



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO BIOESTIMULANTE DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES
EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ Y FRÉJOL**

AUTOR:

JONATHAN JAIR VERA CONFORME

TUTORA:

ING. SOFÍA DEL ROCÍO VELÁSQUEZ CEDEÑO, Mg.

CALCETA, FEBRERO 2024

DECLARACION DE AUTORIA

Yo Vera Conforme Jonathan Jair, con cédula de ciudadanía 131301565-1, declaro bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFEECTO BIOESTIMULANTE DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ Y FRÉJOL** es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jonathan', written over a horizontal line.

JONATHAN JAIR VERA CONFORME

CC: 1313015651

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Vera Conforme Jonathan Jair, con cédula de ciudadanía 131301565-1, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO BIOESTIMULANTE DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ Y FRÉJOL** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.



JONATHAN JAIR VERA CONFORME

CC: 1313015651

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. SOFÍA DEL ROCÍO VELÁSQUEZ CEDEÑO, Mg., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO BIOESTIMULANTE DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ Y FRÉJOL** que ha sido desarrollado por **VERA CONFORME JONATHAN JAIR**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo con el **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SOFÍA DEL ROCÍO VELÁSQUEZ CEDEÑO, Mg.

CC: 1309938163

TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El suscritos integrante del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFEECTO BIOESTIMULANTE DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE MAÍZ Y FRÉJOL** que ha sido desarrollado por **VERA CONFORME JONATHAN JAIR** previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LENIN VERA MONTENEGRO PhD.

CC: 1309126462

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. JOSÉ LIZARDO REYNA BOWEN PhD.

CC: 1717929283

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACÓN MG.

CC:1310353121

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darnos la vida, por estar tener buena salud y estar hoy dando este gran paso de ser un profesional.

A mis padres y demás familiares, que con sus palabras apoyo y motivación fueron parte fundamental en este camino del conocimiento.

A los docentes que con sus enseñanzas nos aportaron generosamente conocimientos y entusiasmo; y que nos enseñaron cada día como ser jóvenes que amen lo que hacen en un futuro laboral.

A mis amigos, que siempre me brindaron una mano, a la Ing. Geoconda López por la ayuda brindada, comprensión, amistad y amabilidad que siempre nos ofrecen a cada uno de los estudiantes.

A mi tutora la Ing. Sofía del Rocío Velásquez Cedeño, al Ing. Galo Cedeño, por el apoyo, la paciencia y guiarme en el transcurso de esta investigación.



JONATHAN JAIR VERA CONFORME

CC: 1313015651

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y guiar mi camino por cada paso que doy, iluminar mi mente, fortalecer mi corazón y por haber puesto en mi camino personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo estudiantil.

A mis padres, por darme la vida, los cuales son el pilar fundamental en mi vida, por haberme apoyado en mis estudios por eso les doy gracias ya que este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis hermanos por estar conmigo y apoyarme siempre y brindarme palabras de aliento para seguir con la meta propuesta y no rendirme tan fácil.

A todo mi familia y amigos que estuvieron siempre apoyándome, dándome aliento, consejos que los llevaré siempre presente en mi corazón, también agradezco a mis Ángeles que están en el cielo que desde ahí guían e iluminan mi caminar.

JONATHAN JAIR VERA CONFORME

CONTENIDO GENERAL

DECLARACION DE AUTORIA.....	II
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	III
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
CONTENIDO GENERAL.....	VIII
CONTENIDO DE TABLAS	VIII
CONTENIDOS DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. 3	
1.2. 4	
1.3. 5	
1.3.1. OBJETIVOS GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. 5	

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. BIOESTIMULANTE	4
2.2. BIOESTIMULANTES DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES.....	5
2.2.1 MELAZA.....	5
2.2.2 SUERO DE LECHE	6
2.2.3 AGUA DE COCO	7
2.3. BIOESTIMULANTE A BASE DE ALGAS	8
2.4. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ	9
2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ.....	9
2.5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL	10
2.5.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FRÉJOL.....	10
2.6. IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRÉJOL.....	10
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	11
3.1. UBICACIÓN.....	11
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO	12
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	12
3.3.1. PRIMER EXPERIMENTO	13
3.3.1.1. TRATAMIENTOS	14
3.3.1.3. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	14
3.3.2. SEGUNDO EXPERIMENTO	15
3.3.2.1. TRATAMIENTOS	15

3.3.2.2. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	16
3.4. VARIABLES RESPUESTAS.....	16
3.5. ANÁLISIS DE DATOS	17
3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	17
3.6.1. SIEMBRA	17
3.6.2. 20	
3.6.3. 20	
3.6.4. 20	
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1. EXPERIMENTO 1.....	19
4.1.1. VARIABLES RESPUESTA SUERO AMARILLO	19
4.1.2. VARIABLES RESPUESTA DEL AGUA DE COCO	21
4.1.3. VARIABLES RESPUESTA DE LA MELAZA	22
4.2. EXPERIMENTO 2.....	24
4.2.1. VARIABLES RESPUESTA DE BIOINSUMOS	24
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
5.1. CONCLUSIONES.....	23
5.2. RECOMENDACIONES.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS.....	36

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.....	22
Tabla 2. Clasificación taxonómica del fréjol.....	23
Tabla 3. Condiciones climáticas del sitio el Limón.....	25
Tabla 4. Cuadro ADEVA, primer experimento.....	26
Tabla 5. Cuadro ADEVA, segundo experimento.....	27
Tabla 6. Efecto de mezcla de bioinsumos en el crecimiento de plantas de maíz a los 30 días después de la siembra.....	35
Tabla 7. Efecto de mezcla de bioinsumos en el crecimiento de plantas de frejol a los 30 días después de la siembra.....	36

CONTENIDOS DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del vivero de la carrera de ingeniería agrícola - ESPAM "MFL".....	24
Figura 2. Efecto de lactosuero en el crecimiento de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra.....	30
Figura 3. Efecto de lactosuero en el crecimiento de plántulas de frejol a los 30 días después de la siembra.....	31
Figura 4. Efecto de niveles crecientes de agua de coco en el crecimiento de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra.....	32
Figura 5. Efecto de niveles crecientes de agua de coco en el crecimiento de plántulas de frejol a los 30 días después de la siembra.....	33
Figura 6. Efecto de niveles crecientes de melaza en el crecimiento de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra.....	34
Figura 7. Efecto de niveles crecientes de melaza en el crecimiento de plántulas de frejol a los 30 días después de la siembra.....	34

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto bioestimulante de subproductos industriales en el crecimiento de plantas de maíz y fréjol. El trabajo se desarrolló en el campus de la ESPAM MFL, UDIV de la carrera de Ingeniería Agrícola. Se realizaron dos experimentos, en el primero se evaluó de manera separada la efectividad de dosis crecientes de melaza, agua de coco y lactosuero en el crecimiento de plántulas de maíz y frejol. En el segundo experimento se comparó el efecto combinado de las dosis de melaza, agua de coco y lactosuero más efectivas vs el efecto de un bioestimulante comercial. En ambos ensayos y cultivos se utilizó un diseño completamente al azar, donde la principal variable registrada fue la masa seca de planta (MSP). En el primer experimento se detectaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) para ambos cultivos, donde las dosis 75, 100 y 100 mL L⁻¹ de melaza, agua de coco y lactosuero en su orden respectivo, fueron más efectivas para el crecimiento del maíz en MSP; mientras que, para frejol las dosis con mayor efectividad fueron 25, 50 y 100 mL L⁻¹ de melaza, agua de coco y lactosuero, respectivamente. En el segundo experimento se detectaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, donde la combinación de melaza, agua de coco y lactosuero fue estadísticamente similar al bioestimulante comercial, pero diferente al tratamiento control, lo cual evidenció el efecto bioestimulante de estos subproductos industriales en el crecimiento de las plantas. Se concluye que la combinación de agua de coco, melaza y lactosuero podrían ser utilizados como bioestimulantes para potenciar el crecimiento temprano de las plantas.

Palabras clave: Zea Mays, Phaseolus vulgaris, bioinsumos, bioestimulación, crecimiento

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the biostimulant effect of industrial by-products on the growth of corn and bean plants. The work was carried out in the ESPAM MFL cultivation house. Two experiments were performed over time. In the first, the effectiveness of increasing doses of molasses, coconut water and whey on the growth of corn and bean seedlings was evaluated separately. In the second experiment, the combined effect of the most effective doses of molasses, coconut water and whey was compared vs the effect of a commercial biostimulant. In both trials and crops, a completely randomized design was used, where the main variable recorded was the dry mass of the plant.(PDM) In the first experiment, significant statistical differences ($p < 0.05$) were detected for both cultures, where the 75, 100 and 100 mL L⁻¹ doses of molasses, coconut water and whey in their respective order, were more effective for the corn growth in MSP; while, for beans, the most effective doses were 25, 50, and 100 mL L⁻¹ of molasses, coconut water, and whey, respectively. In the second experiment, significant statistical differences ($p < 0.05$) were detected between treatments, where the combination of molasses, coconut water and whey was statistically similar to the commercial biostimulant, but different from the control treatment, which evidenced the biostimulant effect of these industrial by-products on plant growth. It is concluded that the combination of coconut water, molasses and whey could be used as biostimulants to enhance early plant growth.

