTADOS

4.1. Evaluación de parámetros morfológicos y de rendimiento

Altura de las plantas

La altura de las plantas durante las dos primeras semanas no presentó diferencias significativas en relación a los tratamientos aplicados, no obstante, a partir de la tercera y hasta la octava semana, el T4 (Nitrofoska) y el T3 (*Chlorella* spp) favorecieron significativamente el incremento de las plantas con respecto al T5 (*Ascophyllum nodosum*), T2 (Biol) y T1 (Control) (Figura 3).

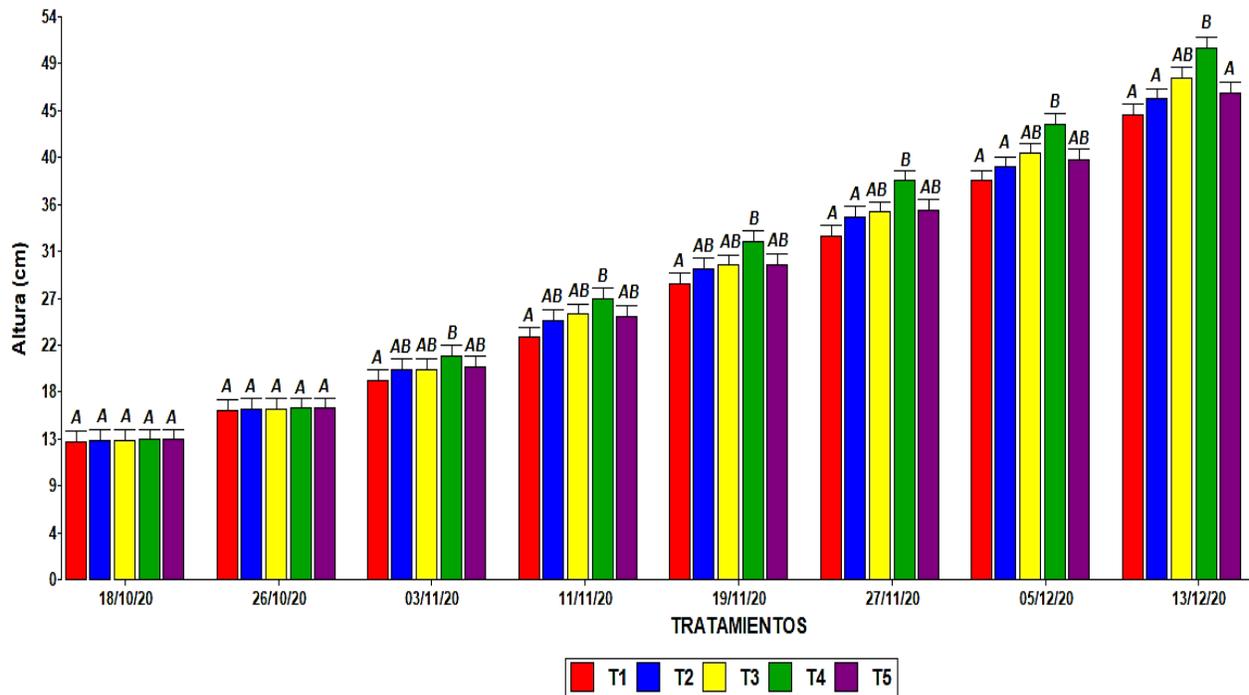


Figura 3. Altura de las plantas de coliflor. Tratamientos: T1 (Control), T2 (Biol), T3 (*Chlorella* spp.), T4 (Nitrofoska líquida) y T5 (*Ascophyllum nodosum*). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.

Número de hojas

En la variable número de hojas a partir de la séptima semana, se observó un incremento significativo de los tratamientos T4 (Nitrofoska), T2 (Biol), T3 (*Chlorella spp*) y T5 (*Ascophyllum nodusum*) respecto al control, (Figura 4). Para la octava semana se evidenció diferencias significativas entre el T4 frente al T1 (Control) y T2; además de haber entre T5 frente a T1.

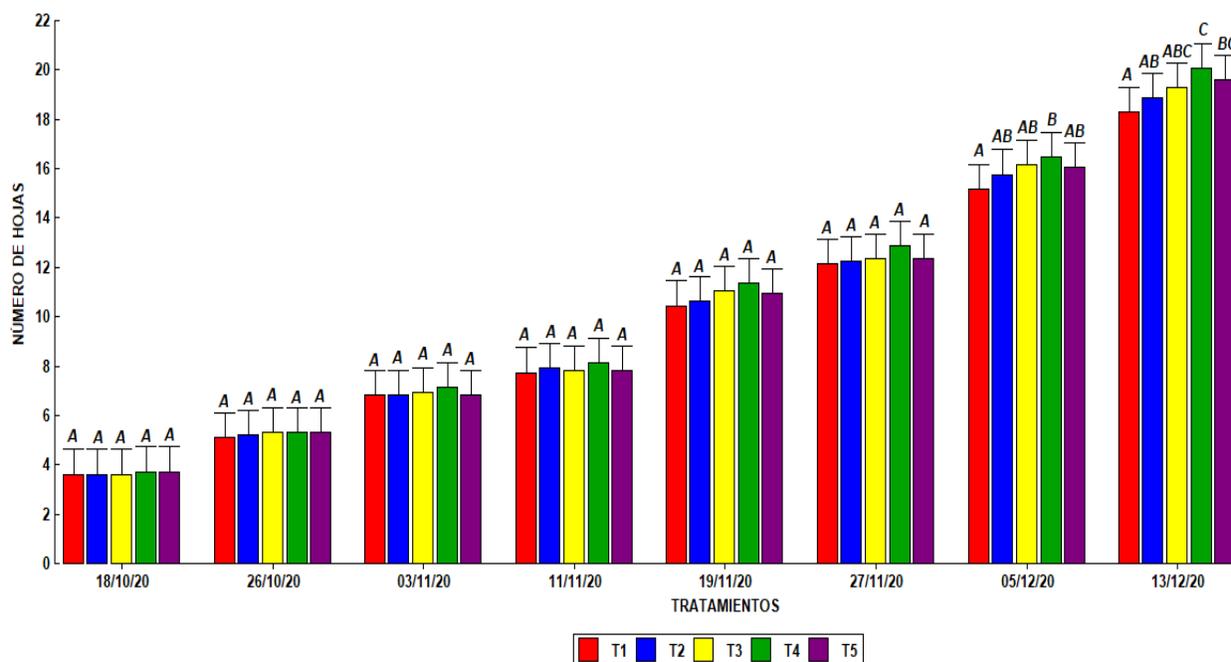


Figura 4. Número de hojas de las plantas de coliflor. Tratamientos: T1 (Control), T2 (Biol), T3 (*Chlorella spp.*), T4 (Nitrofoska líquida) y 5 (*Ascophyllum nodusum*). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.

Diámetro ecuatorial y peso de la pella

En lo que respecta al diámetro ecuatorial de las pellas, a partir de la tercera semana los efectos positivos en el T4 (Nitrofoska) presentaron mayor diámetro en las pellas frente al T1 (Control), T2 (Biol) y T5 (*Ascophyllum nodusum*) (Figura 5), mas no frente al tratamiento T3 (*Chlorella spp*). Desde la cuarta semana hasta el final de la evaluación el T3 (*Chlorella spp*) mostró diámetros similares a los obtenidos con el T4 (Nitrofoska) siendo significativamente mayores frente al T1 (Control).

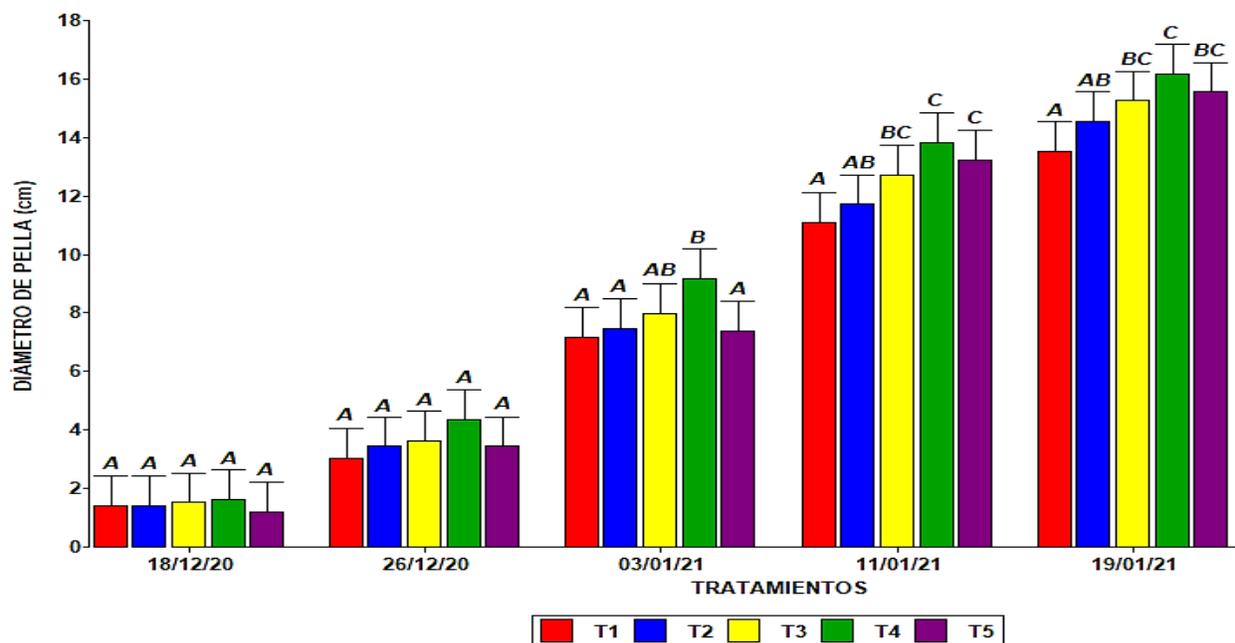


Figura 5. Diámetro de pella obtenido en el cultivo de coliflor. Tratamientos: T1 (Control), T2 (Biol), T3 (*Chlorella* spp.), T4 (Nitrofoska líquida) y T5 (*Ascophyllum nodusum*). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.

El peso de la pella al final de la cosecha (Figura 6), fue significativamente mayor con la aplicación de T4 (Nitrofoska) con un promedio de 971,8 g siendo el más efectivo entre los tratamientos, seguido de los tratamientos a base de algas T5 (*Ascophyllum nodusum*) con un peso de 868,6 g y T3 (*Chlorella* spp) con 858,5 g, quedando como últimos el T2 (Biol) con 782,7 g y T1 (Control) con 724,3 g de peso promedio de pellas.

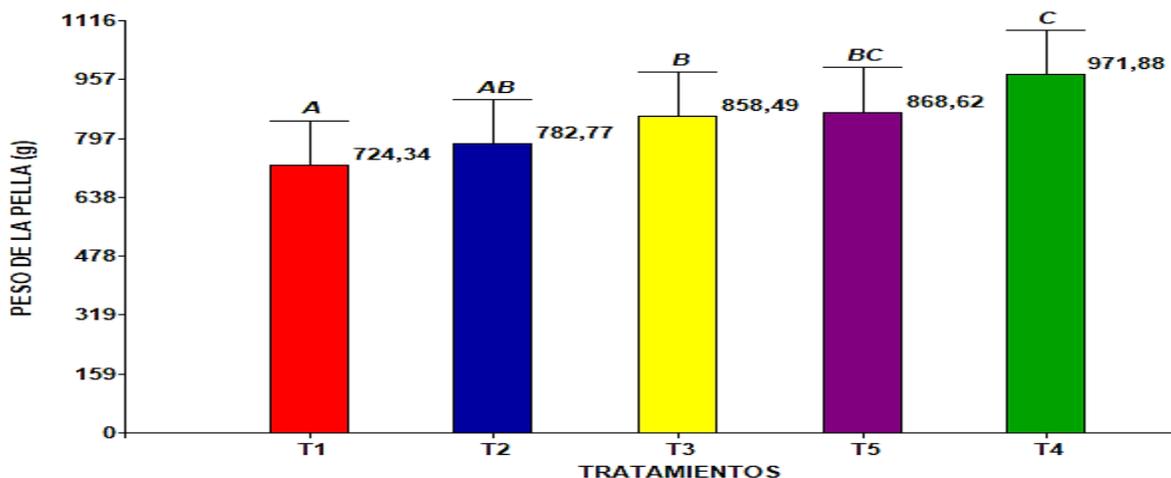


Figura 6. Peso de pella obtenido en los cinco tratamientos suministrados en el cultivo de coliflor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Prueba de LSD Fisher.

4.1.1. Evaluación del rendimiento del cultivo de coliflor

En la figura 7 se muestra las toneladas por hectárea del cultivo de coliflor, obtenidas por cada tratamiento, mostrándonos valores similares en rendimiento agrícola en T4 (Nitrofoska) y T3 (*Chlorella spp*), con un total de 26,35 y 23,85 t ha⁻¹ respectivamente, seguidos del T5 (*Ascophyllum nodosum*) con 21,75 t ha⁻¹ y T2 (Biol) con 20,73 t ha⁻¹. Mientras que el T1 (Control) presentó los valores más bajos de rendimiento con 18,16 t ha⁻¹.

