



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

Dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz

## **TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

## **AUTOR:**

Bach. Cervera Timaná Edison Moises

## **ASESOR:**

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. (0000-0001-6666-4721)

Lambayeque noviembre de 2024

## TESIS

Dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz

### AUTOR:

Bach. Cervera Timaná Edison Moises

### ASESOR:

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

**Aprobada por el siguiente jurado**



---

**Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.**  
**Presidente**



---

**Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.**  
**Secretario**



---

**Ing. Allan Joel Arriola Vega, M. Sc.**  
**Vocal**



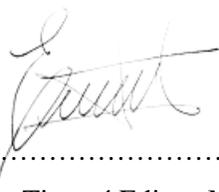
---

**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.**  
**Patrocinador**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Cervera Timaná Edison Moises investigador principal, e Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. asesor, del trabajo de investigación: “DOSIS DE GEL DE ALOE VERA (ALOE BARBADENSIS MILLER) Y TIEMPO DE REMOJO EN LA PRODUCCIÓN DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE MAÍZ”, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, abril de 2024



.....  
Bach. Cervera Timaná Edison Moises

**Investigador**



.....  
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.

**Asesor**

## RESULTADO DE INFORME DE SIMILITUD

Dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>documents.mx</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>Garner, Taisha D.. "The Literacy Achievement Gap Between Male and Female Elementary School Students and Teacher Perceptions on How to Close This Gap", Houston Baptist University, 2024</b> Publicación	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>assets.ctfassets.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>4</b>	<b>da Silva, Liliana Marília Lage. "A Bioatividade do Xarope de Aloé Barbadensis Miller: Uma Antiga Receita de Frades Franciscano", Universidade de Lisboa (Portugal), 2024</b> Publicación	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	<b>Diner Mori-Mestanza, Darwin Perez-Ruiz, Veronica Zuta-Chamoli, Guillermo Idrogo-Vasquez et al. "Determination of the phenoli</b>	<b>&lt;1</b> %

  
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.  
DNI 16680503  
Asesor

## RECIBO DIGITAL



### Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Edison Moises Cervera Timaná  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Dosis de gel de aloe vera (Aloe barbadensis Miller) y tiempo ...  
Nombre del archivo: 10\_TESIS\_PARA\_SUSTENTACION\_MOISES\_CERVERA.pdf  
Tamaño del archivo: 827.04K  
Total de páginas: 55  
Total de palabras: 16,523  
Total de caracteres: 74,946  
Fecha de entrega: 10-nov.-2024 07:51p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2514981235



  
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.  
DNI 16680503  
Asesor

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Yo, Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr., docente/Asesor de Tesis/revisor del trabajo de investigación del bachiller EDISON MOISES CERVERA TIMANA, quien realizó trabajo titulado:

**“Dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz”**, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 11%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen un plagio. Por lo que, a mi entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”

Lambayeque, noviembre de 2024



---

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.  
DNI 16680503  
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN



00417

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS DEL BACHILLER EN INGENIERIA ZOOTECNA DEL Sr. EDISON MOISES CERUERA TIMANA PARA OPTAR EL GRADO DE INGENIERO ZOOTECNISTA.

En la ciudad de Lambayeque siendo las 11.00 am. del día 12 de noviembre del 2024, en la Sala de Sustentación de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional de Lambayeque, se reunieron los miembros del Jurado de la tesis que se modificó la designación del Jurado de tesis mediante la resolución N° 208-2024-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 08 de noviembre del 2024. Ing. Alejandro Flores Poiva, Msc. (Presidente) Ing. Benito Bautista Espinoza Msc. (Secretario), Ing. Allan Joel Arriola Vega, M.Sc., (Vocal) Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, DI. (Asesor), presentado por el Bachiller Sr. Edison Moisés Ceruera Timana, habiéndose aprobado el referido proyecto de tesis mediante la resolución N° 185-2024-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 13 de octubre de 2023. El Jurado de tesis se encargo de recibir y dictaminar sobre el trabajo titulado "DOSIS DE GEL DE ALOE VERA (Aloe barbadensis Miller) Y TIEMPO DE REMOJO EN LA PRODUCCION DE GERMINADO HIDROPONICO DE MAIZ".

Presentado y Expuesto el trabajo de tesis cuyo tesis fue autografiado para su sustentación mediante la resolución N° 213-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 11 de noviembre de 2024, formuladas las preguntas por los miembros de Jurado, dado las respuestas por el estudiante y las adiciones por el asesor, el Jurado luego de deliberar acordó aprobar el trabajo de tesis con un puntaje de 20 teniendo un calificativo de EXELENTE, debiendo consignarse en el informe final sus sugerencias dadas por parte del jurado durante la sustentación.

Por lo tanto el Sr. Bachiller Edison Moises Ceruera Timana, se encuentra apto para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Alejandro Flores Poiva Msc. Presidente

Ing. Benito Bautista Espinoza Msc. Secretario

Ing. Allan Joel Arriola Vega Msc. Vocal

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez DI. Asesor.

## **DEDICADORA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios, mi hija, mis padres, mis hermanos, mi esposa y a mi asesor. A Dios por haberme acompañado en mi camino en cada paso, cuidándome y brindándome fortaleza para continuar, a mi hija quien fue mi motor y motivo de salir adelante para lograr mis metas, a mis padres quienes me acompañaron a lo largo de mi vida y siempre velando por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo a cada momento, a mis hermanos quienes siempre estuvieron deseosos de que pueda llegar muy lejos en la vida, a mi esposa que siempre me alentaba y confiaba en mi en cada reto que se presentaba sin duda ni un solo instante de mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que hoy día soy lo que soy. Los amo y adoro con toda mi alma.