Key words: Zea Mays, Phaseolus vulgaris, bioinputs, biostimulation, growth

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación de suelos y aguas por subproductos industriales es actualmente una problemática de importancia relevante. Subproductos industriales como el lactosuero proveniente de la industria láctea, la vinaza y melaza, el albumen líquido y restos de cosechas del cultivo de coco, pueden ser fuentes contaminantes si no reciben un tratamiento especial (Terentyev et al., 2018). Sin embargo, se ha determinado que contienen cantidades significativas de macro y micronutrientes, y varias biomoléculas que podrían ser aprovechadas como fuentes bioestimulante en el crecimiento de las plantas, y por ende en la producción de cultivos orgánicos (Daniel, 2017).

Los subproductos industriales en diversos casos se establecen como un problema para las agroindustrias, debido que estos por lo general contaminan el medio ambiente al entrar en procesos de descomposición o son provocadoras de la incubación de moscas y mosquitos, también por producir la contaminación a los estero y ríos, por lo cual estos inconvenientes han incentivado a la investigación del uso de este tipo de residuos con la finalidad de convertirlos en subproductos y poder darles un valor agregado (Pilar y Román, 2016).

Además, el incremento de la población mundial, mancomunado con la necesidad de mejorar la calidad de vida, ha hecho que los sistemas de producción se enfrenten a grandes desafíos de aumentar la producción de alimentos con menor densidad energética que valore el uso de subproductos industriales. Además, los altos costos de los fertilizantes han motivado a buscar otras alternativas que ayuden a la agricultura (). La información e investigaciones relacionadas al uso de melaza, lactosuero y agua de coco como fuentes bioestimulantes, es escasa y bajo condiciones locales no ha sido probada, razón por la cual surge la siguiente pregunta de investigación: (Liu et al., 2023)

¿La melaza, el lactosuero y el agua de coco podrían tener efectos bioestimulante en el crecimiento de plántulas de maíz y fréjol?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La elaboración del presente proyecto de investigación se realiza con el fin de probar y verificar el efecto de bioestimulantes de subproductos industriales como alternativa de bionutrición orgánica, buscando potenciar el crecimiento inicial de cultivos como maíz y el fréjol en sistema de producción ecológica, y de esta manera poder reducir el uso excesivo de fertilizantes químicos, que aunque si ayudan al desarrollo y producción de los cultivos, también son un gran factor contaminante del suelo y el medio ambiente.

Por esta razón el uso de bioestimulante en una gran alternativa de fertilización ya que ayuda favorablemente al desarrollo de las plantas, ya que contribuyen nutrientes y sustancias como aminoácidos, proteínas, reguladores de crecimiento, ácidos húmicos y fúlvicos y otras moléculas benéficas.

Actualmente en el país hay una gran variedad de bioestimulantes que no han sido validados ya que carecen de una previa evaluación experimental en crecimiento y producción en los cultivos de maíz y fréjol. Debido a esto el presente proyecto de investigación se utilizará ensayos en maíz y fréjol, ya que son utilizados a nivel mundial en experimentos de screening como plantas indicadoras del grupo de las monocotiledóneas y las dicotiledóneas.

De esta manera este proyecto de investigación se alinea con las propuestas de los documentos de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, en el objetivo número 2. Los cuales son poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora en la nutrición y promover la agricultura sostenible, y con la meta 2.4 la cual declara que: “De aquí al 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas que aumenten la productividad y producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren

progresivamente la calidad de las tierra y suelo”.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVOS GENERAL

Evaluar el efecto bioestimulante de subproductos industriales en el crecimiento de plantas de maíz y fréjol.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir el efecto de subproductos industriales como bioestimulantes del crecimiento en plantas de maíz y fréjol.
- Determinar dosis efectivas de subproductos industriales como bioestimulantes del crecimiento de plántulas de maíz y fréjol.
- Comparar la eficacia de subproductos industriales versus bioestimulante comercial sobre el crecimiento de plantas de maíz y fréjol.

1.4. HIPÓTESIS

- La melaza, lactosuero y agua de coco potencian significativamente el crecimiento temprano de plántulas de maíz y fréjol.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. BIOESTIMULANTE

Los bioestimulantes hacen referencia a un concepto muy amplio, ya que se tratan de sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales que mejoran la absorción y asimilación de nutrientes, tratar el estrés abiótico o mejorar algunas de sus características agronómicas. El objetivo del uso de los bioestimulantes es conseguir cosechas de mejor calidad y dar solución a algunos de los problemas más comunes de los cultivos, como falta de humedad, poca luz, desfases de temperatura, etc., lo cuales pueden provocar pérdidas en su valor comercial (Certis, 2021).

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. Actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios. Los bioestimulantes son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos. Se aplican con el objetivo de maximizar el potencial genético de la planta, provocando cambios en el estado hormonal, activación de procesos metabólicos, mejora en la eficiencia de la nutrición, estimulación del desarrollo y/o mejora ante la respuesta al estrés abiótico (Disagro, 2020).

2.2. BIOESTIMULANTES DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES

Entro los bioestimulantes provenientes de subproductos industriales como la melaza se ha usado en cultivos como fertilizante, y se ha encontrado que aplicaciones foliares de vinaza de remolacha azucarera, concentrada y despotasificada que incrementan la producción de materia seca. Así mismo el uso de sueros lácteos como subproducto rico en proteínas globulares hidrosolubles, lactosa y minerales, etc., constituye una importante fuente de nutrientes para la industria y la agricultura. Además, el agua de coco es un acelerador natural del

crecimiento de plantas en cultivos orgánicos e hidropónicos. Estimula el desarrollo de esquejes, potencia el crecimiento de la raíz y aumenta el vigor de la planta en general (Ordoñez, 2022).

2.2.1 MELAZA

La melaza o también llamada miel, es un denso líquido viscoso de color oscuro, es el producto final de la fabricación de la sacarosa proveniente de la caña de azúcar, y algunos de sus usos pueden ser en la alimentación de concentrados para animales, en la industria y como fuente de bioestimulante en la agricultura porque posee más nutrientes como calcio y hierro (Goerge, ehowenespanol, 2021).

Al igual que con la mayoría de los insumos orgánicos tradicionales, no ha habido mucha para rehabilitar los suelos contaminados en San Francisco. Un estudio realizado por el Centro de Investigación Agrícola de Hawái encontró que disminuyó el número de nematodos nocivos en el suelo (Shantana, 2021).

No hay recetas estándar para usar la melaza para mejorar los cultivos. Sin embargo, la mayoría de los estudios muestran que un poco sirve para investigación sobre cómo y por qué la melaza ayuda en la agricultura. Sin embargo, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ha estudiado su efecto sobre el crecimiento microbiano y se ha documentado cuánto mejora las poblaciones bacterianas. De hecho, la melaza se ha utilizado mucho. Una receta requiere mezclar 2-3 cucharaditas directamente en el compostaje y difundirla alrededor de las plantas. Otros usuarios encuentran más fácil poner la melaza en las plantas mezclándola con agua caliente o bien regando las raíces o rociando las hojas y las flores con ella.

Además, la mayoría de los reportes de los beneficios de agregar melaza en el suelo son muy generales, mostrando una mejora general de la salud del suelo. Sin embargo, algunos agricultores reportan frutos más grandes con este método (Sanclemente et al., 2011).

2.2.2 SUERO DE LECHE

El suero de leche o lactosuero es el líquido en el que está disuelta la leche. Está considerado un desecho o residuo lácteo procedente de la elaboración del queso. Es un líquido de color amarillento que se separa de la leche cuando coagula. La obligación por parte de las autoridades sanitarias a dar un adecuado reciclaje del suero de leche ha dado lugar a nuevos usos de este compuesto. Por suerte para las empresas del suero, la investigación ha logrado darle múltiples usos a este compuesto. Utilizado mayoritariamente en el sector de la alimentación, veremos su aplicación en cultivos y huertas. El suero es un líquido rico en proteínas hidrosolubles, lactosa, grasas y minerales que las plantas también aprovechan en su desarrollo (Gimeno, 2020).

Este subproducto lácteo puede usarse en agricultura como fungicida para eliminar hongos tan conocidos como el Oídio, el Mildiu, la Roya o la Botrytis. Es completamente natural y apto para agricultura ecológica y respetuosa con el medio ambiente. El suero de leche también tiene un alto valor contra virus de transmisión mecánica, virus que se transmiten por los utensilios para el cultivo e incluso por las propias manos (Gimeno, 2020).

El uso de derivados de productos lácteos ha sido una actividad agrícola que ha tomado fuerza en la actualidad. Una nueva forma ha surgido a partir de la utilización de suero de leche, solucionando algunos problemas relacionados con el aporte de nutrientes, regulación de pH y degradación de materia orgánica (Ketterings et al., 2017).

La cantidad de suero ácido a aplicar se determina de acuerdo al área, tomando en cuenta la disponibilidad o carencia de nutrientes, este método consiste además en impulsar la descomposición de la materia orgánica. Además, promueve la resistencia a plagas y enfermedades, incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante (Watson et al., 2017). Contiene bacterias lácticas, las cuales aceleran los procesos de descomposición de materia orgánica, e incrementa la disponibilidad de nutrientes.