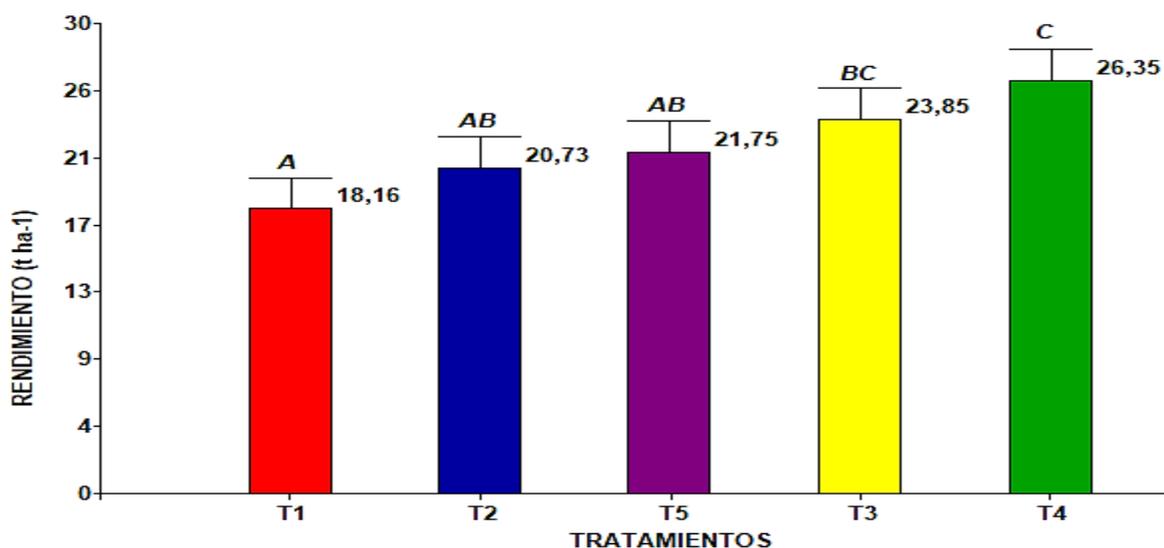


Figura 7. Rendimiento del cultivo de coliflor en t ha⁻¹ aplicado a cinco tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

4.1.2. Análisis de correlación

El análisis de Pearson determinó que existe una correlación significativamente positiva entre la altura de las plantas con número de hojas y diámetro de pella, de igual manera el diámetro de pella con número de hojas y peso de pella, además el rendimiento está altamente correlacionado con el peso de la pella lo que indica que son directamente proporcionales (Tabla 3).

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

	Pearson (R)	p-valor
Altura - Número de hojas	0,83	p < 0,0001
Altura - Diámetro de pella	0,77	p < 0,0001
Número de hojas - Diámetro de pella	0,82	p < 0,0001
Diámetro de la pella - Peso de pella	0,78	p < 0,0001
Peso de pella - Rendimiento	0,89	p < 0,0001
Rendimiento - Diámetro de la pella	0,75	p < 0,0001

4.2. Determinación del contenido nutricional de las plantas de coliflor

Tabla 4. Contenido nutricional en las plantas de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) con aplicación de cinco tratamientos.

Nro.Lab.	Nro. Muestra	Tratamiento	Base de Cálculo	%					
				M.S.	CZ	E. E	P.C	F.C	E.L.N
7045	1	Control	BS	100	13,07	0,12	20,44	14,09	52,29
			TCO	6,42	0,84	0,01	1,31	0,90	3,35
7046	2	Nitrofoska	BS	100	13,83	0,10	20,16	18,01	47,90
			TCO	5,57	0,77	0,01	1,12	1,00	2,65
7047	3	<i>Ascophyllum</i>	BS	100	14,31	0,08	22,45	17,96	45,20
			TCO	5,30	0,76	0,00	1,19	0,95	2,40
7048	4	<i>Chlorella</i> spp	BS	100	14,58	0,10	20,91	16,73	47,68
			TCO	5,48	0,80	0,01	1,15	0,92	2,61
7049	5	Biol	BS	100	14,78	0,09	19,54	14,41	51,19
			TCO	6,08	0,90	0,01	1,19	0,88	3,11

Nota: TCO = Tal Como Ofrece, B.S = Base Seca, M.S.=Materia Seca, Cz. =Ceniza, E.E.= Extracto Etéreo, P.C. = Proteína Cruda, F.C. = Fibra Cruda, E. L. N=Extracto Libre de Nitrógeno. (Laboratorio de Bromatología, UNL, 2020)

De acuerdo a la tabla 4 y según el análisis de Tukey (Tabla 5), de manera general sabemos que la materia seca contiene los nutrientes analizados de la planta. En cuanto a ceniza, proteína y fibra cruda no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al control, mostrando que los efectos producidos por los diferentes insumos, no repercutieron en el contenido de estos componentes nutricionales, no obstante a ello, en el contenido de Extracto Etéreo sí se observó diferencias significativas al obtener un DMS de 0,00694 % que permitió diferenciar entre las medias de los tratamientos T1 (Control), T2 (Biol), T3 (*Chlorella* spp) y T4 (Nitrofoska) frente al T5 (*Ascophyllum nodosum*) el cual no evidenció residuos de este componente.

En cuanto al Extracto Libre de Nitrógeno, el T5 (*Ascophyllum nodosum*) presentó menor efecto con relación al T1 (Control) y T2 (Biol) marcándose un DMS de 0,066 %, mientras que los tratamientos T3 (*Chlorella* spp) y T4 (Nitrofoska líquida) no se diferenciaron entre sí, pero fueron menores significativamente al T2 (Biol).

Tabla 5. ANOVA del contenido de los seis nutrientes coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) con aplicación de cinco tratamientos.

Materia seca						
F. V	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P	DMS
Modelo	2,55	4	0,64	2,67	0,0943	1,31211
Tratamiento	2,55	4	0,64	2,67		
Error	2,38	10	0,64			
Total	4,94	14				
Ceniza						
F. V	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P	DMS
Modelo	0,04	4	0,01	2,28	0,1327	0,17662
Tratamiento	0,04	4	0,01	2,28	0,1327	
Error	0,04	10	4,3E-03			
Total	0,08	14				
Extracto Etéreo						
F. V	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P	DMS
Modelo	2,3E-04	4	5,7E-05	8,50	0,0029	0,00694
Tratamiento	2,3E-04	4	5,7E-05	8,50	0,0029	
Error	6,7E-05	10	6,7E-06			
Total	2,9E-04	14				
Proteína cruda						
F. V	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P	DMS
Modelo	0,06	4	0,02	1,62	0,2434	0,26773
Tratamiento	0,06	4	0,02	1,62	0,2434	
Error	0,10	10	0,01			
Total	0,16	14				
Fibra cruda						
F. V	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P	DMS
Modelo	0,03	4	0,01	1,24	0,3542	0,20734
Tratamiento	0,03	4	0,01	1,24	0,3542	
Error	0,06	10	0,01			
Total	0,09	14				
Extracto libre de nitrógeno						
F. V	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	P	DMS
Modelo	1,83	4	0,46	7,55	0,0045	0,66194
Tratamiento	1,83	4	0,46	7,55	0,0045	
Error	0,61	10	0,06			
Total	2,44	14				

Simbología: (P) Probabilidad y (DMS) Diferencia mínima significativa.

Cabe mencionar que, para este apartado, así como el anterior, las condiciones manejadas en este estudio no fueron las apropiadas, debido a que en la zona de experimentación el suministro de agua no cubría la necesidad de riego, debido a la escasez en diferentes días de la semana, mencionando que es un cultivo que requiere de abundantes cantidades de agua en la etapa de crecimiento en donde el cultivo se establece su enraizamiento, esto debido a que no se tiene un abastecimiento potable, además la ubicación para el cultivo permitía la entrada de fuertes vientos que afectaron a la etapa vegetativa teniéndose que reemplazar las plántulas afectadas por quiebre de tallos y hojas. La temperatura también fue un factor que afectó el riego, provocando que algunas plantas no desarrollen y se marchiten debido a una inadecuada translocación de nutrientes desde el suelo hacia la planta, así como la absorción de los nutrientes aportados por fertilizantes aplicados, lo que se vio reflejado en sus características fisiológicas como en contenido nutricional.

5. DISCUSIÓN

5.1. Altura y número de hojas

La aplicación foliar a base de Nitrofoska tuvo un efecto positivo que estimuló un mayor crecimiento en las plantas de coliflor. Trabajos similares con Nitrofoska y llevados a cabo por Morocho (2016), en cultivo de col (*Brassica oleracea* L. *Var. Tokita*) y Rivera *et al.* (2010) en cultivo de maíz (*Zea mays*) dan cuenta del efecto significativo de este fertilizante químico al compararlo con un tratamiento testigo, en incremento de mayor altura y número de hojas. Esto se debe a que la Nitrofoska, al ser un fertilizante foliar presenta una mayor concentración de nitrogenado (10 %) en forma nítrica lo cual facilita su asimilación, además contiene fósforo, potasio y micronutrientes los cuales influyen para la obtención de plantas más desarrolladas y suculentas (AGRO, 2019). Esto se evidenció en el presente estudio ya que la aplicación de T4 (Nitrofoska) desarrolló mayor altura a pesar de las condiciones ambientales como vientos y altas temperaturas las cuales afectan la capacidad de absorción y disminución de la capacidad fotosintética (Zermeño *et al.*, 2015) en comparación al tratamiento con extracto de alga T5 (*Ascophyllum nodosum*), T2 (Biol) y T1 (Control). En cuanto al número de hojas esta diferencia solo sucedió frente al T2 (Biol) y T1 (Control), pero en cuanto a los tratamientos a base de algas T3 (*Chlorella* spp) y T5 (*Ascophyllum nodosum*) el T4 (Nitrofoska) no fueron significativos los valores para establecer una diferenciación.

Al comparar el tratamiento T5 (*Ascophyllum nodosum*) frente al T2 (Biol) no se evidenciaron diferencias significativas en altura y número de hojas, los cuales no concuerdan con AL-Hseen y Manea (2021) que demuestran a la aplicación de extracto de algas con mejores resultados en ambos parámetros morfológicos frente a un extracto orgánico.

Por otro lado, la aplicación de T3 (*Chlorella* spp) con una concentración de 0,31 g/100 mL (Agrocalidad, 2019), presentó efectos positivos frente al T4 (Nitrofoska) al obtener valores cercanos en altura, esto se debe en gran medida al efecto sinérgico de la acción de todos sus

componentes que se logran con bajas concentraciones del extracto (Calvo *et al.*, 2014), la secreción de sustancias promotoras, metabolitos y polisacáridos secundarios pudieron favorecer al crecimiento de las plantas (Ronga *et al.*, 2019). Al comparar la aplicación de *Chlorella* spp frente al T1 (Control) mostró una mayor influencia en la altura de las plantas, resultados que concuerdan con lo obtenido por La Bella *et al.* (2021) en el cultivo de lechuga. Esto no sucedió con el T2 (Biol) comparado con el testigo, al no evidenciarse un incremento significativo de altura, datos que contrastan con Xiu (2018) en el cultivo de brócoli, quien mostró un efecto positivo de la aplicación de biol, y un aumento de altura en las plantas durante el desarrollo del cultivo frente a un testigo. Esto pudo deberse a que las concentraciones, frecuencia y método de aplicación, así como el sustrato usado, podrían haber afectado a los resultados en comparación a lo aplicado en el presente estudio.

5.2. Diámetro, peso y rendimiento de pella

Para obtener un adecuado desarrollo en las pellas, Cajamar (2020) informa que se deben considerar las dosis de riego recomendadas durante las cuatro a cinco semanas de crecimiento de la inflorescencia (73,5 L/m²/semana), repartidas en 3 frecuencias por semana, lo cual no se pudo completar en la investigación, siendo 59 L/m²/semana lo administrado. Al comparar este parámetro, el T1 presentó los valores más bajos siendo el de menor diámetro obtenido. Al haber un déficit hídrico del recomendado para este cultivo, se observó que los tratamientos que mejor respondieron a esta condición, al menos en tamaño y rendimiento, fueron el T4 (Nitrofoska) cuya efectividad se atribuye al aporte de fósforo (Eurofert, 2020), concordando con Morocho (2016) en el cultivo de col; y T3 (*Chlorella* spp) que según Gonzalo *et al.* (2020) relaciona la presencia de fósforo en las microalgas, lo cual beneficia al mejor desarrollo de diámetro en la pella (Masabni, 2016), siendo mayores estadísticamente, frente al control, de igual manera ocurrió con la aplicación de (*Ascophyllum nodosum*), valores similares informaron Ali *et al.* (2016) en tomate, mientras que Silva *et al.* (2019) no obtuvieron efectos significativos en dos variedades de lechuga. Adicionalmente, cabe mencionar que gracias a la presencia de fitohormonas, enzimas y vitaminas que mejoraron la translocación de solutos a la pella mejorando su peso, tanto en *Chlorella* spp

(Ronga *et al.*, 2019) como en *Ascophyllum nodosum* (Elarroussia *et al.*, 2016) en el cultivo de coliflor al compararse con el T4 (Nitrofoska) el cual presentó mejores resultados.

El tratamiento T2 (Biol) no presentó diferencias significativas frente al T1 (Control). Estos datos contrastan con Oñate (2014) en el mismo cultivo y similares dosis fertilización, quienes refieren mejores resultados en diámetro y rendimiento, demostrando una formación de pella en menos días después del transplante, lo que conlleva a tener mayor tiempo para el desarrollo de la pella, a diferencia del presente estudio, lo cual pudo estar relacionado a un similar desarrollo y número de hojas con respecto al T1 (Control) siendo las hojas las que influyen mayormente en la actividad fotosintética (López *et al.*, 2016). Cabe recalcar que la distancia de siembra es un factor que pudo afectar el desarrollo en diámetro y rendimiento de la pella (Lozano *et al.*, 2019), lo cual se vio reflejado en el desarrollo de las pellas, puesto que la distancia de siembra no fue la óptima ya que, al ser un híbrido de pella grande, el marco de plantación (0,40 cm entre planta y 0,60 cm entre hilera) debió ser mayor al establecido (Cajamar, 2017).