*Edison Moises Cervera Timaná*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por haberme guiado en mi camino de felicidad en todo momento, en segundo lugar, a cada uno de los miembros de mi familia a mi MADRE Doris Timaná, mi PADRE Marcos Cervera, mi HIJA Juliet Cervera, mis HERMANOS Moises Requejo, Andrea Requejo y Ernesto Requejo, mi segunda familia mis PADRES Eulogio Requejo y Andrea Zegarra, mi ESPOSA Kattia Vera y todos mis TIOS, agradezco a todos por siempre haberme dado su fortaleza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último, a mis amigos quien de alguna manera me apoyaron en terminar mi proyecto de tesis y a mi asesor quien me brindo su ayuda, sus enseñanzas y su tiempo para hacer que este proyecto se haga realidad.

*Edison Moises Cervera Timaná*

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
Resumen	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. DISEÑO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	5
II. MÉTODOS Y MATERIALES	18
2.1 Tipo y Diseño de estudio	18
2.2 Lugar y duración	18
2.3 Tratamientos evaluados	18
2.4 Materiales	19
2.5 Instalaciones y equipo	19
2.6 Técnicas experimentales	20
2.7 Variables evaluadas	21
2.8 Evaluación de la información	22
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico (GH) de maíz (Zea mays) por Tratamiento	24
3.1.1 Producción de Germinado Hidropónico (GH) por bandeja (TCO)	24
3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico (GH) de maíz de cada tratamiento en base fresca (TCO) y base seca (BS)	24
3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)	25
3.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	26
3.1.5 Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	27
3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg)	28
3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	29
3.1.8 Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)	30
3.2 Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por Tratamiento	31
3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)	31
3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada	32
3.3 Costos de producción de los tratamientos evaluados	33
3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados	33
IV. CONCLUSIONES	35
V. RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA CITADA	37
ANEXOS	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo	11
Tabla 2. Características del germinado hidropónico de maíz según densidad de siembra	12
Tabla 3. Componentes químicos de la planta de Aloe vera (barbadensis Miller)	15
Tabla 4. Resumen de la composición química de Aloe vera	16
Tabla 5. Esquema de análisis de varianza	23
Tabla 6. Peso de Germinado Hidropónico de bandeja a la cosecha según tratamiento (Kg)	24
Tabla 7. Composición química de Germinado Hidropónico de maíz por tratamiento (100% MS)	25
Tabla 8. Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metro cuadrado decada tratamiento (Kg)	26
Tabla 9. Producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	27
Tabla 10. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	28
Tabla 11. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	29
Tabla 12. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	30
Tabla 13. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	31
Tabla 14. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).	32
Tabla 15. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).	33
Tabla 16. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)	33
Tabla 17. Costo de producción de germinado hidropónico	34

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Costo de producción de materia seca de germinado hidropónico de maíz (S/)	34
--	----

## RESUMEN

### **Dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz**

El estudio se realizó en la provincia y distrito de Lambayeque del 1 al 15 de abril de 2024 y tuvo como objetivos: a) Determinar la mejor interacción entre la dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz, b) Determinar el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) de MS, PC, EE, FC y CEN de cada tratamiento; c) Determinar la mejor productividad (kg/kg de semilla procesada) de GH en base fresca y materia seca y d) Determinar el tratamiento más económico para producir un kg de GH de maíz en base fresca (TCO) y de materia seca (MS). Se implementaron 9 tratamientos definidos por la interacción de los factores dosis de gel de aloe vera (0, 5 y 10%) y tiempo de remojo (2, 12 y 24 horas). Se utilizó un Diseño Completo al Azar con arreglo factorial con igual número de repeticiones (6 bandejas). El análisis de varianza no halló diferencias estadísticas entre tratamientos (>0.05) para el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) de GH y MS, pero si presentó diferencias estadísticas en el rendimiento de PC, EE, FC y CEN/m<sup>2</sup> (p<0.05) así como en productividad (p<0.05) en el rendimiento de materia seca (Kg/kg de semilla), presentando los mejores resultados y más económico el tratamiento que utilizó 10% de aloe vera durante el remojo por 12 horas.

**Palabras clave:** Hidroponía, Maíz, Aloe vera.

## SUMMARY

### **Dosage of aloe vera gel (*Aloe barbadensis* Miller) and soaking time in the production of hydroponic corn sprouts)**

The study was carried out in the province and district of Lambayeque from April 1 to 15, 2024 and had the objectives: a) Determine the best interaction between the dose of aloe vera gel (*Aloe barbadensis* miller) and soaking time in production of hydroponic corn sprouts, b) Determine the yield (kg/m<sup>2</sup>) of DM, PC, EE, FC and CEN of each treatment; c) Determine the best productivity (kg/kg of processed seed) of GH on a fresh basis and dry matter and d) Determine the most economical treatment to produce one kg of GH of corn on a fresh basis (TCO) and dry matter (DM). . 9 treatments defined by the interaction of the factors dose of aloe vera gel (0, 5 and 10%) and soaking time (2, 12 and 24 hours) were implemented. A Complete Randomized Design with factorial arrangement with equal number of repetitions (6 trays) was used. The analysis of variance did not find statistical differences between treatments (>0.05) for the yield (kg/m<sup>2</sup>) of GH and DM, but it did present statistical differences in the yield of CP, EE, FC and CEN/m<sup>2</sup> (p<0.05). as well as in productivity (p<0.05) in dry matter yield (Kg/kg of seed), presenting the best results and the most economical the treatment that used 10% aloe vera during soaking for 12 hours