El permeado de suero puede aportar macronutrientes como potasio, calcio, fósforo - para los cultivos y favorecer su reposición en el suelo - nitrógeno, azufre y magnesio. Además, el contenido de sodio, cloruros y sales en el permeado de suero es elevado por lo que debe controlarse su uso” (IBEROAMERICANA, 2020).

2.2.3 AGUA DE COCO

Los subproductos del agua de coco son muy utilizados en huertas y cultivos hidropónicos; se cree que el sustrato tiene un alto contenido de sales por venir de zonas cerca al mar. El agua de coco es un medio muy complejo, con una amplia gama de componentes orgánicos e inorgánicos; tiene buena capacidad de amortiguación (buffer) y no es raro encontrar sales en ella, rica en magnesio y fosfato, el contenido de azúcar, de alrededor de 2,5%, adicionalmente, nitrógeno no proteico soluble en forma de aminoácidos, auxinas, giberelinas, y citocininas.

Según Patiño et al., (2011), el potencial del agua de coco para la inducción de la división celular en tejidos diferenciados; ya que en estudios previos se observa que este proceso sucede por primera vez en el parénquima del floema secundario de la raíz de las plantas, además, de encontrar que el agua de coco es nutritiva para los embriones maduros, por lo cual también determinaron que se podría producir el mismo efecto en tejidos y en células explantadas.

Además, dentro de los compuestos orgánicos adicionados a los medios de cultivo, el agua o endospermo líquido de coco es uno de los más importantes debido a que posee un alto contenido de azúcares, aminoácidos, antioxidantes, minerales, ácidos orgánicos y agentes promotores del crecimiento (Melanie Arana-Paredes, 2015).

De acuerdo con Llanqui (2011), menciona que en sus estudios de desarrollo de técnicas de estimulación de división celular de explantes fue la observación del efecto del agua de coco, la cual podía interactuar con la hormonas como las auxinas, citocinas y promover el crecimiento, en situaciones de que por sí solas las

plantas eran ineficientes, para lo cual probaron un medio de cultivo con un suplemento de agua de coco, además, determino que en muy raras ocasiones resulta toxico o deficiente a causa de los microelementos.

2.3. BIOESTIMULANTE A BASE DE ALGAS

Numerosos estudios han demostrado los beneficios de las aplicaciones de extractos de algas en las plantas, tales mejoras se aprecian en la germinación, aumento en rendimiento, resistencia al estrés biótico y abiótico, mayor vida de anaquel de productos perecederos, entre otros. Además, los beneficios de las algas observados en el crecimiento, la sanidad y el rendimiento de los cultivos se ha atribuido al suministro de nutrientes esenciales por la degradación de la materia orgánica y a la mejora de las características del suelo. Las algas son especies con elevado contenido en fibra, macro y microelementos, aminoácidos, vitaminas y fitohormonas (INTAGRI, 2016).

De acuerdo con Vesga (2018), los extractos de *Ascophyllum nodosum* son utilizados como bioestimulantes, pues incentivan a la planta a producir sus propias hormonas, contribuyen en la absorción y translocación de nutrientes presentes en el suelo. Además, también menciona que el uso de las algas marinas trae beneficios como el aumento del crecimiento de la planta, rápida germinación de las semillas, retraso de la senescencia, incremento en la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas, adaptación a condiciones de estrés, entre otros. Los ingredientes activos que contiene el extracto de *Ascophyllum nodosum* y que permiten entender su comportamiento y efecto en la planta son: betaínas, manitol, ácido algínico, polifenoles, fucanos y laminarina.

De igual forma INTAGRI (2016), menciona que las algas marinas pueden encontrarse otras sustancias naturales, cuyos efectos son similares a los de ciertos reguladores de crecimiento plantular, como vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelantes como ácidos orgánicos y manitol. Las innumerables bondades del uso

de las algas marinas en la agricultura eficiencias mayores y buena calidad de frutos pueden evidenciarse a partir de la aplicación directa o de algunos de sus derivados.

2.4. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ

El maíz ha sido uno de los principales cultivos de América latina desde la antigüedad, originaria de México, se encuentran alrededor de 2000 especies, Ecuador hasta la fecha ha descrito 29 razas, de las cuales 17 corresponden a maíz de la Sierra mientras que las restantes corresponden a maíces de la zona tropical; por otra parte, el 18% de las colecciones de Maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) provienen de Ecuador, lo que lo sitúa como el tercer país en cuanto a diversidad de cultivos (Caballero, 2015).

2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

De acuerdo con Masaquiza (2016), la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz

Reino:	Vegetal
División:	Espermatofitas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Poales
Familia:	Gramíneas
Genero:	Zea
Especie:	Zea Mays

Fuente: Masaquiza (2016).

2.5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE FRÉJOL

El fréjol es la semilla de la planta llamada judía, planta herbácea que llega a

alcanzar los 4 m de longitud; de hojas grandes y flores blancas, el fruto en vainas aplanadas contiene varias semillas de forma arriñonada y se les nombre de igual manera. A diferencia de otros granos como el arroz o maíz, el consumo del fréjol es importante pero solo en países de América y África (Cosmos, 2021).

2.5.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL FRÉJOL

Basada en Florvil (2019), la clasificación taxonómica del fréjol es la siguiente:

Tabla 2. Clasificación taxonómica del fréjol

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Genero:	Phaseolus
Especie:	Vulgaris L.

Fuente: Florvil (2019).

2.6. IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y FRÉJOL

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. la diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (Paliwal, 2017).

El cultivo del fréjol presenta características propias y definidas en el marco de la soberanía alimentaria, en virtud de que representa un alimento principal para la población rural y urbana (Sanferman, 2018).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El proyecto de investigación se desarrolló en el vivero del Campus politécnico de la ESPAM MFL, de la carrera de Ingeniería Agrícola, ubicado en el sitio El Limón perteneciente al Cantón Bolívar, Manabí. Posicionado geográficamente entre las coordenadas $0^{\circ}49'23''$ Latitud Sur y $80^{\circ} 11' 01''$ Longitud Oeste, a una Altitud de 15 msnm.

Figura 1. Ubicación del vivero de la carrera de ingeniería agrícola - ESPAM "MFL".



3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En la tabla 3.1. Se muestran las características climáticas del sitio El Limón, ubicado en el cantón Bolívar.

Tabla 3. Condiciones climáticas del sitio el Limón.

Condiciones climáticas	
Precipitación anual	986,19 mm
Temperatura máxima	30,67 °C
Temperatura mínima	21,87 °C
Humedad relativa	82,23 %
Heliofanía	1049,96 h/sol/año

Fuente: Estación meteorológica de la “ESPAM MFL”.

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación se desarrolló en 52 semanas (12 meses), desde septiembre de 2022 hasta agosto de 2023.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La investigación se desarrolló en dos fases. En la primera fase se desarrollaron pruebas de screening de dosis de melaza, agua de coco y lactosuero, tanto en maíz como en frejol. Esto con la finalidad de seleccionar la dosis con mayor potencial de cada producto, para ser combinadas en el segundo experimento. En la segunda fase se evaluará el efecto combinado de la mejor dosis de melaza, agua de coco y lactosuero en maíz y frejol. Estos ensayos se realizaron siguiendo las metodologías de pruebas tempranas propuestas por Mutlu-Durak y Yildiz (2021) y Alsamadany et al. (2022).

3.3.1. FASE 1

En esta fase de la investigación, se realizaron de manera separada experimentos

de screening con dosis crecientes de melaza, agua de coco y lactosuero, tanto en maíz y frejol.

3.3.1.1. PRUEBAS DE SCREENING EN MAIZ

Escreening de melaza: 0, 25, 50, 75, 100 y 125 mL L⁻¹ de agua

Escreening de agua de coco: 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mL L⁻¹ de agua

Escreening de lactosuero: 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mL L⁻¹ de agua

3.3.1.2. PRUEBAS DE SCREENING EN FREJOL

Escreening de melaza: 0, 25, 50, 75, 100 y 125 mL L⁻¹ de agua

Escreening de agua de coco: 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mL L⁻¹ de agua

Escreening de lactosuero: 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mL L⁻¹ de agua

3.3.1.3. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

En cada prueba de screening realizada tanto en maíz y frejol, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), donde se evaluaron seis tratamientos, cuatro réplicas y 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental se conformó de cinco macetas. A continuación, se describe el esquema de ADEVA.

Tabla 4. Cuadro ADEVA, primer experimento

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	5
Error	18
Total	23

3.31.4. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS Y VARIABLE RESPUESTA

Las aplicaciones de las diferentes dosis de melaza, agua de coco y lactosuero, se realizaron en drench a los 10 y 20 días después de la siembra. Como la finalidad de las pruebas de screening es seleccionar de manera temprana la mejor dosis de cada producto testeado, se decidió evaluar únicamente la masa seca de planta a los 30 días después de la siembra, para lo cual se tomaron las cinco plantas de cada unidad experimental, que fueron lavadas con agua para retirar restos de tierra y colocadas en estufa a 70°C hasta alcanzar peso contante.