Según la Red Especialista en Agricultura el rendimiento por hectárea del cultivo de coliflor al aire libre es de 23 103 t ha⁻¹ (Agriculturers, 2017), valores que se cumplen con la aplicación de T3 (*Chlorella* spp) y que a su vez son mayores con la aplicación de T4 (Nitrofoska) siendo el mejor tratamiento en comparación frente a un control, demostrando su mayor eficacia.

5.3. Contenido nutricional de las plantas de coliflor

Para el análisis bromatológico, se tomó como referencia datos de estudios en hojas (Pamkar y Bormare, 2018), en tallos frescos (Sharma y Prasad, 2018) y pellas frescas (Bux Baloch *et al.*, 2015; Chakraborty, 2019). Cabe mencionar que en hojas (Mishra, 2019) y tallos (Sharma y Prasad, 2018) han mostrado que también son fuente alimenticia, lo cual ayuda a tener una referencia para los resultados, cuyo análisis se enfocó en los tres órganos en forma conjunta analizando la influencia que aportan los tratamientos aplicados al contenido nutricional de las plantas de coliflor.

La materia seca abarca el contenido de todos los nutrientes (Escobar *et al.*, 2020), de modo que los valores de ceniza, proteína y fibra cruda no presentaron diferencias significativas para los tratamientos evaluados. Analizándolos de manera individual Galantini *et al.* (2004) mencionaron que el aporte de nitrógeno está estrechamente relacionado con la producción de materia seca debido al mayor desarrollo de las plantas tanto en altura, número de hojas y diámetro de pella, el cual no se evidenció en ningún tratamiento, lo cual podría estar relacionado con el desarrollo de la planta dados los resultados en sus parámetros morfológicos previos, donde la mayoría de casos no hubo diferencia significativas debido a que la absorción de nutrientes fue limitada por parte de las hojas. Además, dicha absorción activaron el ajuste osmótico para evitar su deshidratación celular, lo que pudo estar influenciado por las bajas temperaturas y la falta de riego (Blum, 2017). Al estimar el contenido de materia seca de la planta en sus tres componentes (6,4 %) basados en los datos antes mencionados, podemos decir que el contenido es normal en todos los tratamientos, del mismo modo con ceniza cuyo estimado fue de 1,6 % , destacando que este es un componente de poca importancia en cuanto a la alimentación, pero si revela la calidad de un alimento al estar en proporciones adecuadas (Ismail, 2017). Por otro lado, los niveles de proteína obtenidos están por debajo de los estimados de 3,2 % , a pesar de que el contenido de proteína en hojas es el doble que en la pella (Chakraborty, 2019). Cabe recalcar que las hortalizas poseen un contenido bajo en proteínas (Hurtado *et al.*, 2003). Del mismo modo para la fibra cruda, no se obtuvieron valores por encima de los referenciados de 1,9 % por ninguno de los tratamientos aplicados, alcanzando un valor de 1 % con la aplicación de T4 (Nitrofoska).

Para el componente extracto etéreo o grasa, en donde los lípidos son uno de los componentes principales (Carbajal, 2013), tuvo mayor presencia en los tratamientos T2 (Biol), T3 (*Chlorella* spp) y T4 (Nitrofoska), cuyo aporte de nitrógeno aplicado por vía foliar al cultivo de coliflor, ayudó a la mejor asimilación de carbono e hidrógeno (Intagri. 2016) presentes en el medio ambiente, cuyos elementos forman parte de los lípidos presentes en el extracto etéreo.

Por último, el contenido de extracto libre de nitrógeno, fue mayor en T1 (Control) y T2 (Biol) lo que indicó mayor contenido de almidones y azúcares en la planta (Bernal *et al.*, 2017), a diferencia del resto de tratamientos como T3 (*Chlorella* spp), T4 (Nitrofosca) y T5 (*Ascophyllum nodosum*) que tuvieron menor contenido. Cabe mencionar que el extracto libre de nitrógeno se obtiene

cuantitativamente con el remanente de restarle al 100 % de la muestra, la suma obtenida en los análisis de humedad, proteínas, extracto etéreo, fibra y ceniza AOAC (2005), por lo que no se puede precisar el valor real del nutriente ni de la influencia que tuvo cada tratamiento.

Todos estos datos obtenidos en el presente estudio, aporta nueva información para futuras investigaciones en el cultivo de coliflor, en cuanto al contenido nutricional, dirigidas a la alimentación, aprovechando todo el potencial nutritivo de la planta y no solo de las pellas sino también de hojas y tallos.

6. CONCLUSIONES

El efecto producido en la planta con aplicación foliar a base de *Chlorella* spp. frente a la Nitrofoska, fueron promisorios considerando su diferencia en los niveles de concentración de nutrientes, obteniéndose un rendimiento cercano al fertilizante químico.

La aplicación de biofertilizantes a base de algas como *Chlorella* spp y *Ascophyllum nodosum* pueden ser alternativas viables, comparadas con el tratamiento químico, ya que mostraron un nivel similar de desarrollo en las pellas de las plantas de coliflor.

El contenido nutricional en las plantas de coliflor no presentó diferencias significativas en el contenido de materia seca, ceniza, fibra y proteína cruda, por el contrario en los nutrientes extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno si presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

7. RECOMENDACIONES

Analizar las condiciones climáticas de las zonas de cultivo previo para una campaña de siembra ya que pueden condicionar la fertilización foliar, así como las edáficas y así disminuir su efectividad.

Aplicar diferentes concentraciones de *Chlorella* spp. que podrían arrojar resultados con mayor impacto frente a productos comerciales, o a su vez aplicarlo de manera edáfica, siendo así una fertilización más efectiva en comparación a la realizada.

Control de la humedad en el suelo, mediante el uso de rastrojos en forma de cobertura para aumentar el contenido y la retención de humedad en el suelo por mayor tiempo en zonas con deficiencia de riego.

Realizar más estudios en las hortalizas con potencial alimenticio que reflejen el verdadero contenido nutricional aportando así datos novedosos que influenciarían a nuevas culturas de alimentación.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y WEDGRAFÍA

- AGRI-NOVA Science. (2018). Algas Marinas, fertilizante de futuro. Recuperado en: <https://agri-nova.com/noticias/algas-agricultura-fertilizante/> (consultado el 14 de enero 2020)
- Agriculturers. (2017). Rendimiento por hectárea de los cultivos. Red de Especialistas en Agricultura. Recuperado en: <https://agriculturers.com/rendimiento-por-hectarea-de-los-cultivos/> (consultado el 28 de febrero de 2021)
- AGRO, C. (2019). FICHA TÉCNICA Nitrofoska ® Foliar SL. Precisión Alemana en Nutrición Vegetal. Recuperado en: https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2019/08/HT-Nitrofoska_Foliar_SL-10-4-7-1.pdf (consultado el 12 de febrero de 2021)
- Agrocalidad. (2019). Análisis de Biofertilizante a base de *Chlorella* sp. (consultado el 04 de marzo de 2021)
- AL-Hseen, Z. E. A., & Manea, A. I. (2021). Effect of biofertilizer and organic extracts in two hybrids of cauliflower (*Brassica Oleracea* var. *Botrytis*). *International Journal of Agricultural and Statistical Sciences*, 16, 1651–1659.
- Ali, N., Farrell, A., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2016). The effect of *Ascophyllum nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1353–1362.
- AOAC (2005). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 18ª edición, USA.
- Armenta, A., García, C., Camacho, J., Apodaca, M., Montoya, L., & Nava, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56.
- Azaman, S., Nagao, N., Yusoff, F., Tan, S., & Yeap, S. (2017). Una comparación de las características morfológicas y bioquímicas de *Chlorella sorokiana* y *Chlorella zofingiensis* cultivadas en condiciones fotoautotróficas y mixotróficas. *Peer Journal*, 5: e3473
- Barrio, H., & Marroquín, M. (2016). Tratamiento de efluentes y producción de fertilizantes mediante el cultivo heterótrofo de microalgas. *IndustriAmbiente*, 36-41.
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. In *Scientia Horticulturae* 196: 39–48.
- Bernal, W., Maicelo, J. L., & Yoplac, I. (2017). Bromatological characterization of non-traditional supplies for animal feed in the Amazonas region. *Revista Ricba*, 1(1), 27–32.
- Bhattacharjee, R., & Dey, U. (2014). Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 8(24), 2332-2343.

- Bhola, V., Desikan, R., Santosh, S., Subburamu, K., Sanniyasi, E., & Bux, F. (2011). Effects of parameters affecting biomass yield and thermal behaviour of *Chlorella vulgaris*, J. Biosci. Bioeng, 111, 377–382.
- Blum, A. (2017). Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production. In Plant Cell and Environment, 40, Issue 1, 4-10.
- Bonilla, M. (2020). 7 propiedades de la coliflor que harán que la quieras en tu dieta. El Español. Recuperado en: https://www.elespanol.com/cocinillas/recetas/saludables/20170417/razones-coliflor-debe-dieta/1000836966296_30.html (consultado el 06 de marzo de 2021)
- Bordones, A., De Gracia, N., Díaz, D., Rodríguez, R., & Chen, A. (2018). Comparación de la efectividad en la protección de cultivos de tomates con insecticidas orgánicos a base de: ajo (*allium sativum*) y Nim (*azadirachta indica*). Revista de Iniciación Científica, 4, 39–42.
- Brito, H., Copete, F., Dávalos, J., Garcés, K., Ortega, O., & Valdez, S. (2018). Elaboración De Bioinsecticida a Base De Ajo, Ají y Alcohol Etilico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ciencia, Tecnología e Innovación. 1 pp.
- Bux Baloch, A., Xia, X., & Ahmed Sheikh, S. (2015). Proximate and Mineral Compositions of Dried Cauliflower (*Brassica Oleracea L.*) Grown In Sindh, Pakistan. Journal of Food and Nutrition Research, 3(3), 213–219.
- Calvo P, Nelson L, Kloepper JW. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and soil;383(1-2):3-41.
- Cajamar. (2017). Aspectos clave para diseñar un programa de producción en coliflor. Líderes en el Negocio Agroalimentario. Recuperado en: <https://www.cajamar.es/storage/documents/022-coliflor-1501591680-d4f62.pdf> (Consultado el 12 de octubre de 2020)
- Cajamar. (2020). Dosis de riego en coliflor: El Huerto. Centro de Experiencias de Paiporta. Recuperado en: <https://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/boletin-huerto-179-1478610785.pdf> (consultado el 12 de febrero de 2021)
- Carbajal A. (2013) Grasas y Lípidos (pp. 1-9). En: Manual de Nutrición y Dietética. Universidad Complutense de Madrid. 367 pp.
- Cargua, J., Orellana, G., Cuenca, A., & Cedeño, G. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris L.*). Espamciencia, 14-22.
- Carvajal-Muñoz, J., & Carmona-García, C. (2012). Benefits and limitations of biofertilization in agricultural practices. Livestock Research for Rural Development, 24(3). Recuperado en: <http://www.lrrd.org/lrrd24/3/carv24043.htm> (consultado el 12 de marzo de 2020)

- Chakraborty, S. (2019). 7 Health Benefits of cauliflower leaves. Do you know cauliflower leaves are nutritionally superior than cauliflower?. Well Ness Munch. Recueprado en: <https://wellnessmunch.com/7-surprising-health-benefits-of-cauliflower-leaves/> (consultado el 05 de marzo de 2021)
- Correndo, A., & García, F. (2016). Métodos de Diagnóstico Nutricional en Cultivos Extensivos en Argentina. XXIV Congreso Aapresid “Resiliar”. IPNI Latinoamérica Cono Sur. 1-17.
- Cotrina, F. (2002). Cultivo de la coliflor. Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura y Pesca Madrid: Publicaciones de Extensiones Agrarias. 28 pp. Recuperado en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_21.pdf (consultado el 27 de enero de 2020)
- Domínguez Gento, A. (2016). Etnobotánica aplicada: extractos naturales utilizados en agricultura ecológica. Recuperado en: http://www.alcoi.org/export/sites/default/es/areas/medi_ambient/cimal/descargas/ETNOBOTANICA-APLICADA.pdf (consultado el 15 de marzo de 2021)
- Elarroussia H, E. N. (2016). Polisacáridos de microalgas un bioestimulante prometedor para el crecimiento de las plantas. *J Algal Biomass Util* (7), 55-63.
- Edel P. (2019). Si el norte fuera el sur, ¿qué se sabría sobre la hernia de la colza?. *Revista de Biología Tropical*. Laval University. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/331983961_Si_el_norte_fuera_el_sur_que_se_sabria_sobre_la_hernia_de_la_colza (Consultado el 12 de enero de 2021)
- Escobar, P., Etcheverría, P., I. T., Vial, M., Daza, J. (2020). Concepto de materia seca y su uso: guía práctica. Fundación para la Innovación Agraria. INIA. 1-3.
- Eurofert. (2020). Fertilizantes Foliare. Nitrofolka BASFOLIAR®. Compo Expert y Helena Chemical. Recuperado en: <https://eurofert.com.ec/wp-content/uploads/2020/04/HT-Basfoliar-10-4-7-comprimido-1.pdf> (consultado el 28 de febrero de 2021)
- FAO. (2015). World fertilizer trends and outlook to 2018. Recueprado en: <http://www.fao.org/3/a-i4324e.pdf> (consultado el 27 de enero de 2020)
- FAO. (2018). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAOSTAT. Recuperado en: <http://www.fao.org/faostat/es/#home> (consultado el 30 de enero de 2020)
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. (2015). Fertilización Foliar: Principios Científicos y Prácticas de Campo. Asociación Internacional de La Industria de Fertilizantes. 1° edición. Paris: IFA. 156 pp.
- FITOGAR. (2018). Las condiciones ambientales en aplicaciones foliarias. La Nueva Agricultura. Recueprado en: <http://www.fitogar.com/las-condiciones-ambientales-en-aplicaciones-foliarias/> (consultado el 13 de febrero del 2021)