**Keywords:** Hydroponics, Corn, Aloe vera.

## INTRODUCCIÓN

La progresiva urbanización de los campos agrícolas por área de vivienda para personas viene disminuyendo el desarrollo de áreas forrajeras en Lambayeque motivo por el cual se vienen desarrollando trabajos en germinado hidropónico que es una técnica agrícola estacionaria que permite cultivar en lugares donde hay condiciones ambientales limitantes (Albuja et al., 2021) que son necesarios para su buen crecimiento y desarrollo (Beltrano, J. Y Giménez, D., 2015) pero los niveles de productividad en el maíz son moderados lo cual obliga a seguir investigando estrategias que puedan mejorar los indicadores de rendimiento por kg de semilla procesada. Se ha estudiado el uso de gel de sábila en la producción de diferentes cultivos con resultados satisfactorios, sin embargo, no se ha evaluado su influencia en la semilla de maíz para producir germinado hidropónico que podría ser utilizado para ayudar en esta tecnología.

### **Formulación del problema**

Se ha formulado la siguiente interrogante: ¿Existe una interacción entre la dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo para optimizar la producción de germinado hidropónico de maíz?

### **Hipótesis**

Si existe una interacción entre la dosis de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y tiempo de remojo para optimizar la producción de germinado hidropónico de maíz.

### **Justificación del estudio**

El presente trabajo se justifica porque busca determinar si existe una interacción entre la dosis de gel de aloe vera y tiempo de remojo para optimizar la producción de germinado hidropónico de maíz aprovechando el efecto alelopático del gel de aloe vera y el maíz.

**Objetivos:**

**Objetivo general.**

Determinar la mejor interacción entre la dosis de gel de aloe vera (*Aloes barbadensis* Miller) y tiempo de remojo en la producción de germinado hidropónico de maíz.

**Objetivos específicos.**

Determinar el rendimiento por metro cuadrado de las siguientes variables:

Producción de materia seca.

Producción de proteína cruda.

Producción de fibra cruda

Producción de extracto etéreo

Producción de cenizas

Determinar el rendimiento por kg de semilla de maíz:

Producción de Germinado Hidropónico

Producción de materia seca de Germinado Hidropónico

Determinar el costo de producción de Germinado Hidropónico de maíz de los tratamientos evaluados

# I. DISEÑO TEÓRICO

## 1.1 Antecedentes

Para producir germinado hidropónico se debe utilizar una densidad de siembra de 2,4 a 3,4 kilos de semillas por metro cuadrado, recordando no superar 1,5 centímetros de altura en la bandeja; realizando una cosecha entre los 10 a 15 días de haber sembrado con un rendimiento de 12 a 18 kilos de forraje por cada kilo de semilla (FAO, 2001)

En Lambayeque se investigó la mejor concentración (%) de dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), dosis de dilución (ml/L agua) y tiempo de desinfección en producción de germinado hidropónico de cebada evaluando 13 tratamientos desinfectando la semilla con diferente concentración de ClO<sub>2</sub>, dosis de dilución y tiempo de aplicación contrastados contra un testigo desinfectado con lejía por 2 horas (T0); ClO<sub>2</sub> al 2.5% con dosis de 0.25 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T1 y T2) respectivamente; ClO<sub>2</sub> al 2.5% con dosis de 0.50 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T3 y T4) respectivamente; ClO<sub>2</sub> al 2.5% de concentración, con dosis de 0.75 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T5 y T6) respectivamente; ClO<sub>2</sub> al 5%, con dosis de 0.25 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T7 y T8) respectivamente; ClO<sub>2</sub> al 5%, con dosis de 0.50 ml /L de agua durante 15 y 30 minutos (T9 y T10) respectivamente; ClO<sub>2</sub> al 5%, con dosis de 0.75 ml/L de agua durante 15 y 30 minutos (T11 y T12) respectivamente. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con igual número de repeticiones (5 bandejas) y prueba de comparación múltiple de Tuckey. Se hallaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), el mejor rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) de MS, EE, FC y CEN; productividad de MS y GH (Kg/kg de semilla) y costo más económico se logró desinfectando la semilla de cebada con una concentración de ClO<sub>2</sub> al 5% con una dosis de dilución de 0.5 y 0.75 ml/L de agua durante 30 minutos (T10 y T12) respectivamente entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ). El mejor rendimiento de PC/m<sup>2</sup> lo presentó T2 superando en 0.02 kg al rendimiento de T10 y T12 (Damian, 2022).

Para semillas de cebada, trigo y avena se esperan rendimientos de 6 a 8 kilos de FVH por cada kilo de semilla (Tarrillo, 2005).

Se evaluó la restricción de luz en la etapa de producción del Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) y sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) en Lambayeque. Todos los rendimientos del maíz superaron a los del sorgo escobero y dentro de los tratamientos de maíz los mejores resultados los obtuvo restringiendo la luz de manera parcial durante la etapa de producción del Germinado Hidropónico obteniendo los siguientes rendimientos por metro cuadrado: 17.51 kg de GH en base fresca y en base seca: 3.94 kg de materia seca; 0.67 kg de proteína cruda; 0.14 kg de extracto etéreo; 0.54 kg de fibra cruda y 0.13 kg de cenizas. En todo el procedimiento se utilizó agua pura. En productividad por kg de semilla de maíz procesada obtuvo 8.22 kg de GH en base fresca y 1.85 kg de MS. A nivel del sorgo escobero con restricción de luz obtuvo los siguientes rendimientos por metro cuadrado: 8.66 kg de GH en base fresca y en base seca: 2.02 kg de materia seca; 0.23 kg de proteína cruda; 0.07 kg de extracto etéreo; 0.25 kg de fibra cruda y 0.06 kg de cenizas. En productividad por kg de semilla de sorgo escobero procesada obtuvo 3.25 kg de GH en base fresca y 0.76 kg de MS (Martínez, 2017).