En estas pruebas de screening (selección temprana de dosis de melaza, lactosuero y agua de coco) se decidió evaluar únicamente la masa seca de planta como principal variable discriminante que refleja el crecimiento global de la planta. En este sentido, varios estudios han establecido que una mayor acumulación de materia seca por la planta, es sinónimo de mayor crecimiento, lo cual se relaciona a una mayor tasa de fotosíntesis con relación a la tasa de respiración (Shiple y Vu, 2002; Hilty et al., 2021; Liu et al., 2023).

3.3.1.5. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey al 95% de confianza.

3.3.2. FASE 2

En la segunda fase se realizaron dos experimentos separados, uno con maíz y otro con frejol, donde se evaluó el efecto combinado de la mejor dosis de melaza, lactosuero y agua de coco seleccionada en la primera fase de investigación. El efecto combinado de melaza, agua de coco y lactosuero en el crecimiento de plantas de maíz y frejol, fue comparado con un bioestimulante comercial a base de extractos de algas y un tratamiento testigo absoluto.

3.3.2.1. Experimento de maíz

T₁: Mejor dosis de melaza, lactosuero y agua de coco

T₂: Bioestimulante a base de extracto de algas

T₃: Testigo

3.3.2.2. Experimento de frejol

T₁: Mejor dosis de melaza, lactosuero y agua de coco

T₂: Bioestimulante a base de extracto de algas

T₃: Testigo

3.3.2.3. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

Para ambas especies, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos, siete réplicas y 21 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de 10 macetas. A continuación, se detalla el esquema del ADEVA.

Tabla 5. Cuadro ADEVA, segundo experimento

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	2
Error	18
Total	20

3.3.2.4. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS Y VARIABLES RESPUESTAS

Los tratamientos fueron aplicados en drench a los 10 y 20 días después de la siembra. La dosis utilizada del extracto de alga fue de 5 mL L⁻¹ de agua. En ambos experimentos se registraron las siguientes variables a los 30 días después de la

siembra.

- **Altura de planta (cm)**

Se registró con ayuda de una cinta métrica a los 30 días después de la siembra.

- **Diámetro de tallo (mm)**

Se registró con ayuda de un calibrador a los 30 días después de la siembra.

- **Longitud de biomasa radical (cm)**

Se registró con ayuda de cinta métrica a los 30 días de la siembra, midiendo la longitud desde el cuello del tallo hasta la zona apical de la masa radical.

- **Materia seca de planta (g)**

Se registró a los 30 días después de la siembra con ayuda de una estufa de circulación forzada, donde las plantas se colocaron a 70°C hasta lograr peso constante.

- **Materia seca de raíces (g)**

Se registró a los 30 días después de la siembra con ayuda de una estufa de circulación forzada, donde las plantas se colocaron a 70°C hasta lograr peso constante.

- **Área foliar (cm²)**

Se registró a los 30 días después de la siembra, siguiendo la metodología del sacabocado con la relación peso-área del cuadrante y peso seco foliar total de la planta.

- **Tasa de crecimiento relativo – TCR (g g⁻¹ día⁻¹)**

Se realizó a los 10, 20 y 30 días después de la emergencia de las plantas, de acuerdo a la ecuación (1).

$$TCR = \frac{(\ln P2 - \ln P1)}{(T2 - T1)} = g \text{ g}^{-1} \text{ día}^{-1}$$

- **Tasa de asimilación neta – TAN (g cm⁻² día⁻¹)**

Se realizó a los 10, 20, y 30 días después de la emergencia de las plantas de acuerdo a la ecuación (2).

$$TAN = \left[\frac{P2 - P1}{T2 - T1} \right] * \left[\frac{\ln AF2 - \ln AF1}{AF2 - AF1} \right] = g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$$

Donde:

TCR = Tasa de crecimiento relativo, TAN = Tasa de asimilación neta, Ln = Logaritmo natural, P2 = Peso final, P1 = Peso inicial, T2 = Tiempo final, T1 = Tiempo inicial, AF2 = Área foliar final, AF1 = Área foliar inicial.

3.5. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias con prueba de Tukey al 95% de confianza.

3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1. SIEMBRA

La siembra se realizó en macetas de 0.5 kg, las cuales se llenaron con arena de mina, con la finalidad de medir específicamente el efecto de los subproductos en el crecimiento de las plántulas, puesto que la arena de mina es inerte desde el punto de vista nutricional, y por tanto se evitó el sesgo de datos. Seguidamente se procedió a colocar cuatro semillas por maceta, con la finalidad de que una vez emergidas las plántulas, seleccionar la dos que muestren mejor vigor inicial. Previo a la siembra, las semillas fueron tratadas con insecticidas protectantes y sistémicos,

con la finalidad de proteger las plántulas contra insectos trazadores, barrenadores y chupadores.

3.6.2. CONTROL DE MALEZA

El control de maleza se lo realizó de forma manual en cada una de las macetas.

3.6.3. RIEGO

El riego se lo realizó de manera manual, manteniendo siembra la humedad del suelo a capacidad de campo, lo cual fue monitoreado con ayuda de un tensiómetro.

3.6.4. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

El control fitosanitario se lo realizó de acuerdo al umbral de daño establecido para las diferentes plagas y enfermedades del cultivo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EXPERIMENTO 1

4.1.1. VARIABLES RESPUESTA SUERO AMARILLO

El crecimiento de plántulas de maíz a los 30 DDS se vió influenciado de manera significativa ($p < 0.05$) por los niveles de suero amarillo evaluados, donde los tratamientos de 100 y 250 mL alcanzaron un mayor rendimiento con 3,18 y 3,01 g de masa seca respectivamente (Figura 1). Los tratamientos de 50, 150 y 200 mL alcanzaron un rendimiento estadísticamente similar, a diferencia del testigo que presentó un menor rendimiento.

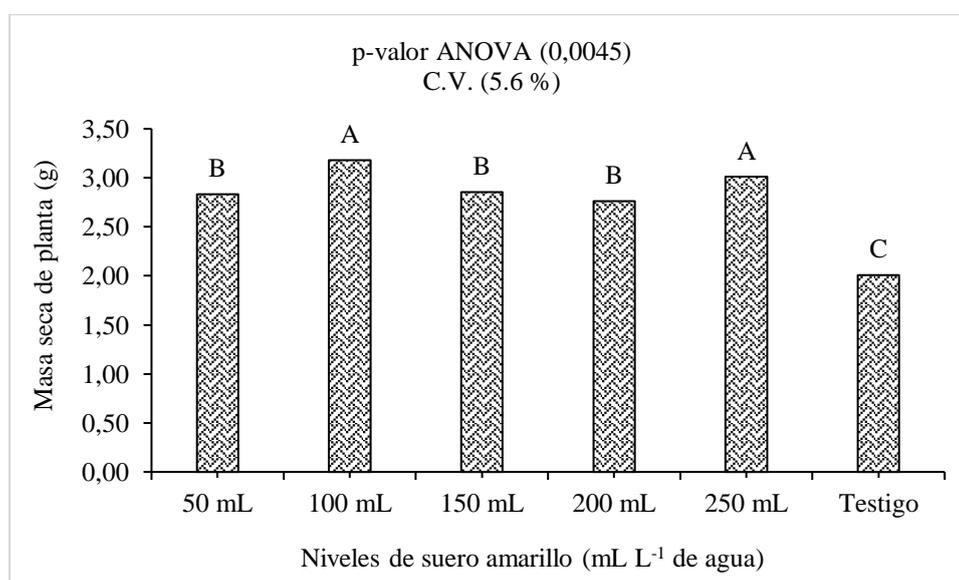


Figura 2. Efecto de lactosuero en el crecimiento de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra.

Para el caso del crecimiento de las plántulas de frejol a los 30 DDS se vio influenciado de forma significativa ($p < 0.05$) por los niveles de suero amarillo evaluadas. El tratamiento de 100 mL presentó la mayor masa seca con 1,30 g,

seguido del de 200 mL que presentó un resultado de 1,17 g a comparación de los tratamientos de 50, 150 y 250, los cuales estadísticamente son iguales. A diferencia del testigo que presento el menor rendimiento con 0,61 g de materia seca, lo cual indica que, bajo las condiciones de este ensayo, el uso de suero amarillo si tiene efecto sobre el crecimiento de las plántulas de maíz y frejol (Figura 2).