- Galantini, J., Minoldo, G., & Cacchiarelli, J. (2004). Trigo: Fertilización con nitrógeno y azufre en el sur y sudoeste bonaerense. 29, 2004–2006.
- García, J., Pavía, M., García, T., Chirivella, J., & Serrano, Á. (2017). Principios de Biotecnología y Bioingeniería en el cultivo de microalgas: importancia, problemas tecnológicos, tipos y sistemas de cultivos, crecimiento, factores limitantes, selección, aislamiento, escalado y caracterización bioquímica. Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación, 115-129.
- García, Y., Soto, G., Tafu, V., Simbaña, A., Tello, E., & Brito, J. (2016). Efecto de un fertilizante orgánico microalgal en la germinación y crecimiento de plántulas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Rev. Unell. Cienc. Tec.34: 33-39.
- García, F. (2010). Familia Brassicaceae. Universidad Politécnica de Valencia -España. 35 pp.
- Gómez, C. (2012). Manual para el cultivo de hortalizas. Las Arvenses en la Horticultura. Bogotá: Produmedios.
- Gonzalo, S., Paul, M., G, T. E., Juan, B. B., & Prometeo-senescyt, I. P. (2020). Fertilizante Orgánico a Partir De Microalgas Protocol Proposal for Obtaining Organic Fertilizer. Revista Científica A.S.A, 92–109.
- Gosálbez, C. (2012). El cultivo de la coliflor. Planeta Huerto. Recuperado en: https://www.planetahuerto.es/revista/el-cultivo-de-la-coliflor_00161 (Consultado el 18 de enero de 2020)
- Guamán, M., & González, N. (2016). Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador. Corporación para la Investigación Energética. Laboratorio de Biotecnología Energética. Quito, Ecuador. 143 pp. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de https://www.academia.edu/39724165/CAT%C3%81LOGO_DE_MICROALGAS_Y_CIANOBACTERIAS_DE_AGUA_DULCE_DEL_ECUADOR
- Hamed, I. (2016). The evolution and versatility of microalgal biotechnology: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 15(6), 104-1123.
- Hessayon, D. (2006). Hortalizas de cosecha propia (44-45). En: Manual de horticultura. Barcelona, España: Blume. 146 pp.
- Hussain, S., Saleem, M., Arshad, M., Kha, A., & Siddique, T. (2009). Advances in Agronomy. Impact of pesticides on soil microbial diversity, enzymes, and biochemical reactions. Chapter 5 (Vol. 102). Elsevier. 159-200.
- Hurtado, Dra. M. C., Mata, Dra. M. a de C. S., & Isasa, Dra. M. a E. T. (2003). Frutas y verduras, fuentes de salud: Nutrición y Salud. Madrid. 84 pp.
- IDAE. (2007). Ahorro, Eficiencia Energética y Fertilización Nitrogenada. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid: IDEA. 44 pp.

- INEN. (2003). Hortalizas frescas. Coliflor. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana. Norma Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1° edición. Quito. 1- 9.
- Intagri. 2016. El Índice de Área Foliar (IAF) y su Relación con el Rendimiento del Cultivo de Maíz. Intagri. Gto. México. 3 p.
- Ismail, B. P. (2017). Ash Content Determination. In: Food Analysis Laboratory Manual. Food Science Text Series. Springer, Cham. 117-119.
- Ismail, E., Walid, W., Salah, K., & Fradia, E. (2014). Effect of manure and biofertilizers on growth, yield, silymarin content, and protein expression profile of *Silybum marianum*. *Advance in Agriculture and Biology*, 2(1), 36-44.
- Izaguirre, E. G. (2014). Manual para la elaboración de insecticidas botánicos y repelentes naturales. Programa de conversión Social. INDESOL. Cedees A.C. 1° edición. 8 pp.
- Jaramillo, J., & Díaz, C. (2006). El Cultivo de las Crucíferas. Antioquia: Litomadrid - Cra. 50 N°. 56 -38.
- Kholssi, R., AN Marks, E., Miñón, J., Montero, O., Debdoubi, A., & Rad, C. (2019). Efecto biofertilizante de las suspensiones de *Chlorella sorokiniana* sobre el crecimiento del trigo. *Journal of Plant Growth Reglamenteo*, 38, 644-649.
- La Bella, E., Baglieri, A., Rovetto, E. I., Stevanato, P., & Puglisi, I. (2021). Foliar Spray Application of *Chlorella vulgaris* Extract: Effect on the Growth of Lettuce Seedlings. *Agronomy*, 11(2), 308.
- León, A., León, R., Díaz, E., Vígara, J., & Raposo, S. (2019). 'Using agro-industrial wastes for mixotrophic growth and lipids production by the green microalga *Chlorella sorokiniana*'. *New Biotechnology*. Recuperado en: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Duplican-la-velocidad-de-crecimiento-de-microalgas-con-residuos-del-vino> (Consultado el 18 de enero de 2020)
- Lozano, L., Tálamo, A., & Artinian, A. L. (2019). Efecto de la distancia de plantación sobre la calidad de la pella y el rendimiento en dos híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica* Plenck) en el Valle de Lerma (Salta). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 118(2): 92-109.
- López, G., Lira, S., Méndez, B. (2016). Medición de Intercambio Gaseoso, Área Foliar e Índice de Clorofila en Plantas Elicitadas con Nanopartículas. *Agronano Tecnología*, 112–128.
- Masabni, J. (2016). Fertilización. *Jardinería fácil*. Texas A&M AgriLife Extension Service. Recuperado en: <https://cdn-ext.agnet.tamu.edu/wp-content/uploads/2017/02/Fertilización.pdf> (consultado el 15 de febrero de 2021)
- Masojídek, J., & Torzillo, G. (2014). Mass Cultivation of Freshwater Microalgae. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier. 1-12.

- Mediavilla, M. (2019). Biopreparados Para El Manejo De Plagas Y Enfermedades. Ministerio de Producción y Trabajo Presidencia de La Nación. EEA INTA Bordenave. 7 pp.
- Mishra, M. (2019). An intervention study on utilization of cauliflower leaf powder (CLP) on the nutritional status of selected rural school children of Kumarganj, Ayodhya, Uttar Pradesh, India. *Biomedical Research*, 30(6), 875–881.
- Mishra, P., & Dash, D. (2014). Rejuvenation of biofertilizer for sustainable agriculture and economic development. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*, 11(1), 41-61.
- Morocho, S. (2016). Prueba de la eficacia de dos fertilizantes inorgánicos foliares en el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea* L. var. *Tokita*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Riobamba, Ecuador. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. 82 pp.
- Mosquera, H. (2017). Informe claves taxonómicas. Universidad del Tolima. Ibagué. 16 pp.
Recuperado en:
https://www.academia.edu/33688029/INFORME_CLAVES_TAXONOMICAS
(Consultado el 28 de enero de 2020)
- Municipio de Loja. (2010). Parroquias Urbanas. Obtenido en:
<http://www.loja.gob.ec/contenido/parroquias> (Consultado el 12 de octubre de 2020)
- Olivera, D. (2015). Empleo de microorganismos nativos multipropósitos (MNM) en el comportamiento agro- productivo de cultivos hortícolas. *Agrotécnia de Cuba*, 39(7), 34-42.
- OMS. (2017). Las consecuencias de la contaminación ambiental. Organización Mundial de la Salud. Recuperado en: <https://www.who.int/es/news/item/06-03-2017-the-cost-of-a-polluted-environment-1-7-million-child-deaths-a-year-says-who> (Consultado el 28 de enero de 2020).
- Oñate, E. (2014). “Respuesta agronómica del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *skywalker*) a la aplicación de biol enriquecido”. Tesis Ingeniero Agrónomo. Ambato, Ecuador: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica de Ambato. 83 pp.
- Pamkar, S., & Bormare, D. (2018). Studies on cauliflower leaves powder and its waste utilization in traditional product. *International Journal of Agricultural Engineering*, 11, 95–98.
- Peil, R., & Galvez, J. (2012). Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *Agrociência*, 11(1), 5-11.
- Pérez, M. (2004). Abonos estabilizados. Avance de resultados de ensayos en cultivo de maíz. Zaragoza: Centro de Técnicas Agrarias. Unidad Técnica de Cultivos Herbáceos. 1-8.
Recuperado en:
http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3705298
(Consultado el 15 de marzo de 2020)

- Pérez, P. (2009). Guía técnica para el cultivo de coliflor. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. 1° edición. Habana: ACTAF. 22 pp.
- Pérez, C. (2018). Coliflor: beneficios nutritivos y todas sus propiedades. *Naturisan: Revista de salud y bienestar*. Recuperado en: <https://www.naturisan.net/beneficios-y-propiedades-de-la-coliflor/> (Consultado el 15 de marzo de 2020)
- Qiu, R., Gao, S., Lopez, P., & Ogden, K. (2017). Effects of pH on cell growth, lipid production and CO₂ addition of microalgae *Chlorella sorokiniana*. *Algal Res*, 28, 192–199.
- Ramos, C., & Pomares, F. (2018). Fertilización y necesidades de nutrientes de los cultivos hortícolas. *Portal Fricola*. Recuperado en: <https://www.portalfriticola.com/noticias/2018/01/29/fertilizacion-y-necesidades-de-nutrientes-de-los-cultivos-horticolos/> (Consultado el 15 de noviembre de 2020)
- Rincón, L., Pellicer, C., Sáez, J., Abadía, A., Pérez, A., & Marín, C. (2001). Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, 16(1), 119–130.
- Rivas, C., Navarro, N., Huovinen, P., & Gómez, I. (2016). Photosynthetic UV stress tolerance of the Antarctic snow alga *Chlorella* sp. modified by enhanced temperature? *Revista Chilena de Historia Natural*. 89, 1-7.
- Rivera, A., Moronta, M., González-Estopiñán, M., González, D., Perdomo, D., García, D. E., & Hernández, G. (2010). Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Tropical*, 28(1), 33–41.
- Rodríguez, E., McLaughlin, N., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: Una Realidad Oculta. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (Leadell Pennock. ed). Universidad de Saskatchewan. 92 pp.
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E. and Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 9(4), 192.
- Safi, D., Merah, O., Zabib, B., & Pontalier, P. (2014). Morfología, composición, producción, procesamiento y aplicaciones de *Chlorella vulgaris*: una revisión. renovable y sostenible. *Revisiones de energía*, 265-278.
- Sahu, P., & Brahma Prakash, G. (2016). Formulations of biofertilizers—Approaches and advances. (D. Singh, H. Singh, & R. Prabna, Edits.) *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity*, 179-198.
- Santos, M., Yolanda, G., & Sastre, C. (2014). Uso y aplicaciones potenciales de las microalgas. 28 pp. Recuperado en: <https://www.iit.comillas.edu/docs/IIT-14-027A.pdf> (consultado el 14 de febrero de 2020)

- Sharma, R., & Prasad, R. (2018). Nutritional Evaluation of Dehydrated Stems Powder of Cauliflower Incorporated in Mathri and Sev. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 08(01), 65.
- Silva, L. D., Bahcevandziev, K., & Pereira, L. (2019). Production of bio-fertilizer from *Ascophyllum nodosum* and *Sargassum muticum* (*Phaeophyceae*). *Journal of Oceanology and Limnology*, 37(3), 918–927.
- Suquilanda, M. (2003). *Producción Orgánica de Coliflor*. 1° edición. Ecuador: Ecuacesores. 15 pp.
- Tello, C. (2014). Principios o ingredientes activos de efectos biocidas (pp. 34-49). En: D. Aguirre (Ed.) *Las plantas Alelopáticas*. 1° Edición. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. 139 pp.
- Trevor, V., & Cantwell, M. (2007). *Recommendations for Maintaining Postharvest Quality: Cauliflower*. Department of Plant Sciences, University of California, Davis: Recuperado en: http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_Spanish/?uid=14&ds=803 (Consultado el 29 de enero de 2020)
- UNNE. (2009). Eudicotiledóneas esenciales: Familia brassicaceae. Recuperado en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/diversidadv/documentos/ANGIOSPERMAS/Rosideas/Eurosides%20II/1-Brassicales/1-Brassicaceae.pdf> (Consultado el 26 de enero de 2020)
- Uysal, O., Uysal, F. O., & Ekinçi, K. (2015). Evaluation of Microalgae as Microbial Fertilizer. *European Journal of Sustainable Development*, 4(2). 77-82.
- Wehr, J. (2007). *Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology* by Barsanti, L. & Gualtieri, P., *J. Phycol*, 43, 412–414.
- Xiu, P. (2018). Efectos de bioles en brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona hortícola de Cartago, Costa Rica. Tesis de Posgrado para *Magister Scientiae* en Agroforestería y Agricultura Sostenible. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 85 pp.
- Zamora, E. (2016). El cultivo de la coliflor. Serie guías-producción de hortalizas. Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora-Hermosillo. *Campo Agrícola*: 1-9. Recuperado en: <https://dagus.unison.mx/Zamora/COLIFLOR-DAG-HORT-013.pdf> (consultado el 16 de febrero de 2021)
- Zapata, O. (2008). Módulo de Horticultura. Guaranda, Ecuador: Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y el Ambiente, Universidad Estatal de Bolívar. 30-31.
- Zermeño, A., López, B., Melendres, A., Ramírez, H., Cárdenas, J., & Munguía, J. (2018). Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 2437-2446.

9. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración del semillero de coliflor



Anexo 2. Análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

	<p>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS Panamericana Sur Km. 1. SN Cutugagua. Tls. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec</p>	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 20-209

NOMBRE DEL CLIENTE: Campoverde Torres Paul Andrés
PETICIONARIO: Campoverde Torres Paul Andrés
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Campoverde Torres Paul Andrés
DIRECCIÓN: Av. Bustamante Celi y Francisco Lecaro

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 23/09/2020
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 11:50
FECHA DE ANÁLISIS: 28/09/2020
FECHA DE EMISIÓN: 02/10/2020
ANÁLISIS SOLICITADO: SUELO 4 + CIC + CE.