Se evaluaron 4 dosis de aplicación (ml/L) de proteína hidrolizada líquida de tilapia (PHL) en el agua de riego (1; 0.75; 0.50; 0) y 2 tiempos de aplicación (24 y 48 horas) antes de concluir la etapa de germinación en el proceso de GH de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque. Los mejores resultados los obtuvo aplicando 1ml PHL/L de agua durante 48 horas antes de concluir la etapa de germinación. Los rendimientos por metro cuadrado que obtuvo fueron: 9.53 kg de GH en base fresca y en base seca: 1.81 kg de materia seca; 0.24 kg de proteína cruda; 0.09 kg de extracto etéreo; 0.10 kg de fibra cruda y 0.25 kg de cenizas (Chapoñan, 2018).

Se investigó el efecto alelopático de Aloe vera (L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de siete especies de plantas. El experimento se llevó a cabo en placas de Petri y se evaluaron extractos de hojas frescas de A. vera en diversas concentraciones (2, 4, 6, 8 y 10%) sobre la germinación, la longitud de las plántulas y el peso fresco y seco de plántulas de cebada, trigo, soja, calabaza oleaginosa, radicchio, rúcula y lechuga. El efecto de los extractos de agua dependió de la concentración del extracto y de las especies de prueba. El extracto con concentraciones superiores al 2% redujo la germinación de las semillas de cebada y lechuga, mientras que se observó un efecto positivo en la calabaza oleaginosa. La mayor disminución de la longitud de la raíz

se registró para la lechuga en un 41,6%, mientras que la longitud de la raíz de la calabaza oleaginosa aumentó hasta un 49,9%. Los extractos de agua aumentaron significativamente la longitud de los brotes de trigo, soja y calabaza oleaginosa. Se observaron efectos tanto positivos como negativos en el peso fresco de las plántulas de las especies de prueba, mientras que el peso seco de las plántulas se redujo solo para la cebada en todos los tratamientos, y para la lechuga en el tratamiento con concentración de extracto del 4%. Entre las especies de prueba, la cebada demostró ser la más sensible en todos los parámetros medidos, excepto en la longitud de la raíz (Baličević, et. al., 2018).

Se evaluó la aplicación de gel de Aloe vera en la base de las estaquillas comparándolas con el uso de ácido indol butírico (IBA), para las distintas épocas del año. En cada fecha se trataron las estaquillas con tres concentraciones de IBA y tres de gel de Aloe vera. A los 15, 30 y 60 días de establecido el ensayo se realizaron las evaluaciones de 1) número de estaquillas con raíz; 2) número de raíces por estaquilla; 3) longitud total de raíces (cm); 4) número de estaquillas con raíz (porcentaje de enraizamiento); 5) recuento de estaquillas muertas. Los datos fueron sometidas a un análisis de varianza con test de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ). Se concluye que la época más propicia para multiplicar orégano por estaquillas es la primavera y con extracto de gel de Aloe de 150 g de gel de Aloe por kg de estaquillas fue la que presentó los mayores porcentajes de estaquillas enraizadas, con mayor número de raíces por estaquilla y mayor longitud total de las mismas, acelerando producción de plantines en vivero (Boschi, et. al., 2017).

La producción de chile habanero en Yucatán, demanda plántulas de calidad al momento del trasplante, lo que ha llevado al uso de reguladores de crecimiento, que si bien es cierto potencializan la germinación y desarrollo de las plantas, también incrementan los costos de producción. Por tal motivo se están buscando alternativas de producción que reduzcan los costos, razón por la cual, se ha puesto la mirada en el gel de la sábila, cuya composición química reporta la presencia de fitohormonas como las giberelinas y el ácido salicílico. Para estudiar la respuesta del gel de sábila en la emergencia y desarrollo de la raíz y vástago en plántulas de chile habanero, se sembraron 500 semillas de chile habanero variedad “Mayapan”, en grupos de 100, previamente embebidas en 100 mL de gel de sábila. al 0, 2.5, 5, 10 y 20%, durante 24 h. Los resultados obtenidos demuestran

que la imbibición de las semillas de chile habanero en una solución con 5 % de gel de sábila reduce cuatro días la emergencia y favorece hasta en un 18 % el desarrollo radicular, la altura de la planta y biomasa fresca total; 11% el diámetro del tallo y 13% número de hojas (Tucuch, 2022).