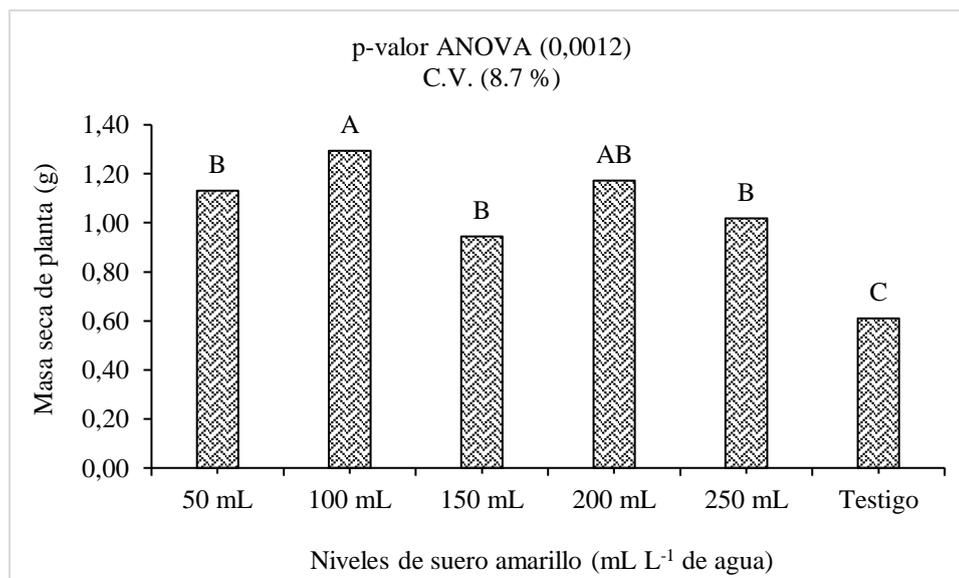


Figura 3. Efecto de lactosuero en el crecimiento de plántulas de frejol a los 30 días después de la siembra.

Estos resultados muestran que el uso de subproductos industriales a base de lactosuero influye en el crecimiento de las plantas de maíz y frejol, esto podría deberse a las bacterias lácticas ya que estas ayudan a descomponer la materia orgánica y además generar disponibilidad de algunos nutrientes que posiblemente intervinieron en el incremento del crecimiento. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Oña (2018) quien en su investigación después de 28 días después de trasplante, las plantas aplicadas con suero tuvieron un peso foliar superior a los otros tratamientos de sus evaluaciones, según menciona por los niveles óptimos de conductividad eléctrica del suelo lo cual incrementa el peso foliar de las plantas

4.1.2. VARIABLES RESPUESTA DEL AGUA DE COCO

El crecimiento de las plántulas de maíz a los 30 DDS fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por los niveles de agua de coco evaluados, donde el tratamiento de 100 mL fue el que logró el mayor crecimiento con 3,83 g de materia seca, en comparación con los otros tratamientos que obtuvieron promedios de masa seca menores (Figura 3).

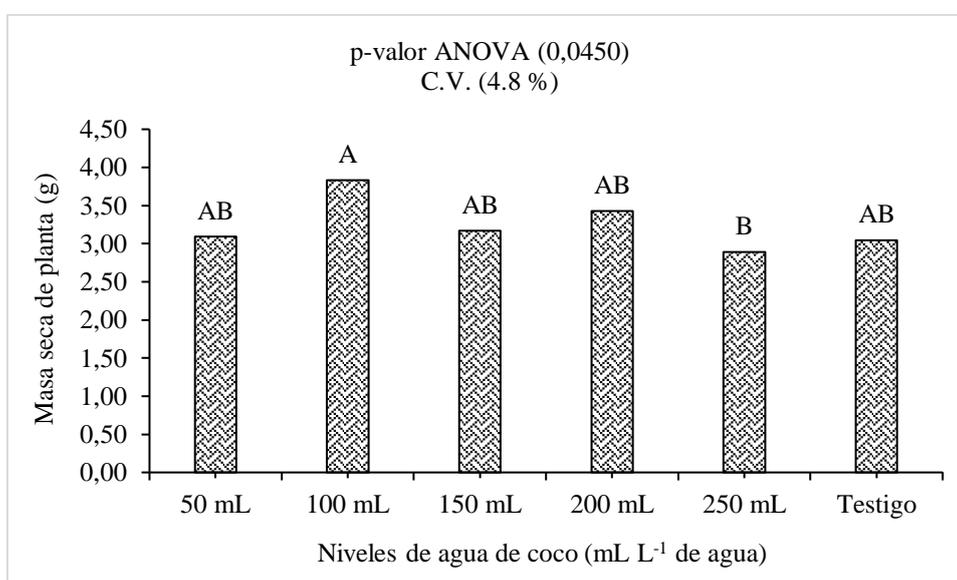


Figura 4. Efecto de niveles crecientes de agua de coco en el crecimiento de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra.

Por otro lado, en el caso del crecimiento de las plantas de frejol fue afectado significativamente ($p < 0.05$) por los niveles de agua de coco evaluados, donde el tratamiento de 50 mL fue el que alcanzó el mayor crecimiento con 1,16 g de masa seca, con relación al tratamiento a los demás tratamientos que lograron menor promedio de masa seca (Figura 4).

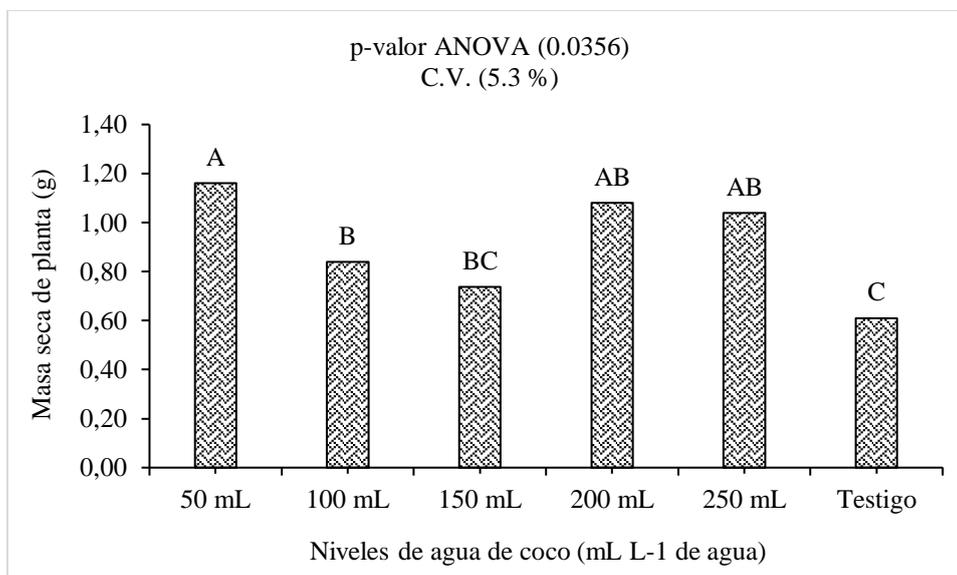


Figura 5. Efecto de niveles crecientes de agua de coco en el crecimiento de plántulas de frejol a los 30 días después de la siembra.

Los resultados logrados muestran que el uso de subproductos industriales a base de agua de coco influye en el crecimiento de las plantas de maíz y frejol, las cuales estimulan el crecimiento y desarrollo de las plántulas Arana et al., (2015). Estos resultados están de acuerdo con lo encontrado por Patiño et al., (2011), los cuales describieron que plántulas tratadas con agua de coco, presentaron un área foliar más densa y hojas de mayor tamaño, en comparación con los demás tratamientos evaluados.

4.1.3. VARIABLES RESPUESTA DE LA MELAZA

El crecimiento de las plántulas de maíz a los 30 DDS se vieron influenciadas significativamente ($p < 0.05$) por los niveles de melaza usados para la evaluación, donde el nivel de 75 mL fue el que obtuvo el mayor crecimiento con 3,83 g de masa seca en comparación a los demás niveles que mostraron un comportamiento estadísticamente similar entre y menor al nivel de 75 mL (Figura 5).

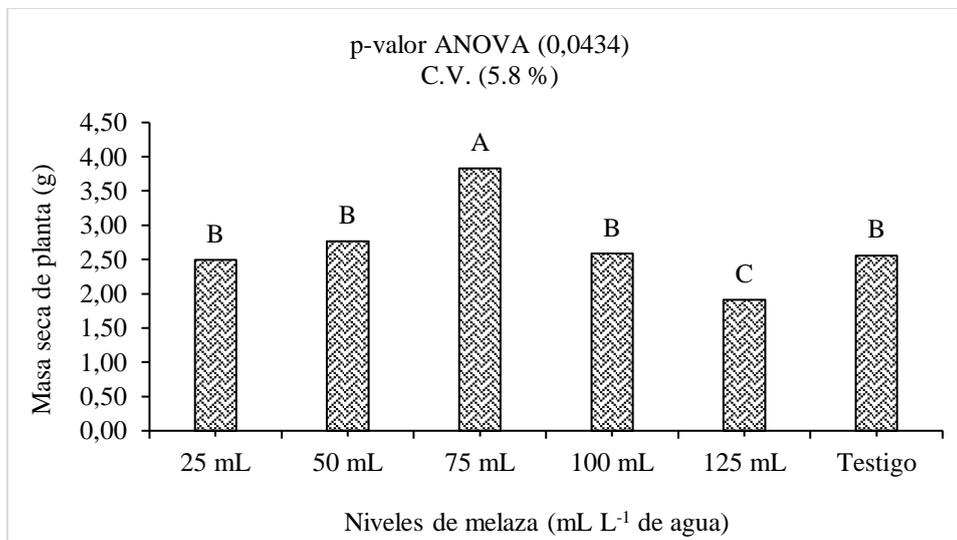


Figura 6. Efecto de niveles crecientes de melaza en el crecimiento de plántulas de maíz a los 30 días después de la siembra.