Análisis	PH		N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	E Bases	MO	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN												
			ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural														
20-1698	7,40	P-N	25	B	22	A	5,5	B	0,84	B	0,54	A	9,19	A	2,30	A	2,8	B	3,3	M	37	M	4,5	B	3,99	4,27	21,28	12,03	1,2	M	56	25	19	FRANCO ARENOSO	Andrés Campoverde

Análisis	Al+H ⁺	Al ³⁺	Na ⁺	C.E.	N. Total	N-NO ₃ ⁻
Unidad	meq/100g		dS/m	%	ppm	ppm
20-1698				1,07	NS	

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA UNIDA		
PH =	Índice Agua (1-1)	P Ca Mg = Cloro Modificado
LB =	Fórmula de Casco	Cu Fe Mn Zn = Cloro Modificado
		B = Cianomet

INTERPRETACIÓN			
pH		Elemento	
Ac =	Acido	N =	Neutro
B =	Bajo		
LAC =	Liger Acido	LAI =	Liger Alcalino
M =	Medio		
PH =	Prac. Neutro	Al =	Alcalino
A =	Alto		
RC =	Requieren Cal	T =	Tóxico (Boro)

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

METODOLOGIA UNIDA	
C.E. =	Punto Saturado
M.O. =	Dicromato de Potasio
BH =	Titración NaOH

INTERPRETACIÓN			
Al/Al y Na	C.E.	NO y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino
S =	Salino		
M =	Medio	LS =	Lig Salino
MS =	May Salino		
T =	Tóxico		



LABORATORISTA

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

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 ha 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.

* Opiniones de interpretación, etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.



RESPONSABLE DE LABORATORIO

	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: 20-209

NOMBRE DEL CLIENTE:	Campoverde Torres Paul Andrés	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	23/09/2020
PETICIONARIO:	Campoverde Torres Paul Andrés	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	11:50
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Campoverde Torres Paul Andrés	FECHA DE ANÁLISIS:	28/09/2020
DIRECCIÓN:	Av. Bustamante Celi y Francisco Lecaro	FECHA DE EMISIÓN:	02/10/2020
		ANÁLISIS SOLICITADO:	CE.

N° muestra	K	Ca	Na	Mg	Suma de bases	Saturación de bases	CIC	Identificación de la muestra
	meq/100 g suelo	(%)	meq/100 g suelo					
20-1698	0,56	9,19	2,26	0,24	12,25	88,3	13,88	Andres Campoverde

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.

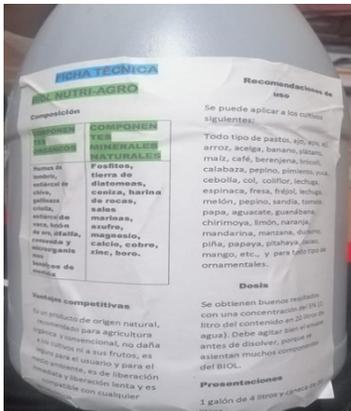
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

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 3. Transplante de coliflores al terreno definitivo



Anexo 4. Tratamientos aplicados en el cultivo



Anexo 5. Dosis del tratamiento de biofertilizante a base de *Chlorella* spp.



Anexo 6. Labores culturales (Deshierbe y aporcado)



Anexo 7. Blanqueado de la pella



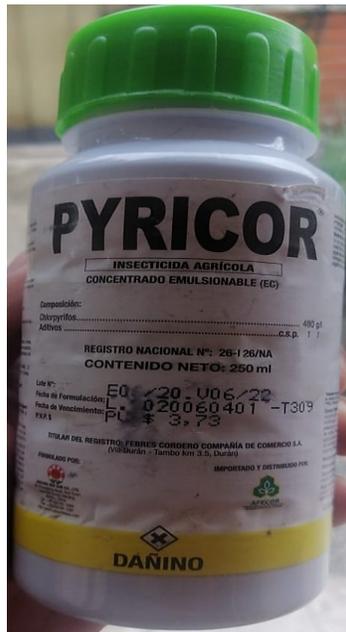
Anexo 8. Identificación de plagas



Anexo 9. Repelentes orgánicos a base de ajo más ají y purín de ortiga.



Anexo 10. Insecticida agrícola Pyricor



Anexo 11. Medición de la altura y número de hojas de las plantas de coliflor



Anexo 12. Medición del diámetro ecuatorial de las pellas



Anexo 13. Peso de pellas en balanza comercial en libras



Anexo 14. Recolección de muestras para el análisis bromatológico



Anexo 15. Identificación de las muestras para el análisis





Anexo 16. Registro de medición de altura de las plantas 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
18/10/2020	1	1	13	13,5	13,5	13	14	13	12,5	12,5	12	14	13,1	13,2
18/10/2020	1	2	13	12	13	14	13,5	12	13	13	13	13	13,0	
18/10/2020	1	3	14,5	14	13	13	14	13	14	13,5	14	14	13,7	
18/10/2020	1	4	13,5	13	13	13	13,5	12	13	12,5	13,5	13,5	13,1	
18/10/2020	2	1	13	14	13	13,5	13,5	13,5	13	13	13	13	13,3	13,3
18/10/2020	2	2	13,5	13,5	13	13	12,5	12,5	13	13	13	13,5	13,1	
18/10/2020	2	3	13,5	13	14,5	13	13,5	13,5	13	12,5	13,5	14	13,4	
18/10/2020	2	4	13,5	13,5	13,5	13	13,5	14,5	14	13,5	14,5	13	13,7	
18/10/2020	3	1	14	14	12,5	13,5	13,5	12,5	13	14	14	14	13,5	13,3
18/10/2020	3	2	13,5	13,5	13,5	13,5	13	13,5	13,5	13	14	13	13,4	
18/10/2020	3	3	14	13,5	13	13	13,5	14	13,5	13	13	13,5	13,4	
18/10/2020	3	4	12,5	13,5	13	12,5	13,5	13	12,5	14	13	13	13,1	
18/10/2020	4	1	13,5	13,5	13,5	13,5	14	13,5	14	13,5	13	12,5	13,5	13,4
18/10/2020	4	2	13	12,5	13,5	14,5	14	13,5	13,5	13	13,5	12,5	13,4	
18/10/2020	4	3	13,5	13,5	14	13,5	13	14,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,6	
18/10/2020	4	4	12,5	13	13,5	13	12,5	12,5	14	14	13	13	13,1	
18/10/2020	5	1	13	13	13	11,5	13	13,5	13	14	13	14,5	13,2	13,4
18/10/2020	5	2	13	13,5	13,5	13,5	14	14	14	14,5	14,5	13,5	13,8	
18/10/2020	5	3	13,5	13,5	13,5	13	13,5	13	13,5	13	12	13	13,2	
18/10/2020	5	4	14	15	13,5	13,5	14	13	13	13	12,5	13,5	13,5	
26/10/2020	1	1	16	16,5	16,5	16	17	16	15,5	15,5	15	17	16,1	16,2
26/10/2020	1	2	16	15	16	17	16,5	15	16	16	16	16	16,0	
26/10/2020	1	3	17,5	17	16	16	17	16	17	16,5	17	17	16,7	
26/10/2020	1	4	16,5	16	16	16	16,5	15	16	15,5	16,5	16,5	16,1	
26/10/2020	2	1	16	17	16	16,5	16,5	16,5	16	16	16	16	16,3	16,3
26/10/2020	2	2	16,5	16,5	16	16	15,5	15,5	16	16	16	16,5	16,1	
26/10/2020	2	3	16,5	16	17,5	16	16,5	16,5	16	15,5	16,5	17	16,4	

26/10/2020	2	4	16,5	16,5	16,5	16	16,5	17,5	17	16,5	17,5	16	16,7	
26/10/2020	3	1	17	17	15,5	16,5	16,5	15,5	16	17	17	17	16,5	16,3
26/10/2020	3	2	16,5	16,5	16,5	16,5	16	16,5	16,5	16	17	16	16,4	
26/10/2020	3	3	17	16,5	16	16	16,5	17	16,5	16	16	16,5	16,4	
26/10/2020	3	4	15,5	16,5	16	15,5	16,5	16	15,5	17	16	16	16,1	
26/10/2020	4	1	16,5	16,5	16,5	16,5	17	16,5	17	16,5	16	15,5	16,5	16,4
26/10/2020	4	2	16	15,5	16,5	17,5	17	16,5	16,5	16	16,5	15,5	16,4	
26/10/2020	4	3	16,5	16,5	17	16,5	16	17,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,6	
26/10/2020	4	4	15,5	16	16,5	16	15,5	15,5	17	17	16	16	16,1	
26/10/2020	5	1	16	16	16	14,5	16	16,5	16	17	16	17,5	16,2	16,4
26/10/2020	5	2	16	16,5	16,5	16,5	17	17	17	17,5	17,5	16,5	16,8	
26/10/2020	5	3	16,5	16,5	16,5	16	16,5	16	16,5	16	15	16	16,2	
26/10/2020	5	4	17	18	16,5	16,5	17	16	16	16	15,5	16,5	16,5	
03/11/2020	1	1	17	18	21,5	21,5	21	12,5	20,5	15	15,5	20	18,3	19,1
03/11/2020	1	2	17	17	21	22,5	20	17	16,5	19	19,5	17,5	18,7	
03/11/2020	1	3	20,5	21	21	21	20	19	22,5	20	22	24,5	21,2	
03/11/2020	1	4	18	17	18,5	19,5	21,5	15,5	21	17	19,5	15	18,3	
03/11/2020	2	1	23	23	20	21	19	25,5	23	22	20	20,5	21,7	20,1
03/11/2020	2	2	20	20	20	20,5	19	19,5	20	15,5	18	21,5	19,4	
03/11/2020	2	3	18	20	20	19	22	23	18,5	20	15,5	20	19,6	
03/11/2020	2	4	20	16,5	19	19	23	23	19,5	18,5	20,5	17,5	19,7	
03/11/2020	3	1	18	18,5	16	19	17,5	19	18	20	20,5	23	19,0	20,1
03/11/2020	3	2	18	16	19,5	21,5	18,5	20	18	19,5	19	19	18,9	
03/11/2020	3	3	24,5	20	18	20	18,5	24	23,5	20	21	23,5	21,3	
03/11/2020	3	4	21	20	19,5	21	22,5	23	22,5	22,5	21	19	21,2	
03/11/2020	4	1	20	19,5	18,5	20	21	20	21	21	20	22	20,3	21,4
03/11/2020	4	2	21	22	25	23,5	24,5	24,5	21,5	20,5	23,5	24,5	23,1	
03/11/2020	4	3	20	22,5	22,5	25,5	20,5	26,5	20	20	21	22	22,1	
03/11/2020	4	4	19,5	18	23	20	20	19,5	21,5	20,5	20,5	20,5	20,3	
03/11/2020	5	1	18	20	18	18	20	19	20	18	18	20	18,9	20,4

03/11/2020	5	2	20	21	20	20	20	21	20,5	20,5	20	19,5	20,3	
03/11/2020	5	3	20	22	24	21	22,5	20	23	21	20,5	20	21,4	
03/11/2020	5	4	21,5	22	20,5	20,5	23	21	20	21	19	21,5	21,0	
11/11/2020	1	1	25	26,5	27	27,5	25,5	17	25	20,5	18	24	23,6	23,2
11/11/2020	1	2	20	20,5		25	23,5	22		23	23	20,5	22,2	
11/11/2020	1	3	25	25	25	24	25	24	26,5	23	24,5	26,5	24,9	
11/11/2020	1	4	22	22	21,5	23,5	25	20	25	22	23,5	19	22,4	
11/11/2020	2	1	28	26,5	25	25,5	25	30	28	28,5	25	26	26,8	24,8
11/11/2020	2	2	25,5	26	25	24	24	25	25,5	20	23,5	27	24,6	
11/11/2020	2	3	21	23	23,5	25	26,5	28	23,5	25	20,5	23	23,9	
11/11/2020	2	4	24	20,5		23	27,5	28	26	22		21	24,0	
11/11/2020	3	1	22	22,5	20	23	21	23	23	25	25	29	23,4	25,4
11/11/2020	3	2	22	20	24,5	28	24	26,5	24	25	25	25,5	24,5	
11/11/2020	3	3	27,5	24,5	24	25	24,5	29	29	25	26,5	29	26,4	
11/11/2020	3	4	26,5	27,5	27	28	28	31	28	29	26,5	24	27,6	
11/11/2020	4	1	25	23,5	24	23		24	26	25	24,5	26	24,6	26,9
11/11/2020	4	2	26	27	30	28	29,5	30,5	26	25	29	29,5	28,1	
11/11/2020	4	3	28,5	28	29	31,5	29	34	28	27,5	28,5	31,5	29,6	
11/11/2020	4	4	25	26	28	25	25,5	24	26	25,5	25	25,5	25,6	
11/11/2020	5	1	23	24	23,5	22	24		25	21,5	22	25	23,3	25,2
11/11/2020	5	2	24,5	25	25	24,5	23,5	25	26	25	23,5	26	24,8	
11/11/2020	5	3	25,5	26	28	26	26,5		27	25,5	25	26	26,2	
11/11/2020	5	4	26	29	25	26	27,5	26			25	27	26,4	
19/11/2020	1	1	28,5	30,5	31	31,5	28,5	22,5	31,5	24,5	21,5	28,5	27,9	28,3
19/11/2020	1	2	24	29,5		28,5	28,5	27,5		28,5	29	27	27,8	
19/11/2020	1	3	30,5	30,5	28,5	30,5	31,5	28,5	33	28,5	30,5	32	30,4	
19/11/2020	1	4	28	28,5	27,5	25,5	27	26,5	30,5	26,5	26,5	25,5	27,2	
19/11/2020	2	1	32,5	31,5	28,5	30,5	30,5	34,5	32	32,5	30,5	32,5	31,6	29,8
19/11/2020	2	2	30	31	32	28,5	27,5	29	31	27	27,5	32	29,5	
19/11/2020	2	3	27,5	28	29	28,5	31,5	34,0	27,5	29,0	27,5	27,0	28,9	