Se realizó una investigación con el objetivo de analizar el comportamiento de los efectos de diferentes enraizantes y sustratos en la reproducción asexual y desarrollo de plántulas de ficus (*Ficus benjamina*). El estudio se llevó a cabo en el vivero comercial, ubicado en el cantón El Triunfo, provincia Guayas, Ecuador. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial 2x4, con 4 repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables: prendimiento, vigor de plantas, emisión de brotes, longitud de raíces y peso de raíces a los 60 días después de la siembra. Se utilizaron diferentes tratamientos con sustratos a base de arena de río, hojarasca de cacao y tierra amarilla, en los cuales se evaluó la efectividad de diferentes combinaciones de gel de aloe y agua de coco, como enraizantes, frente a una formulación comercial del regulador fisiológico ácido naftalacético (ANA). El mejor tratamiento para enraizamiento y propagación fue tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de aloe, cuyo porcentaje de prendimiento alcanzó 54,17% y 1,95 brotes, superando a la hormona comercial, que llegó a un prendimiento de 41,67% y 1,15 brotes. Para determinar el efecto económico de los tratamientos, se utilizó como base el precio de vivero de una planta de ficus (\$1,25 USD) y 1000 esquejes propagados como referencia. Así pudo determinarse que el sustrato a base de tierra amarilla + cascarilla de arroz + gel de aloe obtuvo una utilidad de \$165,10 USD con una relación beneficio/costo igual a \$1,41; superando al uso de la hormona comercial en la que la utilidad fue \$195,67 con una relación beneficio/costo de \$0,52. Los resultados indican que la combinación de tierra amarilla y cascarilla de arroz como sustratos y gel de sábila como enraizante natural, constituyen una alternativa a la hormona comercial para la propagación de esquejes de ficus en viveros (Alvarado y Munzón, 2020).

El trabajo se realizó en la Biofábrica de Pinar del Río, con el objetivo de determinar el efecto estimulante del extracto de Aloe vera en la adaptación de vitroplantas de plátano híbrido FHIA-18, se utilizó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres réplicas. Se aplicó el extracto de Aloe vera a los siete y 15 días de trasplantados al umbráculo, en concentraciones del 2, 4 y 6% de forma foliar y al sustrato. Se utilizó

paquete estadístico Statistical Package for Social Science, para Windows, versión 11, 2004, se efectuó un análisis de correlación múltiple y un análisis de varianza; para el procesamiento de los resultados del experimento en caso de diferencia significativa entre tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para 1% y 5 % de probabilidad. Los resultados obtenidos indican que el número de raíces se encuentran estrechamente relacionadas la altura de la planta, longitud de las raíces, diámetro delseudotallo, así como del volumen radical. La supervivencia de las vitroplantas fue de un 100·%. Para la altura, número de hojas y diámetro del seudo tallo, las aplicaciones foliares de Aloe vera al 4 y 6 % fueron las mejores. Para el número de raíces el mejor comportamiento fue la aplicación foliar con el 6% de Aloe, en cuanto a la longitud de las raíces, las aplicaciones foliares con el 4 y 6 % de Aloe vera dieron los mejores resultados. Se destaca que hay un incremento en el volumen radical con los tratamientos al 6% tanto foliar como al sustrato (García et. al., 2020).

Del 1 al 16 de Abril de 2016 en Lambayeque se investigó la acción aislada y combinada de auxinas, giberelinas y citoquininas en Germinado Hidropónico (GH) de dos variedades de maíz (*Zea mays*): “criollo” y “selva” durante la etapa de remojo teniendo como objetivos: a) Determinar la influencia aislada y combinada de giberelinas, auxinas y citoquininas en la producción y valor nutricional de GH de maíz “criollo” y “selva” y b) Evaluar la productividad (Kg Ms y GH/kg de semilla) de los tratamientos y c) Determinar el costo de producción de materia seca de cada tratamiento. Los tratamientos producto de la interacción de maíz criollo y fito estimulantes fueron: con giberelinas (T1); con auxinas (T2); con citoquininas (T3); con solución combinada de los tres fito estimulantes (T4); Con agua pura (T5) y con maíz “selva” se obtuvo: con giberelinas (T6); con auxinas (T7); con citoquininas (T8); con solución combinada de los tres fito estimulantes (T9); con agua pura (T10). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 2 x 5 y prueba de comparación múltiple de Tuckey. Se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando mejor rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) de Proteína cruda, Extracto etéreo, Fibra cruda y cenizas, así como mayor rendimiento de Materia seca y Kg de GH por kg de semilla con la mezcla de auxinas, giberelinas y citoquininas en maíz “criollo” en la etapa de remojo de 12 horas y cosechada a 15 días de edad (Alberca, 2016).

El osmo acondicionamiento de semillas de maíz por 18 horas en los extractos de *Z. officinale* 30 %, *C. zeylanicum* 10 % y *A. indica* 20 % y en bicarbonato de sodio 30 g/L, favorece la germinación y acelera la emergencia de plántulas, lo que proporciona ventajas competitivas durante el proceso de germinación. En todas las variables evaluadas, las concentraciones altas de hidrolatos mostraron un efecto inhibitorio en el crecimiento de plántulas de maíz; pero se observó que aplicados a bajas concentraciones estimulan la germinación (Joya et. al., 2020).

## **1.2 Bases teóricas**

### **1.2.1 Germinación**

La germinación de semillas empieza con la toma de agua por la semilla (imbibición) y finaliza cuando la radícula protruye a través de su cubierta exterior. Este evento incluye numerosos eventos como hidratación de proteínas, cambios de estructuras subcelulares, respiración, síntesis de macromoléculas y alargamiento de células, ninguno de los cuales por sí mismo determina la germinación. Pero sus efectos combinados transforman un embrión en reposo y deshidratado, con metabolismo apenas detectable, en uno que tiene un metabolismo vigoroso que culmina en el crecimiento. La germinación no incluye el crecimiento de la plántula el cual comienza cuando la germinación finaliza (Bewley y Black, 1985).

La germinación es un proceso fisiológico que finaliza con la emergencia del embrión que está contenido en la semilla. Este proceso es influenciado por factores externos e internos. Para que una semilla germine debe ocurrir un proceso de absorción de agua que es conocido como imbibición. Este proceso activa procesos metabólicos que promueven la expansión del embrión, y desarrollo y emergencia de la radícula. La absorción de agua por la semilla es la etapa inicial de la germinación (Mayagüez, 2018).