Por otra parte, el crecimiento de las plántulas de frejol a los 30 DDS, también fue influenciada significativamente ($p < 0.05$) por los niveles de melaza evaluados, donde el nivel de 25 mL mostró el mayor crecimiento con 0,91 g de materia seca, en comparación a los demás niveles evaluados que lograron menores valores de materia seca (Figura 6).

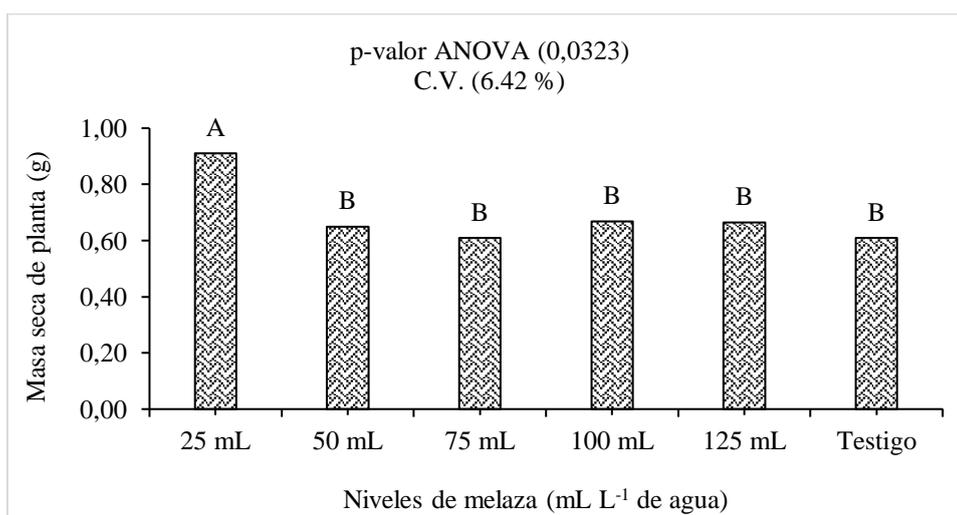


Figura 7. Efecto de niveles crecientes de melaza en el crecimiento de plántulas de frejol a los 30 días después de la siembra.

Los resultados muestran que el uso de la melaza como bioestimulante influye en el

crecimiento de las plantas de maíz y frejol, estos resultados coinciden por los encontrados por Rubio (2020), el cual en su ensayo reportó que al aplicarse melaza esta, puede potenciar la actividad de los microorganismos nativos, como las levaduras presentes en el suelo, lo cual a su vez mostró mejores resultados en sus tratamientos evaluados, además de que la melaza se vuelve una fuente de carbono oportuna para las plantas.

4.2. EXPERIMENTO 2

4.2.1. VARIABLES RESPUESTA DE BIOINSUMOS

El crecimiento de las plantas de maíz a los 30 DDS fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos evaluados, donde el mayor incremento en altura de planta, diámetro de tallo, longitud radical, masa seca de raíces, masa seca de planta y área foliar fue lograda con la mezcla de melaza + lactosuero + agua de coco, con respecto al tratamiento a base de extracto de algas y al tratamiento control (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de mezcla de bioinsumos en el crecimiento de plantas de maíz a los 30 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud raíz (cm)	Masa seca de raíces (g)	Masa seca de planta (g)	Área foliar (cm ²)
Testigo	57,98 a	1,85 a	48,50 a	0,66 a	2,04 a	362,60 a
Extracto de algas	62,11 b	2,07 b	54,81 b	0,77 b	2,71 b	382,78 ab
Mezcla de bioinsumos	70,03 c	2,24 b	56,17 c	0,80 b	2,81 b	459,56 b
p-valor ANOVA	0,0001	0,0009	0,0001	0,0192	0,0008	0,0147
C.V. (%)	4,18	6,81	1,05	20,66	13,22	13,62

En maíz el mayor crecimiento diario en materia seca reflejado por la TCR, se presentó con la mezcla de bioinsumos y el extracto de algas, más que todo a partir de los 20 y 30 días después de la siembra, donde se aprecia una

tendencia superior al tratamiento testigo (Figura 8). Situación similar se obtuvo para la tasa de asimilación neta (TAN) que refleja el incremento de masa seca por unidad de área foliar diario, donde a partir de los 20 días el efecto de la mezcla de bioinsumos y el extracto de alga se hace evidente con relación al tratamiento testigo que presenta un menor incremento de TAN (Figura 9).

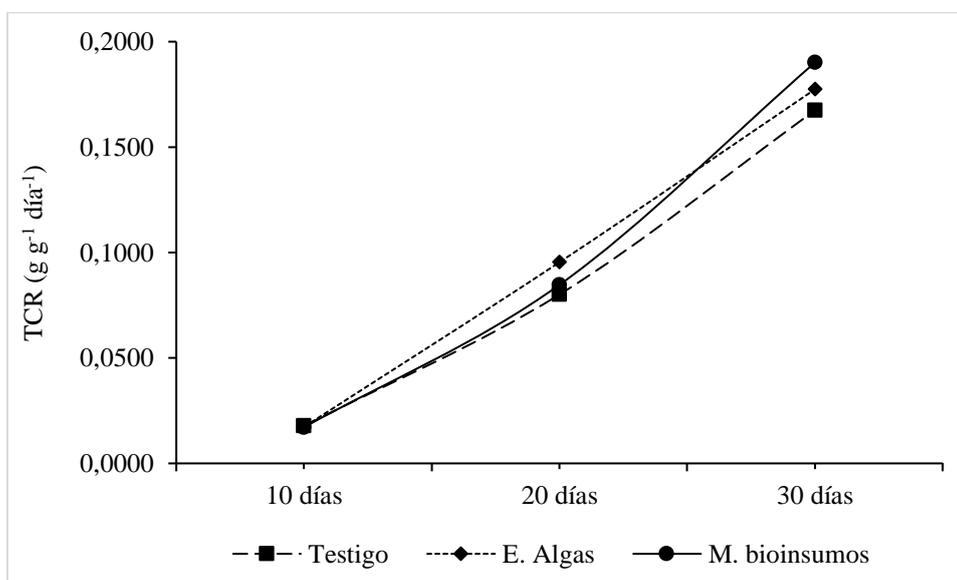


Figura 8. Tasa de crecimiento relativo (TCR) de plántulas de maíz en función de bioinsumos y bioestimulante comercial

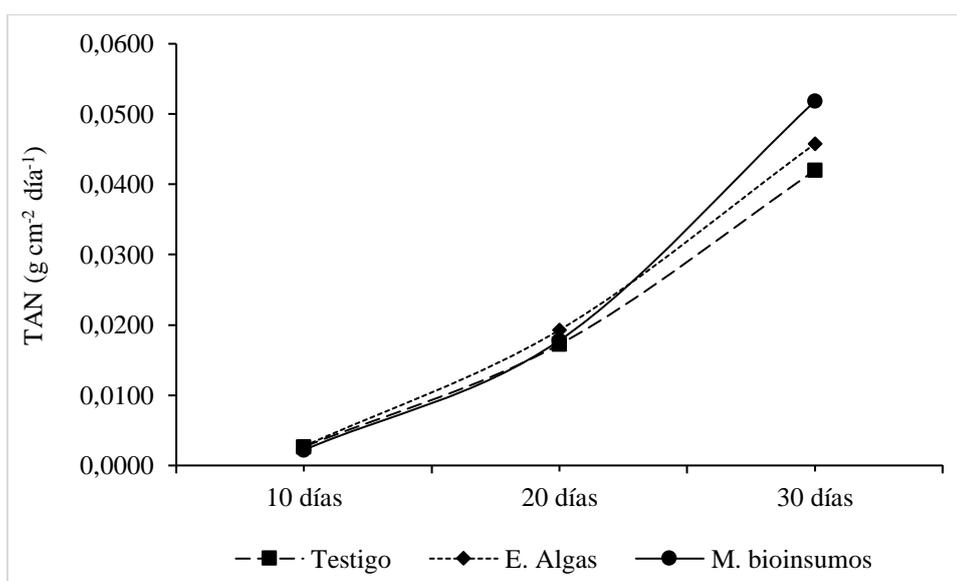


Figura 9. Tasa de asimilación neta (TAN) de plántulas de maíz en función de

bioinsumos y bioestimulante comercial

Para el caso del crecimiento de plantas de frejol a los 30 DDS fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos evaluados, donde el mayor incremento en altura de planta, diámetro de tallo, longitud radical, masa seca de raíces, masa seca de planta y área foliar fue lograda con la mezcla de melaza + lactosuero + agua de coco, con respecto al tratamiento a base de extracto de algas y al tratamiento control (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de mezcla de bioinsumos en el crecimiento de plantas de frejol a los 30 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Longitud raíz (cm)	Masa seca de raíces (g)	Masa seca de planta (g)	Área foliar (cm ²)
Testigo	43,33 a	1,74 a	35,64 a	0,45 a	1,76 a	80,77 a
Extracto de algas	44,71 a b	1,77 a	38,70 b	0,46 a	2,39 b	131,76 b
Mezcla de Bioinsumos	46,90 b	1,84 b	54,93 c	0,52 b	2,40 b	134,89 b
p-valor ANOVA	0,0101	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
C.V. (%)	4,03	1,26	1,73	2,70	8,81	10,96

En cuanto a las curvas de crecimiento del frejol en el tiempo, reflejadas por la TCR y TAN, se aprecia que los tratamientos a base de mezcla de bioinsumos y extracto de alga muestran una mayor tendencia a aumentar la cantidad de masa seca diaria (TCR) y la masa seca por unidad de superficie foliar diaria (TAN), en comparación al tratamiento testigo (Figuras 10 y 11). Estos resultados indican que el frejol responde favorablemente a la aplicación de bioinsumos.