19/11/2020	2	4	27,5	28,5		27	32,5	32	30,5	28		27,5	29,1	
19/11/2020	3	1	25,5	26,5	23,5	27,5	26	26,5	26,5	28	28,5	32	27,1	30,1
19/11/2020	3	2	25,5	27,5	29,0	30,5	27,5	34	27,5	30,0	31	29	29,1	
19/11/2020	3	3	32	29	29,5	30,5	32	34,0	34,5	29,5	31,0	33,5	31,5	
19/11/2020	3	4	32	31,5	32	33	34,5	34,5	33	35,5	32,5	29	32,7	
19/11/2020	4	1	30	29	29,5	29,5		27,5	31,5	30,5	30	31,5	29,9	32,4
19/11/2020	4	2	30	33	34,5	37	34,5	36	31,5	29,5	35,0	35	33,4	
19/11/2020	4	3	34,5	34	34,5	39	35	38	35	32,5	35,5	37	35,4	
19/11/2020	4	4	31	35,5	32	30	29,5	29,8	31,5	31	31,0	31	31,2	
19/11/2020	5	1	28	28,5	28	26,5	28,5		29,5	27,5	28	30	28,3	30,2
19/11/2020	5	2	29,5	30,0	31	30,0	27,5	30,5	32	30	29	31,0	30,0	
19/11/2020	5	3	30,5	32	33	32	31		32,0	31	31	31,5	31,3	
19/11/2020	5	4	31,5	34,0	31	30,5	31,5	30,5			30,5	31,8	31,3	
27/11/2020	1	1	32,5	34	36,5	36	33,5	29	38	28,5	26,5	34,5	32,9	32,9
27/11/2020	1	2	29,5	32,5		36,5	34,5	34,5		31	33,5	31	32,9	
27/11/2020	1	3	33,5	34,5	32	37	36,5	33,5	39	34,5	34,5	36,5	35,2	
27/11/2020	1	4	31	32	30,5	28,5	30	30,5	35,5	30	29,5	28,5	30,6	
27/11/2020	2	1	35,5	35,5	32	37,5	35,5	40,5	39	38	38,5	40	37,2	34,7
27/11/2020	2	2	34	36	38	32,5	31,5	33,5	36,5	31	31,5	36,5	34,1	
27/11/2020	2	3	31,5	33	33,5	32,5	36,5	41	31,5	34	31,5	32	33,7	
27/11/2020	2	4	32,5	33		31,5	37,5	36,5	35,5	31,5		31	33,6	
27/11/2020	3	1	32,5	30,5	28	32,5	30,5	30,5	32,5	35,5	35,5	39,5	32,8	35,2
27/11/2020	3	2	29,5	31,5	34	34,5	35,5	38	31,5	34,5	36	33	33,8	
27/11/2020	3	3	37	34	34,5	36,5	36,5	39	40,5	33,5	35,5	38	36,5	
27/11/2020	3	4	36,5	35	37,5	36,5	39,5	38,5	38,5	42,5	39	33,5	37,7	
27/11/2020	4	2	35	35,5	36,5	35		34,5	36	35,5	35	36,5	35,5	38,2
27/11/2020	4	2	35,5	37,5	40,5	37,5	38,5	40,5	36	35,5	39,5	39,5	38,1	
27/11/2020	4	3	41,5	38	39,5	45,5	43	43,5	40,5	41,5	44,5	44,5	42,2	
27/11/2020	4	4	36,5	39,5	37,5	36,5	36,5	35,5	37	37,5	37	36,5	37,0	
27/11/2020	5	1	33,5	34	33,5	32	33,5		33,5	31,5	32,5	35	33,2	35,4

27/11/2020	5	2	34,5	35,5	36	35	33,5	35,5	37,5	34,5	34,5	36	35,3			
27/11/2020	5	3	36,5	36	37,5	37	36,5		37	37	36	37	36,7			
27/11/2020	5	4	36,5	38	36	35	37	35,5			35,5	38	36,4			
05/12/2020	1	1	37,5	38	44,5	42	39,5	36,5	44	34,5	32,5	39,5	38,9	38,2		
05/12/2020	1	2	34	37		43	40,5	41,5		38,5	38,5	35,5	38,6		38,2	
05/12/2020	1	3	37,5	39,5	36	43,5	41	38,5	45	40,5	39,5	41	40,2			38,2
05/12/2020	1	4	36	35,5	35	32,5	34	35,5	40,5	35,5	34,5	32	35,1			
05/12/2020	2	1	39,5	39,5	36,5	44,5	41,5	46	45,5	44,5	45	45,5	42,8	39,5		
05/12/2020	2	2	38	41	44	36,5	36	38	42	34,5	36,5	41,5	38,8		39,5	
05/12/2020	2	3	36,5	37,5	38	36,5	41,5	47,5	36	39	35,5	36	38,4			39,5
05/12/2020	2	4	36	37		36	42	41	40,5	36,5		35,5	38,1			
05/12/2020	3	1	38,5	36	32,5	38,5	37,5	36,5	39	42	41,5	46,5	38,9	40,8		
05/12/2020	3	2	33,5	35,5	38,5	39,5	38,5	41,5	37,5	39,5	42	39	38,5		40,8	
05/12/2020	3	3	42,5	40,5	39,5	43,5	44	44,5	46,5	40,5	41,5	43,5	42,7			40,8
05/12/2020	3	4	42,5	40	43,5	42,5	46	42,5	45,5	47,5	44,5	39	43,4			
05/12/2020	4	1	39,5	40	41	39,5		39,5	41,5	40	39	40,5	40,1	43,6		
05/12/2020	4	2	40,5	44,5	47,5	45,5	42,5	47,5	41,5	40	46	44,5	44,0		43,6	
05/12/2020	4	3	48,5	45	44,5	53,5	47	49	47,5	49,5	50	50	48,5			43,6
05/12/2020	4	4	41,5	45	42,5	41,5	42,5	40,5	41	41,5	41,5	41	41,9			
05/12/2020	5	1	37,5	36,5	36,5	37,5	37,5		40	37	38,5	40,5	37,9	40,2		
05/12/2020	5	2	39,5	38,5	40,5	40	40	40,5	42,5	39,5	40	40,5	40,2		40,2	
05/12/2020	5	3	42	41	41	41,5	42,5		42,5	43	39,5	42,5	41,7			40,2
05/12/2020	5	4	42,5	40	39	39,5	43	40,5			39	44,5	41,0			
13/12/2020	1	1	42,5	42,5	50,5	46	44	42,5	48,5	42,5	38,5	47,5	44,5	44,5		
13/12/2020	1	2	38,5	42,5		49	46,5	47		46,5	45	43,5	44,8		44,5	
13/12/2020	1	3	46	47,5	45,5	51	49	47,5	54	48,5	49	49,5	48,8			44,5
13/12/2020	1	4	39,5	40,5	39,5	37,5	40,5	38,5	47,5	41,5	38	35,5	39,9			
13/12/2020	2	1	45	44,5	42,5	49	46,5	55,5	50,5	52,5	50	51,5	48,8	46,0		
13/12/2020	2	2	39,5	44,5	46,5	43	38,5	42,5	44,5	41,5	42,5	48	43,1		46,0	
13/12/2020	2	3	39,5	42,5	45,5	44,5	50,5	56	46,5	48	41	41,5	45,6			46,0

13/12/2020	2	4	45,5	41,5		45	51	50,5	49,5	46,5		44	46,7	
13/12/2020	3	1	43	40	40,5	45	43,5	42,5	45,5	49	49	54	45,2	48,0
13/12/2020	3	2	42,5	41,5	46,5	50	47,5	50,5	45	45,5	51	47,5	46,8	
13/12/2020	3	3	51,5	47	45,5	52	50,5	53,5	55,5	50	49	51,5	50,6	
13/12/2020	3	4	51,5	45,5	49	49,5	50,5	48,5	52,5	52,5	49	45,5	49,4	
13/12/2020	4	1	47	48	49	47		47	49	48	47,5	50	48,1	50,9
13/12/2020	4	2	49,5	52	55,5	52	49	55,5	51	49	56	51,5	52,1	
13/12/2020	4	3	53,5	50,5	50,5	60	54	55	54,5	55,5	56,5	56,5	54,7	
13/12/2020	4	4	48	50,5	47,5	48	50,5	48	48,5	49,5	48	48	48,7	
13/12/2020	5	1	42,5	42	42,5	44,5	44,5		46,5	43	45	47,5	44,2	46,6
13/12/2020	5	2	46,5	46,5	48	46,5	47,5	48,5	48,5	47	47	47,5	47,4	
13/12/2020	5	3	48,5	47,5	48,5	48,5	48,5		49,5	49,5	46,5	48,5	48,4	
13/12/2020	5	4	47,5	46,5	43,5	45,5	48	46			44,5	50,5	46,5	

Anexo 17. Registro de medición de número de hojas de las plantas cada 8 días

FECHA	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Plant a 1	Plant a 2	Plant a 3	Plant a 4	Plant a 5	Plant a 6	Plant a 7	Plant a 8	Plant a 9	Planta 10	PROMEDIO REPETICION	PROMEDIO TRATAMIENTO
18/10/2020	1	1	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3,7	3,6
18/10/2020	1	2	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3,7	
18/10/2020	1	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3,6	
18/10/2020	1	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3,3	
18/10/2020	2	1	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3,7	3,6
18/10/2020	2	2	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3,5	
18/10/2020	2	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3,7	
18/10/2020	2	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3,5	
18/10/2020	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3,8	3,6
18/10/2020	3	2	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3,7	
18/10/2020	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3,4	
18/10/2020	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3,6	
18/10/2020	4	1	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,1	3,7
18/10/2020	4	2	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	3,6	
18/10/2020	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3,4	
18/10/2020	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3,5	
18/10/2020	5	1	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3,8	3,7
18/10/2020	5	2	4	3	3	4	3	4	5	3	3	4	3,6	
18/10/2020	5	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3,6	
18/10/2020	5	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3,6	
26/10/2020	1	1	5	5	6	6	5	4	5	5	5	6	5,2	5,1
26/10/2020	1	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0	
26/10/2020	1	3	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4,9	
26/10/2020	1	4	5	5	5	5	5	4	5	5	6	6	5,1	
26/10/2020	2	1	4	5	6	4	6	6	6	6	5	6	5,4	5,2
26/10/2020	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5,1	

26/10/2020	2	3	5	5	5	6	4	6	6	6	5	5	5,3	
26/10/2020	2	4	5	5	5	4	5	5	4	5	6	5	4,9	
26/10/2020	3	1	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6	5,4	5,3
26/10/2020	3	2	5	5	6	5	6	6	4	6	5	5	5,3	
26/10/2020	3	3	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6	5,3	
26/10/2020	3	4	5	5	4	4	6	5	6	5	6	5	5,1	
26/10/2020	4	1	6	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5,3	5,3
26/10/2020	4	2	5	5	6	5	6	6	6	5	6	6	5,6	
26/10/2020	4	3	5	6	5	6	4	5	5	6	5	5	5,2	
26/10/2020	4	4	5	5	5	4	6	4	5	4	5	6	4,9	
26/10/2020	5	1	6	5	5	4	6	5	5	6	5	5	5,2	5,3
26/10/2020	5	2	5	5	5	6	5	6	6	4	5	6	5,3	
26/10/2020	5	3	5	5	5	6	5	6	6	5	5	5	5,3	
26/10/2020	5	4	4	5	5	6	5	5	5	6	6	5	5,2	
03/11/2020	1	1	7	7	8	8	7	5	7	7	6	7	6,9	6,8
03/11/2020	1	2	6	6	7	7	6	6	6	6	7	6	6,3	
03/11/2020	1	3	8	8	6	7	8	7	8	7	7	7	7,3	
03/11/2020	1	4	5	6	7	6	7	6	7	8	7	8	6,7	
03/11/2020	2	1	7	8	7	7	7	8	7	8	7	7	7,3	6,8
03/11/2020	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,0	
03/11/2020	2	3	7	7	7	6	7	7	6	8	6	7	6,8	
03/11/2020	2	4	6	7	7	7	7	7	8	7	7	6	6,9	
03/11/2020	3	1	7	7	7	7	6	6	6	7	6	7	6,6	6,9
03/11/2020	3	2	7	6	7	7	6	7	6	7	6	7	6,6	
03/11/2020	3	3	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	7,2	
03/11/2020	3	4	7	8	8	7	7	6	7	7	8	8	7,3	
03/11/2020	4	1	7	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6,8	7,1
03/11/2020	4	2	7	7	7	6	8	7	7	7	7	7	7,0	
03/11/2020	4	3	6	8	8	8	7	8	8	8	8	7	7,6	
03/11/2020	4	4	8	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7,0	