Las partes de una semilla de maíz (*Zea mays*) que se aprecia en el gráfico 1 son: plúmula (1), radícula (2), cotiledón (3), endospermo (4), pericarpio (5) y punto de cariopsis (6).

Gráfico 1. Partes de una semilla de maíz



Fuente: Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (2010)

Para que la semilla cumpla con su objetivo, es necesario que el embrión se transforme en una plántula que sea capaz de valerse por sí misma, mediante mecanismos metabólicos y morfogenéticos, conocidos como proceso de germinación. El proceso de germinación está constituido por varias fases: i) Absorción de agua por la semilla o imbibición; ii) Activación del metabolismo y proceso de respiración, síntesis de proteínas y movilización de sustancias de reserva; iii) Elongación del embrión y ruptura de la testa a través de la cual se observa salida de la radícula (Melgarejo, 2010)

Se ha demostrado que la aplicación de extractos provenientes de diferentes plantas como la Aloe vera (sábila) y *Zea mays* L. (Maíz) tienen efectos como reguladores de crecimiento sobre otras plantas en su desarrollo. En donde existen diversas formas de aplicar estos extractos, las principales son por inmersión y aspersion, aunque, como alternativa, también se puede aplicar al medio directamente (Rodríguez, 2015).

### 1.2.2 Germinado hidropónico

El cultivo en hidroponía es un cultivo sin suelo y mediante esta técnica se producen plantas principalmente de tipo herbáceo, aprovechando sitios o áreas no convencionales, sin perder de vistas las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua y nutrientes. En el sistema hidropónico los elementos minerales esenciales son aportados por la solución nutritiva (Beltrano y Gimenez, 2015)

Los granos germinados rinden entre cinco a seis veces el peso de la semilla en un periodo de siete a diez días en condiciones adecuadas de temperatura (18 a 26 °C), humedad relativa (70 a 90%), densidad, y buena calidad de semillas. Posee un elevado valor nutritivo y se puede producir durante todo el año. Los granos más utilizados en la producción de germinado hidropónico son el trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare* L.), maíz (*Zea mays* L.) y avena (*Avena sativa*). La cebada es un excelente alimento para animales, estos producen carne de buena calidad, contiene mayores niveles de lisina, triptófano, metionina y cistina que el maíz (Aliaga et al., 2009)

El verdadero valor de una semilla depende de una serie de factores, e indica que son tres los factores que influyen sobre el valor de las semillas:

- 1°. Poder germinativo. - Llamado también coeficiente de germinación. La fórmula para hallarlo es:  $(N^{\circ} \text{ de semillas germinadas} / \text{cantidad semillas sembradas}) \times 100$ . Una semilla cuyo poder germinativo sea menor de 70 % no es aconsejable para sembrarla.
- 2°. Coeficiente de pureza. - Es un factor importante y fácil de determinar con la siguiente formula:  $(100 - (\text{Peso de las impurezas} / \text{Peso inicial total de semilla evaluada}))$ .
- 3°. Valor cultural. - Se calcula con la siguiente fórmula:  $(\text{Coeficiente de pureza} \times \text{coeficiente de germinación}) / 100$ . La mayor cifra que se puede obtener es de 100 y mejor será la semilla, cuanto más se acerque a dicho número (Sian, 2011).

El forraje verde hidropónico presenta las siguientes ventajas: “Ahorro de agua: En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración,

escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Tabla 1). Además, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo del forraje, entre 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Tabla 1. Gasto de agua para producción convencional de forraje en condiciones de campo

ESPECIE	Litros de agua/kg materia seca (promedio de 5 años)
Avena	635
Cebada	521
Trigo	505
Maíz	372
Sorgo	271

Fuente: Carámbula y Terra (2000).

- **Eficiencia en el uso del espacio:** El sistema de producción de FVH puede instalarse en forma modular verticalmente lo que optimiza el uso de espacio útil.
- **Eficiencia en el tiempo de producción:** La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos
  - la cosecha se realiza a los 14 o 15 a pesar que a partir de del día 12 se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH.
- **Calidad del forraje para los animales:** El FVH mide aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y comestible para los animales. Su alto valor nutritivo procede de la germinación de los granos. En general la energía digestible el grano es algo superior (3.3 Mcal/kg) que la del FVH (3.2 Mcal/kg).
- **Costos de producción:** Considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, pérdidas de animales y los costos unitarios de la semilla, el FVH es una alternativa económicamente viable. La ventaja de este sistema es su bajo nivel de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión es significativo (FAO, 2001).

En la tabla 2 se presentan diferentes características del germinado hidropónico de maíz de varios autores según la densidad de siembra presentados por Morales et. al., (2012).

Tabla 2. Características del germinado hidropónico de maíz según densidad de siembra

	Densidad siembra Kg/m <sup>2</sup>	Altura cm	Raíz cm	Rendimiento 1:Kg Base fresca	Cosecha Días
Cuesta, 2009	3.4	21.50	12.30		
Flores, 2004	1.5	25.00			12
López, 2007	2		15.00	9.32	
Muller, 2005	2	26.50			10
Simao, 2009	3	26.50			15
Vargas, 2008	3	27.00		8.03	
Morales et al., 2002	1	28.6+1.01	23.03+4.74	5.27+0.06	10