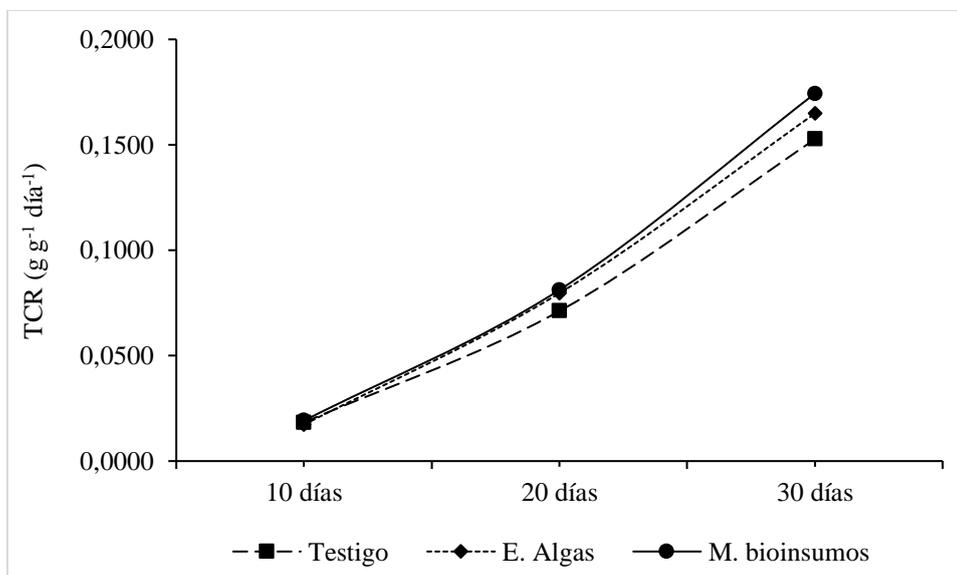


Figura 10. Tasa de crecimiento relativo (TCR) de plántulas de frejol en función de bioinsumos y bioestimulante comercial

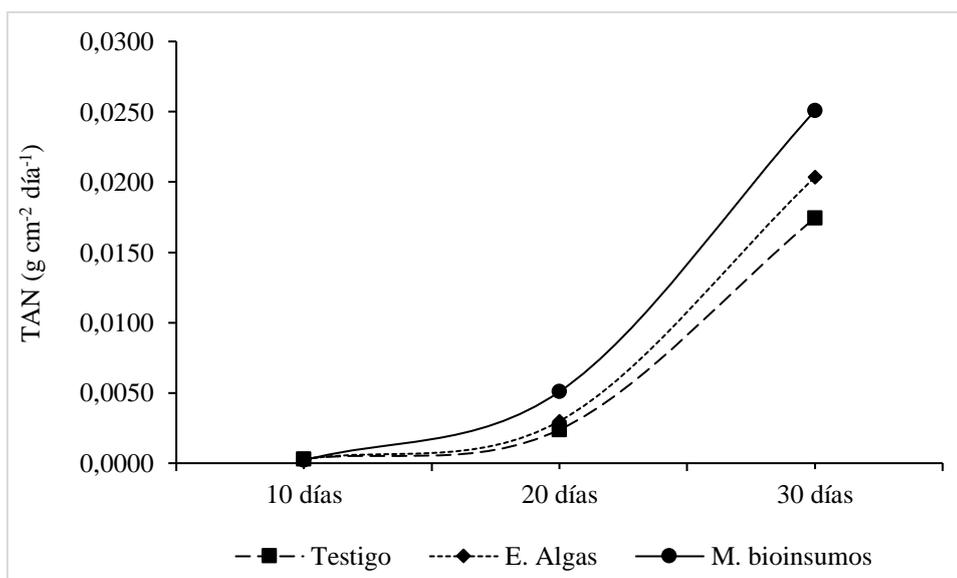


Figura 11. Tasa de asimilación neta (TAN) de plántulas de frejol en función de bioinsumos y bioestimulante comercial

Los resultados obtenidos muestran que el uso de bioinsumos influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz y frejol, por lo que podrían ser considerados para el manejo ecológico de los cultivos. Estos resultados están en concordancia por los obtenidos por Caviglioli y Oliver (2018), quienes reportaron

incrementos de hasta 100,33% de crecimiento de plantas tratadas con melaza y lactosuero, en relación con un tratamiento control.

De igual forma Castaño y Villa (2017), reportaron mayor crecimiento inicial de las plantas utilizando Bioinsumos como melaza y lactosuero. Además, de permitir una mejora en las características nutricionales de las plantas.

Además, Dalzotto (2013), obtuvo resultados favorables al evidenciar que el uso del agua de coco más fertilizantes favorece al crecimiento y desarrollo de las plantas a comparación de los tratamientos donde no se agregó el agua de coco, ya que este funciona como un acelerador, ya que estimula el desarrollo de raíces y aumentando su vigor.

Respecto a los resultados obtenidos a partir de la comparación entre la mezcla de los subproductos industriales (melaza, agua de coco y lactosuero) y el bioestimulante comercial a base de algas, se obtuvo que para ambos experimentos la mezcla de Bioinsumos presentó una mayor eficacia con respecto al tratamiento comercial y el testigo, siendo la altura, el crecimiento radicular y foliar los que presentaron efectos con diferencias significativas, tal como lo señalan Akay y Sert (2020) ; Darmawan et al. (2020); y Dawood et al (2019) en sus investigaciones, donde indican que las propiedades de los subproductos industriales tales como el suero, la melaza, el agua de coco, entre otros, debido a su alto contenido de nutrientes orgánicos y minerales, que promueven un mayor crecimiento de las raíces y la planta en general.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los subproductos industriales como melaza, lactosuero y agua de coco fueron efectivos como bioestimulantes para potenciar el crecimiento temprano de plantas de maíz y fréjol.
- Las dosis con mayor efecto bioestimulante en maíz fueron 75, 100 y 100 mL L⁻¹ de melaza, agua de coco y lactosuero, en su orden respectivo. Para fréjol las dosis más efectivas fueron 25, 50 y 100 mL L⁻¹ de melaza, agua de coco y lactosuero, respectivamente.
- La combinación de melaza, agua de coco y lactosuero mostró una eficacia similar al bioestimulante comercial en el crecimiento de plantas de maíz y fréjol.

5.2. RECOMENDACIONES

- El uso combinado de melaza, agua de coco y lactosuero en dosis efectivas, puede ser recomendado como bioestimulante para potenciar el crecimiento de plántulas de maíz y fréjol.
- Realizar estudios similares con melaza, lactosuero y agua de coco en otros cultivos de importancia económica

BIBLIOGRAFÍA

- Agroactivo. (2019). *Agroactivo*. Obtenido de Agroactivo: <https://agroactivocol.com/produccion-agricola/el-coco-un-aliado-en-la-agricultura-subproductos/#:~:text=Posee%20un%20pH%20neutro%20que,el%20desarrollo%20de%20las%20ra%C3%ADces.>
- Arana, M., Rengifo, S, y Chico, J (2015). GERMINACIÓN *in vitro* DE *Dianthus caryophyllus* EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO. obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO-PC/Downloads/2009-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5900-1-10-20180817%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO-PC/Downloads/2009-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5900-1-10-20180817%20(2).pdf)
- Arjona, H., Herrera, J., Gómez, J. y Ospina, J. (2015). Evaluación de la aplicación de urea, melaza y aminoácidos sobre el crecimiento y rendimiento de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L. Grupo cepa) híbrido yellow granex, en condiciones de la Sabana de Bogotá. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180318264010.pdf>
- Caballero, D. &. (2015). *Identificación de microcentros en el “proyecto producción, uso sostenible y conservación de dos cultivares tradicionales de maíz (chulpi y negro) en la Sierra del Ecuador*. Quito-Ecuador: Quito, EC: INIAP/ESPOCH.
- Castaño, G. y Villa, M. (2017). Utilización de lactosuero y melaza como aditivo en la elaboración de ensilaje de Cuba OM-22 (*Cenchrus purpureus* x *Cenchrus glaucum*). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802017000100006
- Cavigioli, J. y Oliver, M. (2018). “Efectos del purín de ortigas sobre el crecimiento

de plantas de lechuga”. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/71089/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Certis. (06 de 04 de 2021). *certise*. Obtenido de certise: <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/que-es-un-bioestimulante-como-puede-mejorar-la-calidad-de-tu-cosecha#:~:text=Los%20bioestimulantes%20hacen%20referencia%20a,alg unas%20de%20sus%20caracter%C3%ADsticas%20agron%C3%B3micas.>