03/11/2020	5	1	6	6	6	6	6	6	7	7	5	5	6,0	6,8
03/11/2020	5	2	7	7	7	6	7	7	8	7	7	7	7,0	
03/11/2020	5	3	6	7	8	7	8	7	8	7	6	6	7,0	
03/11/2020	5	4	7	7	7	7	7	7	6	7	7	8	7,0	
11/11/2020	1	1	8	8	8	9	8	7	8	7	7	8	7,8	7,7
11/11/2020	1	2	7	7	9	7	8	8	7	7	8	8	7,6	
11/11/2020	1	3	8	8	7	8	8	8	8	7	9	8	7,9	
11/11/2020	1	4	7	8	7	7	6	7	7	8	8	8	7,3	
11/11/2020	2	1	8	9	7	8	8	9	8	9	8	8	8,2	7,9
11/11/2020	2	2	8	8	7	8	9	9	8	7	7	7	7,8	
11/11/2020	2	3	7	7	8	8	8	8	7	9	7	8	7,7	
11/11/2020	2	4	7	8	7	7	9	9	9	8	7	8	7,9	
11/11/2020	3	1	8	8	7	7	8	7	6	7	7	9	7,4	7,8
11/11/2020	3	2	8	7	8	8	9	7	7	8	7	8	7,7	
11/11/2020	3	3	7	8	7	9	8	8	8	8	9	9	8,1	
11/11/2020	3	4	8	8	8	7	8	7	8	8	8	9	7,9	
11/11/2020	4	1	9	7	8	8	8	7	8	8	7	7	7,7	8,1
11/11/2020	4	2	7	8	8	9	8	8	9	7	8	8	8,0	
11/11/2020	4	3	8	9	9	8	8	9	8	8	9	9	8,5	
11/11/2020	4	4	8	8	7	8	8	8	8	8	9	8	8,0	
11/11/2020	5	1	7	8	7	7	7	8	7	8	7	7	7,3	7,8
11/11/2020	5	2	9	8	8	7	8	9	9	9	8	8	8,3	
11/11/2020	5	3	8	8	8	8	9	8	9	8	7	7	8,0	
11/11/2020	5	4	8	7	6	7	9	8	7	8	8	8	7,6	
19/11/2020	1	1	10	9	10	10	10	9	10	9	10	11	9,8	10,4
19/11/2020	1	2	10	11	12	10	12	10	11	10	11	11	10,8	
19/11/2020	1	3	10	10	11	10	11	11	11	10	11	11	10,6	
19/11/2020	1	4	10	11	10	10	9	10	10	11	12	12	10,5	
19/11/2020	2	1	10	11	10	10	10	10	10	10	9	10	10,0	10,6
19/11/2020	2	2	10	12	10	11	10	10	11	10	10	9	10,3	

19/11/2020	2	3	10	12	12	10	11	12	12	10	11	11	11,1	
19/11/2020	2	4	11	11	11	11	12	11	12	11	10	11	11,1	
19/11/2020	3	1	10	10	10	10	10	9	10	9	10	12	10,0	11,0
19/11/2020	3	2	11	11	11	10	10	10	10	12	11	11	10,7	
19/11/2020	3	3	11	12	12	13	13	12	11	11	13	12	12,0	
19/11/2020	3	4	11	12	11	11	11	11	11	12	11	12	11,3	
19/11/2020	4	1	11	10	11	10	11	11	10	11	10	10	10,5	11,3
19/11/2020	4	2	11	12	12	12	11	12	11	11	11	11	11,4	
19/11/2020	4	3	12	12	12	13	12	12	12	12	12	13	12,2	
19/11/2020	4	4	12	12	11	11	11	11	11	10	12	11	11,2	
19/11/2020	5	1	10	9	10	8	9	10	10	10	10	9	9,5	10,9
19/11/2020	5	2	12	12	11	10	11	12	12	12	11	11	11,4	
19/11/2020	5	3	11	11	12	11	12	11	12	11	11	11	11,3	
19/11/2020	5	4	12	11	11	11	12	11	11	10	11	12	11,2	
27/11/2020	1	1	12	11	12	12	11	11	12	11	11	13	11,6	12,1
27/11/2020	1	2	12	11	13	12	12	11	12	12	13	13	12,1	
27/11/2020	1	3	12	12	13	13	13	13	12	12	12	12	12,4	
27/11/2020	1	4	12	12	12	11	11	12	12	13	13	13	12,1	
27/11/2020	2	1	12	12	12	11	11	12	10	11	12	11	11,4	12,2
27/11/2020	2	2	12	13	13	12	13	12	12	12	12	13	12,4	
27/11/2020	2	3	12	13	13	12	13	13	12	13	12	13	12,6	
27/11/2020	2	4	12	12	12	12	13	13	12	12	13	13	12,4	
27/11/2020	3	1	12	13	11	11	12	12	11	12	11	12	11,7	12,3
27/11/2020	3	2	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12	12,1	
27/11/2020	3	3	12	13	12	15	14	14	12	12	13	13	13,0	
27/11/2020	3	4	13	13	13	12	12	12	13	12	12	13	12,5	
27/11/2020	4	2	13	12	12	11	13	12	12	12	12	11	12,0	12,8
27/11/2020	4	2	13	13	12	13	13	13	13	13	12	13	12,8	
27/11/2020	4	3	14	14	14	14	13	13	12	13	13	14	13,4	
27/11/2020	4	4	13	14	12	13	13	12	13	12	13	13	12,8	

27/11/2020	5	1	12	11	11	11	10	12	11	12	12	11	11,3	12,3
27/11/2020	5	2	13	12	13	12	13	13	13	13	13	13	12,8	
27/11/2020	5	3	13	13	14	12	13	12	13	12	13	13	12,8	
27/11/2020	5	4	14	12	12	12	13	12	12	12	12	13	12,4	
05/12/2020	1	1	14	13	16	14	15	13	16	14	14	15	14,4	15,1
05/12/2020	1	2	14	15		14	15	14		14	15	15	14,5	
05/12/2020	1	3	16	16	16	16	16	17	16	15	16	16	16,0	
05/12/2020	1	4	15	16	15	14	14	15	16	15	16	17	15,3	
05/12/2020	2	1	16	17	17	16	17	17	14	17	15	15	16,1	15,7
05/12/2020	2	2	15	16	15	15	16	15	16	15	16	16	15,5	
05/12/2020	2	3	15	15	16	15	16	16	15	16	14	15	15,3	
05/12/2020	2	4	16	16		15	16	16	17	16		16	16,0	
05/12/2020	3	1	15	15	14	14	15	14	16	15	15	16	14,9	16,1
05/12/2020	3	2	15	17	16	15	15	16	16	17	16	15	15,8	
05/12/2020	3	3	17	17	16	16	17	18	17	16	16	17	16,7	
05/12/2020	3	4	16	16	17	17	18	17	18	16	17	17	16,9	
05/12/2020	4	1	16	16	16	16		16	16	16	16	15	15,9	16,4
05/12/2020	4	2	15	16	16	17	17	16	17	15	16	17	16,2	
05/12/2020	4	3	18	17	17	18	17	18	17	17	16	18	17,3	
05/12/2020	4	4	16	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16,1	
05/12/2020	5	1	15	15	15	14	14		14	15	15	15	14,7	16,0
05/12/2020	5	2	16	16	16	16	16	17	17	17	17	16	16,4	
05/12/2020	5	3	17	17	17	16	17		17	16	16	16	16,6	
05/12/2020	5	4	17	17	16	16	17	16			16	17	16,5	
13/12/2020	1	1	18	17	19	19	18	18	18	18	18	18	18,1	18,2
13/12/2020	1	2	17	18		18	18	18		18	19	18	18,0	
13/12/2020	1	3	19	19	19	19	19	20	19	18	19	19	18,9	
13/12/2020	1	4	18	18	17	17	17	18	19	18	18	20	17,9	
13/12/2020	2	1	18	20	19	18	19	19	18	20	18	18	18,6	18,8
13/12/2020	2	2	19	19	18	19	19	19	19	19	19	19	18,9	

13/12/2020	2	3	18	19	20	18	20	20	19	19	18	19	19,0	
13/12/2020	2	4	18	19		18	19	19	20	19		19	18,9	
13/12/2020	3	1	17	18	17	18	18	18	19	19	18	20	18,2	19,2
13/12/2020	3	2	18	20	19	18	18	19	19	20	20	19	19,0	
13/12/2020	3	3	20	20	19	19	19	21	20	19	19	20	19,6	
13/12/2020	3	4	19	19	20	20	21	20	21	19	20	21	20,0	
13/12/2020	4	1	19	19	19	20		19	19	19	19	19	19,1	20,0
13/12/2020	4	2	20	20	20	21	21	20	20	19	20	21	20,2	
13/12/2020	4	3	21	21	21	22	21	21	21	21	20	22	21,1	
13/12/2020	4	4	20	20	19	20	19	19	20	19	19	19	19,4	
13/12/2020	5	1	18	19	19	18	18		17	18	18	19	18,2	19,5
13/12/2020	5	2	19	20	19	20	19	20	20	21	20	20	19,8	
13/12/2020	5	3	20	21	21	19	21		21	20	20	19	20,2	
13/12/2020	5	4	19	20	19	19	20	20			20	20	19,6	

Anexo 18. Registro del diámetro de la pella medido 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 REPETICIÓN	PROMEDIO TRATAMIENTO
-------	-------------	------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------------------	----------------------

18/12/2020	1	1	0,5	1,6	2,7	2	2,5	1,1	2,5	0,5	0,5	1	1,5	1,4
18/12/2020	1	2	0,5	0,5	1,3	1,6	1,5				0,7	0,9	1,0	
18/12/2020	1	3	2,3	2,6	3	2,4	3,2	1,2	2,4	2,2	2,5	1,9	2,4	
18/12/2020	1	4		1,2	1,5	1,1	0,6		0,3	0,4	0,4		0,8	
18/12/2020	2	1	1,7	1,5	1,7	1,2	1,5	2,4	1,4	2,3	0,7	1,6	1,6	1,4
18/12/2020	2	2	2	1,2	1,3	0,8	0,3	0,7	1,8	0,8	1,3	1	1,1	
18/12/2020	2	3	1,2	1,1	1,8	1	1,8	2,7	0,9	1,5	0,7	1	1,4	
18/12/2020	2	4	1,1	1,5	0,3	0,6	1,8	1,7	1,9	1,6	1,4		1,3	
18/12/2020	3	1	1	1	0,5	0,5	0,6	0,5		1,1	1,5	1,7	0,9	1,5
18/12/2020	3	2	1,2	1,1	1,6	1	1	1,1	1	1,7	1,5	1,3	1,3	
18/12/2020	3	3	2,1	1,2	1,6	1,9	1,6	3,3	2,1	1,6	1,8	2,7	2,0	
18/12/2020	3	4	2,4	1,9	2,1	2,2	2,5	1,5	1,9	2,2	1,5	1,9	2,0	
18/12/2020	4	1	1,1	0,3	0,3	0,4	1,2	0,5	1,1	0,5	1,4	1,2	0,8	1,6
18/12/2020	4	2	1	1,9	2,5	2,1	3,2	1,3	2,1	1,2	2,1	1,5	1,9	
18/12/2020	4	3	2,2	1,2	2,1	3,3	2	3,6	1,7	2,3	2,8	2,1	2,3	
18/12/2020	4	4	1,4	3	1	1,1	1	2	2	1,9	0,7	0,9	1,5	
18/12/2020	5	1	0,5	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	1,2	1	0,7	1	0,7	1,2
18/12/2020	5	2	1	1,7	1,3	1	1,5	4	3	1,8	1	1	1,7	

18/12/2020	5	3	0,5	1,5	1,6	1,5	1,6		1,3	0,4	1,1		1,2	
18/12/2020	5	4	1,6	1,8	1	0,9	1,3	1	1	1,2	0,9	1,8	1,3	
26/12/2020	1	1	1,5	2,7	4,4	4,5	3,7	2,3	4	1,5	1,6	2,4	2,9	3,0
26/12/2020	1	2	1,9	1,6		3	3,1	1,5			2,1	2,3	2,2	
26/12/2020	1	3	4,9	5,3	5,9	4,1	6	3,5	4,4	3,9	5,2	4,5	4,8	
26/12/2020	1	4	1,5	2,3	3,5	2,1	1,9		2	2	1,8	1	2,0	
26/12/2020	2	1	4,1	4,2	4,1	2,8	3,3	5,3	4,2	5,2	2,1	4,1	3,9	3,4
26/12/2020	2	2	4,8	2,8	3,2	2,7	1,7	2	4,4	2,2	3,1	2,4	2,9	
26/12/2020	2	3	3,1	2,8	3,6	2,3	4,5	5,7	2,1	3,6	2,7	2,4	3,3	
26/12/2020	2	4	3,2	3,8		2,6	4,3	4	4,3	3,1		3,3	3,6	
26/12/2020	3	1	2,3	2,2	1,3	1,5	2,1	2	1,6	2,5	3,5	4,5	2,4	3,6
26/12/2020	3	2	2,5	2,4	4,1	2,3	2,5	2,5	2,4	4	3,5	3,7	3,0	
26/12/2020	3	3	3,6	3,9	3,4	4,2	4	8,4	5,1	2,9	4,5	5,6	4,6	
26/12/2020	3	4	3,8	4,6	5,4	3,9	5,5	3,1	4,6	5,1	4,2	2,8	4,3	
26/12/2020	4	1	2,9	2	2,1	1,8		2,3	3,4	1,7	4	4	2,7	4,3
26/12/2020	4	2	3,3	5	6,3	6,1	7	4,8	5,4	3,1	5,3	4,3	5,1	
26/12/2020	4	3	5,6	3,3	5,3	8	5,1	8,8	4	5,5	6,7	5,5	5,8	
26/12/2020	4	4	4	7	3,1	3,4	3	4,2	4,1	4,1	2,3	2,7	3,8	