FUENTE: Morales et. al., 2012

El forraje de granos germinados es un alimento de alto rendimiento, cuyo valor nutritivo es alto y se puede producir todo el año. En el proceso de germinación, las enzimas se movilizan e invaden el interior de las semillas, por lo que ocurre una disolución de paredes celulares por la acción de aquellas. Posteriormente, se liberarán granos de almidón, los cuales son transformados en azúcares y así empieza dicho proceso. El rendimiento del grano germinado es cinco a seis veces el peso de la semilla en un proceso de producción que dura 15 días en condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, densidad y buena calidad de semillas. Los granos más utilizados en la producción de GH son trigo, cebada, maíz y avena (Aliaga, et al., 2009)

Una solución nutritiva es un medio que le provee a la planta el agua y nutrientes necesarios para su buen crecimiento y desarrollo. Una solución nutritiva completa debe tener los siguientes nutrientes; Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). Los mismos son conocidos como macronutrientes (gr/L). Otros elementos como el Hierro (Fe), Molibdeno (Mo), Boro (B), Zinc (Zn), Nickel (Ni) y Cobre (Cu), son los micronutrientes (mg/L). La planta no puede absorber estos elementos en su forma simple por lo que se les deben proveer en forma de iones, para que los pueda asimilar. La mayoría de las especies cultivadas crecen en medios ligeramente ácidos en un rango de pH de 5.8-6.5. Si no se mantiene un rango de pH adecuado algunos elementos pueden precipitar, lo que ocasionaría que no estén disponibles para la planta y podrían presentar síntomas de deficiencia (Beltrano, J. Y Gimenez, D. 2016).

### 1.2.3 Sustancias alelopáticas

La alelopatía implica la liberación al entorno por parte de una planta de un compuesto químico que ocasiona un efecto sobre otra. El término alelopatía proviene del griego “allelon” = uno al otro, y del griego “pathos” = sufrir; efecto injurioso de uno sobre otro, el cual fue utilizado por primera vez para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos, que son directa o indirectamente el resultado de la acción de compuestos químicos, que liberados por una planta, ejercen su acción en otra (6). Siguiendo esta definición, en todo fenómeno alelopático existe una planta donadora que libera compuestos químicos al medio ambiente por una determinada vía (por ej. lixiviación, imbibición, descomposición de residuos, etc.), los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre la germinación, el crecimiento o desarrollo de esta última. Los compuestos alelopáticos que desencadenan el proceso se denominan compuestos, agentes o sustancias alelopáticas (Blanco, 2006).

Tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas, las plantas liberan al medio una cantidad apreciable de compuestos biológicamente activos y algunos de ellos actúan como inhibidores o estimuladores de la germinación de las semillas y afectan o benefician el crecimiento de las plantas. Estas sustancias se denominan alelopáticas y su acción se conoce como alelopatía o efectos alelopáticos (Founier, 1985).

Algunas sales producen efectos inhibitorios en la germinación por ello sus cantidades deben controlarse cuidadosamente. Otros factores que influyen para la germinación como volumen, luz, tiempo de imbibición, tamaño de las semillas, varían conforme a la especie de semilla elegida (Roman, 2000).

Se pueden utilizar aleloquímicos como bioestimuladores, es decir, promotores del crecimiento y el desarrollo de plantas (Farooq et al., 2013; du Jardin, 2015.).

Las plantas producen metabolitos secundarios que no participan directamente en el desarrollo vegetal, pero sí en la activación de mecanismos de defensa ante estímulos externos, entre ellos están terpenoides, fenoles, taninos y alcaloides, sustancias que presentan un efecto aleloquímico (Tunqui et al., 2018).

#### 1.2.4. Aloe vera

##### **Clasificación botánica de la planta**

El Aloe vera pertenece al reino Plantae; División: Magnoliophyta; Clase: Liliopsida; Orden: Liliales; Familia: Liliaceae; Género: Aloe; Especie: Aloe barbadensis (Miller); nombre común: Aloe vera (Rubio et. al., 2020).

##### **Características del aloe vera**

El gel de Aloe vera en su composición química contiene alrededor de 98,5% de agua, es rico en mucílagos. Los mucílagos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructosa y otros azúcares hidrolizables. Químicamente se caracteriza por la presencia de compuestos fenólicos de gran poder antioxidante, que son generalmente clasificados en dos grupos principales: las cromonas y las antroquinonas. Las cromonas son componentes bioactivos en fuentes naturales, se utilizan como antiinflamatorios y antibióticos. Dentro de ellos podemos encontrar a Aloesin, también denominada Aloeresin B y el Aloeresin A. Las antraquinonas son compuestos aromáticos polihidroxilados, que constituyen el numeroso grupo de sustancias polifenólicas que conforman la base y la fuente de una importante cantidad de colorantes. Las antroquinonas pueden encontrarse en la corteza y la raíz de diversos géneros y especies de las familias: Leguminosas, Rubiáceas, Liliáceas. Dentro de las antraquinonas se encuentran la Aloína llamada también Barbaloína; la Isobarbaloína y la Aloemodina. Varios polisacáridos han sido detectados y aislados desde la pulpa del Aloe vera, incluyendo manosa, galactosa, arabinosa, sustancias pécticas y ácido glucurónico. Estudios han identificado a la manosa como el azúcar más importante presente en el gel de Aloe vera, mientras que otros estudios han reportado la ausencia de este azúcar, encontrando a su vez a las sustancias pécticas como el mayor componente. Las pectinas forman un grupo complejo de polisacáridos, que están constituidas de ácido galacturónico unidas por enlaces. Las discrepancias señaladas se deben principalmente a los diferentes lugares geográficos en donde se desarrolla la planta de Aloe vera. Otros polisacáridos presentes en el gel de Aloe vera son: glucomanano y acemanano. El primero

es un polisacárido, del tipo heteropolisacárido, el cual presenta una estructura química compuesta por D-manosa y D-glucosa (en una porción 8: 5, respectivamente), unidas por enlaces  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) al igual que el acemanano (Vega, et. al., 2015).