Cosmos. (2021). *cosmos online*. Obtenido de cosmos online: <https://www.cosmos.com.mx/wiki/frijol-4bdr.html#:~:text=Generalidades%20del%20Frijol&text=El%20frijol%20es%20la%20semilla,les%20nombre%20de%20igual%20manera.>

Dalzotto, C. (2013). EFECTO DE MEDIOS DE CULTIVO EN EL CRECIMIENTO *IN VITRO* DE *Oncidium bifolium* SIMS. “FEDERAL”. Obtenido de http://www2.fca.uner.edu.ar/rca/Volumenes%20Anteriores/Vol%20Ante%2017/rca_17_1-2_pdf/RCA_202_OFICIO_Final.pdf

Disagro. (2020). *disagro*. Obtenido de disagro: <https://www.disagro.com/categoria/bioestimulantes>

Florvil, F. (Octubre de 2019). *Diversidad morfológica, contenido de minerales y compuestos bioactivos en granos de frijol comun*. Obtenido de Diversidad morfológica, contenido de minerales y compuestos bioactivos en granos de frijol comun: <http://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3432/1/Felson%20Florvil.pdf>

Gimeno, J. (Agosto de 2020). *ecomaria*. Obtenido de ecomaria: <https://ecomaria.com/blog/suero-leche-fungicida-plantas/#:~:text=Este%20subproducto%20l%C3%A1cteo%20puede%20usarse,respetuosa%20con%20el%20medio%20ambiente.>

- Goerge, S. (20 de 11 de 2021). *ehowenespanol*. Obtenido de ehowenespanol: https://www.ehowenespanol.com/efectos-melaza-cosechas-info_198233/
- Goerge, S. (2021). *Los efectos de la melaza en las cosechas*. Obtenido de EHOW: https://www.ehowenespanol.com/efectos-melaza-cosechas-info_198233/
- IBEROAMERICANA, A. (2020). *AGENCIA IBEROAMERICANA*. Obtenido de AGENCIA IBEROAMERICANA: <https://www.dicyt.com/noticias/utilizan-un-subproducto-del-queso-para-abonar-suelos>
- Intagri. (09 de 03 de 2016). *El índice de área foliar y su relación con el rendimiento del cultivo de maíz*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf#:~:text=El%20%C3%ADndice%20de%20%C3%A1rea%20foliar,tambi%C3%A9n%20expresado%20en%20m2>.
- INTAGRI. (2016). *Uso de Extractos de Algas (Ascophyllum nodosum) como bioestimulantes en Agricultura*. Obtenido de INTAGRI: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum#:~:text=Ascophyllum%20nodosum%2C%20una%20alga%20con%20uso%20potencial%20para%20la%20agricultura.&text=Los%20extractos%20de%20Ascophyllum%20nodosum,nutrientes%20pre>
- Ketterings, Q., Czymmek , K., Gami , S., Godwin, G., & Ganoe , K. (24 de octubre de 2017). *Acid Whey application*. Obtenido de <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/files/AcidWheyGuidelines2017.pdf>
- Library. (2022). *Altura de Planta* . Obtenido de <https://1library.co/article/altura-de-planta-medici%C3%B3n-de-variables-respuesta.8yd2p8jq>
- Llanqui, E. (2011). *EFFECTO DEL AGUA DE COCO EN LA MICROPROPAGACIÓN DEL PLÁTANO (Musa AAB) Y BANANO (Musa AAA) EN MEDIOS DE CULTIVO SÓLIDO Y LÍQUIDO*. Obtenido de UMSA:

<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/7713>

Masaquiza, J. C. (2016). "VALORACION DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN RELACION CON. Obtenido de "VALORACION DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN RELACION CON: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24084/1/tesis%20005%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Juan%20carlos%20Masaquiza%20-%20cd%20005.pdf>

Medjdoub, D. R. (2020). LA ALGAS MARINAS Y LA AGRICULTURA. *bioracionales*, 3.

Melanie Arana-Paredes, S. R.-R. (2015). GERMINACIÓN in vitro DE *Dianthus caryophyllus* EN DIFERENTES MEDIOS DE cultivo. *SAGASTEGUIANA*, 12.

Oña, K. (2018). Efecto de la aplicación de suero ácido de leche en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a453ba0f-6d66-4c72-809b-a35b8ac9268a/content>

Ordoñez, M. A. (2022). *Agua De Coco Como bioestimulante en Fertilización Orgánico*. Obtenido de ZAMNESIA: <https://www.zamnesia.es/blog-agua-coco-fertilizante-organico-cannabis-n1766#:~:text=El%20agua%20de%20coco%20es,de%20la%20planta%20en%20general>.

Paliwal, R. (2017). *FAO.ORG*. Obtenido de *FAO.ORG*: <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s02.htm#:~:text=El%20ma%C3%ADz%20es%20de%20gran,la%20de%20cualquier%20otro%20cultivo>.

PATIÑO, C., MOSQUERA, F., & TULIO, R. (2011). *EFFECTO INDUCTOR DEL AGUA DE COCO SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y BROTAMIENTO DE LOS CORMOS DE LA HIERBA DE LA EQUIS *Dracontium grayumianum**. Obtenido de Redalyc:

<https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027887010.pdf>

Pilar Buera , M., & Román Santagapita, P. (10 de 09 de 2016). *Aprovechamiento de subproductos y valorización de recursos autóctonos: interrelación investigación-producción-desarrollo y sociedad*. Obtenido de CYTED: <https://www.cytmed.org/sites/default/files/Aprovechamiento%20de%20subproductos%20y%20valorizacion%20%20de%20recursos%20autoctonos-%20interrelacion%20%20investigacion%20-%20produccion%20-%20desarrollo%20y%20sociedad.pdf>

Rubio M. (2020) Evaluación de una enmienda cálcica activada con melaza y levadura como acondicionador de suelos disturbados del Ingenio Tres Valles. obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cf32011c-f77e-4092-9a55-c95b8ec291fc/content>

Sancllemente Reyes, Ó., García Arboleda, M., & Valencia Trujillo, F. (2011). *Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña (Saccharum officinarum)*. Obtenido de [file:///C:/Users/Jonathan/Downloads/Dialnet-EfectoDelUsoDeMelazaYMicroorganismosEficientesSobr-3903435%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Jonathan/Downloads/Dialnet-EfectoDelUsoDeMelazaYMicroorganismosEficientesSobr-3903435%20(2).pdf)

Sanferman, D. M. (2018). Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2.

Secrets, S. (29 de Marzo de 2018). *Soft Secrets*. Obtenido de Soft Secrets: <https://softsecrets.com/es-ES/articulo/todo-sobre-la-melaza>

VESGA, R. (2018). *EFFECTO DE UN BIOESTIMULANTE A BASE DE ALGAS MARINAS Ascophyllum nodosum SOBRE LA LONGITUD DEL TALLO Y EN LA PRODUCCIÓN DE ROSA TIPO EXPORTACIÓN, VARIEDADES VULCANO Y TRESSOR, EN FLORES DE BOJACÁ S.A.S*. Obtenido de Unillanos:

<https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1368/Efecto%20de%20un%20Bioestimulantes%20a%20Base%20de%20Algas%20Marinas....pdf;jsessionid=93648F7376DED8449FC0894BE7D3F7A6?sequence=2>

Watson , K., Peterson , A., & Powell , R. (01 de 11 de 2018). *Water environment federation whey on agricultural land*. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/25039215>

Liu, G., Yang, Y., Guo, X., Liu, W., Xie, R., Ming, B., Xue, J., Wang, K., Li, S., & Hou, P. (2023). A global analysis of dry matter accumulation and allocation for maize yield breakthrough from 1.0 to 25.0 mg HA⁻¹. *Resources, Conservation and Recycling*, 188, 106656. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106656>

ANEXOS

ANEXOS 1



Inicio Del Experimento 1



Aplicación de agua de coco a los 30 días



Midiendo cuadrantes del frejol



Evaluando masa seco en el laboratorio

ANEXOS 2



APLICACIÓN DE FUNGICIDA



FUNGICIDAS APLICADOS



Midiendo el diametro del tallo del Maiz



Evaluacion de Laboratorio

ANEXOS 3



Aplicación de subproductos para las mejores dosis



Llevando las plantas a el laboratorio

Midiendo la tercer hoja para calcular



Midiendo para calcular el Área foliar

Ubicando las plantas evaluada a la estufa

ANEXOS 4



Evaluando masa seca planta a los 30 días



Inicio del Experimento 2



Inicio del experimento 2 Frejol



Inicio del experimento 2 Maiz



Plantas de Maíz a los 30 DDS



Ultima evaluación del experimento 2

ANEXOS 5



Aplicación de los bioinsumos a los 30 DD



Evaluacion a los 20 DDS



Midiendo longitud de Raiz



Cultivo de Maíz a los 30 DDS 2 Exp

ANEXOS 6



Plantas de frejol a los 30 DDS 2 Exp.



Raices de frejol a los 30 DDS 1Exp



Plantas de Frejol 30 DDS 1Exp



Plantas de Maíz a los 30 DDS 1 Exp

ANEXOS 7



Plantas de Maíz a los 30 DDS 1 Exp



Raíces de maiz a los 30 DDS 2 Exp