26/12/2020	5	1	2	2,3	2,4	1,9	2,3		3,1	3	2,2	2,5	2,4	3,4
26/12/2020	5	2	2,7	4,4	3,7	2,9	3,6	8	5,8	3,5	2,9	2,9	4,0	
26/12/2020	5	3	2,6	4,1	4,1	4	4,1		3,3	2,2	3,4	3	3,4	
26/12/2020	5	4	4,5	4,6	3,1	2,7	3,5	3,1			5	3,6	3,8	
03/01/2021	1	1	5,1	6,8	8,9	7,0	7,6	6,6	7,9	5,5	5,7	6,6	6,7	7,1
03/01/2021	1	2	6,3	5,7		7,1	7,2	5,4			6,4	6,5	6,4	
03/01/2021	1	3	8,8	9,3	10,6	7,9	9,4	7,6	8,3	7,3	9,0	9,0	8,7	
03/01/2021	1	4	5,9	7,0	7,4	6,4	6,8		6,4	6,4	6,3	6,0	6,5	
03/01/2021	2	1	7,9	7,5	7,4	6,8	7,0	10,5	7,5	9,7	6,7	8,3	7,9	7,4
03/01/2021	2	2	8,2	6,8	7,0	7,0	5,2	5,9	7,7	6,0	7,4	6,8	6,8	
03/01/2021	2	3	6,9	5,3	8,2	6,5	7,9	10,0	6,4	7,4	7,0	6,8	7,2	
03/01/2021	2	4	8,0	8,0		7,2	9,1	7,9	8,5	7,4		7,3	7,9	
03/01/2021	3	1	6,7	6,6	5,7	5,8	6,6	6,0	5,7	6,5	7,5	9,8	6,7	7,9
03/01/2021	3	2	7,0	6,7	8,2	6,4	6,8	6,8	6,7	8,5	8,0	7,6	7,3	
03/01/2021	3	3	7,9	8,7	8,0	8,6	8,5	13,2	9,5	7,5	9,0	10,1	9,1	
03/01/2021	3	4	8,2	8,6	9,5	8,5	9,8	8,1	8,8	9,6	8,9	7,7	8,7	
03/01/2021	4	1	7,4	6,8	7,0	6,8		7,3	8,2	7,3	9,2	8,2	7,6	9,1
03/01/2021	4	2	7,8	10,2	11,6	10,5	10,9	9,9	10,1	7,5	10,1	8,3	9,7	

03/01/2021	4	3	10,7	8,1	9,5	13,2	9,2	12,8	8,7	10,2	11,5	10,9	10,5	
03/01/2021	4	4	8,7	12,2	8,5	8,1	7,9	8,8	8,5	9,0	7,6	8,0	8,7	
03/01/2021	5	1	5,2	5,7	6,1	5,7	6,1		7,0	6,9	6,0	6,7	6,1	7,3
03/01/2021	5	2	6,8	8,1	7,3	7,3	7,6	10,4	10,3	7,2	6,4	6,9	7,8	
03/01/2021	5	3	7,2	8,2	7,9	7,9	8,5		7,6	6,8	7,1	6,1	7,5	
03/01/2021	5	4	8,2	8,7	7,7	7,3	7,7	8,0			7,7	8,7	8,0	
11/01/2021	1	1	8,6	10	12,5	9,6	11	11	11,6	9,6	9,5	10,6	10,4	11,0
11/01/2021	1	2	10,6	9,6		11	11	9,6			10,5	10	10,3	
11/01/2021	1	3	13,5	13	14,7	11,6	12,3	11,4	12	12,2	12,4	13	12,6	
11/01/2021	1	4	10,4	11,3	11	10,6	11,3		10,6	10,6	10,6	11,1	10,8	
11/01/2021	2	1	11,5	10,5	10,8	10,8	11,8	14,5	10,8	13	11,3	12,3	11,7	11,6
11/01/2021	2	2	11,7	10,8	10,8	11,3	10,3	9,8	11	11,8	11,5	11,3	11,0	
11/01/2021	2	3	10,8	7,8	12,8	10,8	11,3	14	10,8	11	11,3	11,3	11,2	
11/01/2021	2	4	12,8	12		11,5	13,5	11,5	12,5	11,8		13,5	12,4	
11/01/2021	3	1	12	13	11,1	10,1	12,4	11,8	12,5	10,6	11,6	15	12,0	12,6
11/01/2021	3	2	11,6	12,1	12	10,6	11,1	12	12	13	12,5	12,1	11,9	
11/01/2021	3	3	12	13	12,6	12,6	12,7	15,8	13,5	12	13,3	14,6	13,2	
11/01/2021	3	4	13,6	12,5	13,2	13,1	14,1	13,1	13	14	13,6	12,2	13,2	

11/01/2021	4	1	11,7	11,7	12,7	14		12	12,9	12,3	13,6	12	12,5	13,7
11/01/2021	4	2	12	14,7	16,5	14,3	14,3	14,5	14,7	13,7	14,7	13,7	14,3	
11/01/2021	4	3	15,5	13,9	14,1	15	13	16,2	13,2	14,8	14,8	15,8	14,6	
11/01/2021	4	4	13	16,5	13,2	12,5	12,5	12,6	12,7	13,4	12,7	12,7	13,2	
11/01/2021	5	1	11,2	12	13,2	11,2	13,2		12,8	12,7	12	15	12,6	13,1
11/01/2021	5	2	12,7	13,1	12,7	13,3	11,9	12,2	15,2	13	13,2	13,1	13,0	
11/01/2021	5	3	13,2	13,6	13,7	14,2	13,8		13,6	11,7	13,2	13,5	13,4	
11/01/2021	5	4	13	14	13,2	13	14	12,5			12,7	14,2	13,3	
19/01/2021	1	1	11,7	12,7	14,5	13,7	13,1	13,7	14,4	12,7	12,7	14	13,3	13,4
19/01/2021	1	2	13,9	13,5	0,7	13,6	13,7	13,4			13,2	12,4	11,8	
19/01/2021	1	3	15	15	17	14,2	15	14	15	14	15	14,4	14,9	
19/01/2021	1	4	13,3	13,6	13,7	13,2	13,3		13,7	14,4	14,2	14	13,7	
19/01/2021	2	1	14	13,8	14	14,1	14,3	17	13,8	16,5	14,5	15	14,7	14,4
19/01/2021	2	2	14,5	13,8	14,2	14,3	13,5	13,8	14	14	13,5	14,5	14,0	
19/01/2021	2	3	14,6	13,5	14,2	13,5	14,5	15	13,4	13,1	13,8	13,5	13,9	
19/01/2021	2	4	15	14,3		13,5	15,8	13,8	15,5	14,4		16,8	14,9	
19/01/2021	3	1	14,4	15	14	13,4	14,1	13,8	14,4	14	14,8	17	14,5	15,1
19/01/2021	3	2	14,7	15	14,9	14	14	14,5	14	15,5	15	15	14,7	

19/01/2021	3	3	14,5	15,8	15,5	14,8	14,8	17	16,8	14,8	15	18	15,7	
19/01/2021	3	4	16	15,5	15,1	15,7	15,7	15,7	16	16,6	16	14,8	15,7	
19/01/2021	4	1	14,5	15	15	16		15,5	15,5	15,5	15	14,7	15,2	16,0
19/01/2021	4	2	15	16	18	17	17,3	17,5	17	15,3	17	15,5	16,6	
19/01/2021	4	3	17,7	15	16	18	15,3	18,5	18	16,5	16,6	17,7	16,9	
19/01/2021	4	4	15	18,5	16	15	15	15,5	15	16	14	15	15,5	
19/01/2021	5	1	15	14,5	15,3	14,8	15		15	15	14,5	17,5	15,2	15,4
19/01/2021	5	2	15	15	14,5	15,3	14,3	14,5	17,8	14,9	15	15	15,1	
19/01/2021	5	3	15,5	16	16	16	16,5		16	15,5	16	15	15,8	
19/01/2021	5	4	15	15	16	15,5	15,7	13,5			15	17	15,3	

Anexo 19. Peso de la pella tomado al final del cultivo

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta 4	Planta 5	Planta 6	Planta 7	Planta 8	Planta 9	Planta 10	PROMEDIO EN KILOGRAMOS	PROMEDIO EN GRAMOS
1	1	0,599	0,650	0,742	0,701	0,670	0,701	0,737	0,650	0,650	0,716	0,681	681,41
1	2	0,763	0,741		0,746	0,752	0,735			0,724	0,680	0,734	734,48
1	3	0,907	0,907	0,964	0,805	0,850	0,794	0,907	0,794	0,850	0,816	0,860	859,56
1	4	0,603	0,617	0,621	0,599	0,603		0,621	0,653	0,644	0,635	0,622	621,93
2	1	0,768	0,757	0,768	0,774	0,785	0,933	0,757	0,905	0,796	0,823	0,807	806,59
2	2	0,680	0,648	0,666	0,671	0,663	0,678	0,773	0,773	0,745	0,800	0,710	709,72
2	3	0,938	0,867	0,912	0,867	0,932	0,964	0,861	0,807	0,850	0,832	0,883	883,22
2	4	0,737	0,703		0,663	0,776	0,678	0,762	0,708		0,826	0,732	731,56
3	1	0,871	0,869	0,811	0,777	0,853	0,835	0,871	0,847	0,895	1,028	0,866	865,66
3	2	0,815	0,832	0,826	0,811	0,811	0,840	0,811	0,859	0,832	0,832	0,827	826,98
3	3	0,804	0,876	0,859	0,820	0,820	0,942	0,931	0,820	0,832	0,998	0,870	870,39
3	4	0,887	0,859	0,837	0,870	0,870	0,870	0,887	0,920	0,887	0,820	0,871	870,95
4	1	0,877	0,907	0,907	0,968		0,937	0,976	0,976	0,945	0,926	0,936	935,61
4	2	0,896	0,968	1,089	0,985	1,003	1,058	1,167	0,887	0,985	0,898	0,994	993,63
4	3	1,115	0,907	0,968	1,168	0,925	1,107	1,179	1,039	1,046	1,115	1,057	1057,02
4	4	0,907	1,026	0,968	0,869	0,869	0,898	0,907	0,887	0,811	0,869	0,901	901,26
5	1	0,855	0,827	0,872	0,844	0,855		0,896	0,896	0,866	1,045	0,884	884,08
5	2	0,855	0,855	0,827	0,872	0,815	0,827	1,015	0,850	0,855	0,855	0,863	862,66
5	3	0,884	0,956	0,912	0,912	0,986		0,912	0,926	0,912	0,896	0,922	921,76
5	4	0,815	0,774	0,825	0,800	0,810	0,733			0,815	0,877	0,806	805,97

Anexo 20. Rendimiento por tratamiento del cultivo

UNIDAD	RENDIMIENTO				
	T1	T2	T3	T4	T5
G/ha	18158594,8	20727647,4	23847052,2	26346931,9	21754794,5
Kg/ha	18158,33	20727,78	23847,22	26347,22	21754,86
Ton/ha	18,16	20,73	23,85	26,35	21,75

Anexo 21. Análisis de correlación de Pearson entre las variables evaluadas.

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	PROMEDIO DE ALTURA	PROMEDIO DE HOJAS	PROMEDIO DE DIAMETRO	PESO DE LA PELLA	RENDIMIENTO
PROMEDIO DE ALTURA	1,00	7,5E-06	8,5E-05	8,1E-06	1,0E-04
PROMEDIO DE HOJAS	0,83	1,00	8,7E-06	1,6E-04	1,0E-03
PROMEDIO DE DIAMETRO	0,77	0,82	1,00	5,6E-05	1,2E-04
PESO DE LA PELLA	0,82	0,75	0,78	1,00	1,9E-07
RENDIMIENTO	0,76	0,68	0,75	0,89	1,00

Anexo 22. Análisis de los componentes nutricionales según Tukey con p. valor < 0,05

Análisis de la varianza

M.S

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
M.S	15	0,52	0,32	8,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,55	4	0,64	2,67	0,0943
Tratamiento	2,55	4	0,64	2,67	0,0943
Error	2,38	10	0,24		
Total	4,94	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,31211

Error: 0,2384 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	5,31	3	0,28 A
T3	5,48	3	0,28 A
T4	5,57	3	0,28 A
T2	6,07	3	0,28 A
T1	6,42	3	0,28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

CZ.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CZ.	15	0,48	0,27	8,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	4	0,01	2,28	0,1327
Tratamiento	0,04	4	0,01	2,28	0,1327
Error	0,04	10	4,3E-03		
Total	0,08	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17662

Error: 0,0043 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	0,76	3	0,04 A
T4	0,77	3	0,04 A
T3	0,80	3	0,04 A
T1	0,84	3	0,04 A
T2	0,90	3	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

E.E

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
E.E	15	0,77	0,68	35,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,3E-04	4	5,7E-05	8,50	0,0029
Tratamiento	2,3E-04	4	5,7E-05	8,50	0,0029
Error	6,7E-05	10	6,7E-06		
Total	2,9E-04	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00694

Error: 0,0000 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	0,00	3	1,5E-03 A
T3	0,01	3	1,5E-03 A B
T1	0,01	3	1,5E-03 B
T4	0,01	3	1,5E-03 B
T2	0,01	3	1,5E-03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

P.C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P.C	15	0,39	0,15	8,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	4	0,02	1,62	0,2434
Tratamiento	0,06	4	0,02	1,62	0,2434
Error	0,10	10	0,01		
Total	0,16	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26773

Error: 0,0099 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	1,12	3	0,06 A
T3	1,14	3	0,06 A
T2	1,19	3	0,06 A
T5	1,19	3	0,06 A
T1	1,31	3	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

F,C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
F,C	15	0,33	0,06	8,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	4	0,01	1,24	0,3542
Tratamiento	0,03	4	0,01	1,24	0,3542
Error	0,06	10	0,01		
Total	0,09	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20734

Error: 0,0060 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	0,87	3	0,04 A
T1	0,91	3	0,04 A
T3	0,92	3	0,04 A
T5	0,95	3	0,04 A
T4	1,00	3	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

E.L.N

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
E.L.N	15	0,75	0,65	8,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,83	4	0,46	7,55	0,0045
Tratamiento	1,83	4	0,46	7,55	0,0045
Error	0,61	10	0,06		
Total	2,44	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66194

Error: 0,0607 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T5	2,40	3	0,14 A
T3	2,61	3	0,14 A B
T4	2,67	3	0,14 A B
T2	3,11	3	0,14 B C
T1	3,35	3	0,14 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)