Dominguez-Fernandez, et.al (2012) presenta los componentes químicos de la planta aloe vera que se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 3. Componentes químicos de la planta de Aloe vera (barbadensis Miller)

Composición	Compuestos
Antraquinona	Ácido aloético, antranol, ácido cinámico, barbaloina, ácido crisofánico, emodina, aloe-emodin, éster de ácido cinámico aloina, isobarbaloina, antraceno, resistanol.
Vitaminas	Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B2, vitamina C, vitamina B3, vitamina E, vitamina B6, betacaroteno
Minerales	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo
Carbohidratos	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructuosa, acemanano, sustancias pépticas, L-ramnosa
Enzimas	Amilasa, ciclooxidasas, carboxipeptidasas, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides (campesterol, colesterol, B-sitosterol), ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, giberelina, triterpenos
Aminoácidos	Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina y valina

Fuente: (Dagne y col.,2000; Choi y Chung, 2003; Ni y col., 2004;Hamman, 2008).

Moghaddasi y Kumar (2011) resumen la composición química del Aloe vera que se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Resumen de la composición química de Aloe vera

Clase	Componentes	Propiedades
Antraquinonas/Antronas	Aloe-modin, ácido aloético, antranol, barbaloin, isobarbaloina, emodina, éster del ácido cinámico.	Aloína y emodina actúan como analgésicos, antibacterianos y antivirales.
carbohidratos	Manano puro, manano acetilado, glucomanano acetilado, glucogalactomanano, galactano, galactogalacturano, arabinogalactano, galactogluco arabinomanano, sustancia péctica, xilano, celulosa	Una glicoproteína con propiedades antialérgicas, llamado alprogen y novel Compuesto antiinflamatorio
cromonas	8-C-glucosyl-(2'-O-cinamoyl)-7-O-metilaloediol A, 8-C-glucosil-(S)-aloesol, 8-C-glucosil-7-O-metilaloediolA, 8-C-glucosil-7-0-metilaloediol, 8-C-glucosil-noreugenina, Isoaloesina D, isorabaicromona, Neoalosina A	Novedosos comandos antiinflamatorios
Enzimas	Fosfatasa alcalina, amilasa, bradicinasa, carboxipeptidasa, catalasa, ciclooxidasa, ciclooxigenasa, lipasa, oxidasa, fosfoenolpiruvato, carboxilasa, superóxido dismutasa	La bradiquinasa ayuda a reducir el exceso inflamación cuando se aplica a la piel tópicamente, mientras que otros ayudan en el descomposición de azúcares y grasas.
compuestos inorgánicos	calcio, cloro, cromo, cobre, hierro, magnesio, manganeso, potasio, fósforo, sodio, zinc	Son esenciales para el correcto funcionamiento de varios sistemas enzimáticos en diferentes rutas metabólicas y pocos son antioxidantes
Varios, incluidos Sustancias orgánicas y lípidos	Acido araquidónico, Ácido Y-linolénico, esteroides (campesterol, colesterol, bsitosterol), triglicéridos, triterpenoides, giberilina, ligninas, sorbato de potasio, ácido salicílico, ácido úrico.	
Proteínas	Lectinas, sustancia similar a las lectinas	También contiene ácido salicílico que posee antiinflamatorios y propiedades antibacterianas. La lignina, una sustancia inerte, cuando se incluye en preparaciones tópicas, mejora el efecto de penetración del otro ingredientes en la piel. saponinas que son las sustancias jabonosas de aproximadamente 3% del gel y tener limpieza y propiedades antisépticas.
Sacáridos	Mannosa, glucosa, L-rhamnosa, aldopentosa	
Vitaminas	Vitamin A, B12, C, E, Colina y ácido fólico	Las vitaminas A, C y E son antioxidantes y el antioxidante neutraliza los radicales libres
Hormonas	Auxinas y giberelinas	Estas hormonas clásicas tienen diversas funciones en el desarrollo de las plantas, así, la auxina está relacionada con la división y elongación celular, las giberelinas en la maduración del polen y el desarrollo de flores, frutos y semillas

Elaborado por: Moghaddasi y Kumar (2011)

### **1.2.5 Osmo acondicionamiento**

El osmo acondicionamiento de semillas disminuye el tiempo de emergencia en campo, en comparación con semillas no imbibidas. Por otra parte, la imbibición proporciona uniformidad y ventaja comparativa (espacio, luz, nutrientes, entre otras) frente a las malezas (Joya et. al., 2022).

En la fase I de la germinación, llamada hidratación, debido al incremento en la absorción de agua y a los procesos de reparación celular y molecular, dan lugar, entre otros eventos al aumento de la actividad mitocondrial que es necesaria para la obtención de energía para la siguiente fase. Durante la fase II de la germinación, los procesos de reparación disminuyen, dando inicio a la replicación del DNA (fase S del ciclo celular); es en esta fase cuando comienza la protrusión de la radícula. Finalmente, en la fase III de la germinación comienza la movilización de reservas de la semilla e inicia el crecimiento de la planta (Sánchez & Juárez, 2019).

Los extractos vegetales pueden ser una alternativa en el manejo de fitopatógenos; entre ellos, el extracto de *Z. officinale* tiene un efecto inhibitorio en el crecimiento de hongos (Joya-Dávila et al., 2015).

## II. MÉTODOS Y MATERIALES

### 2.1 Tipo y Diseño de estudio

Debido a la naturaleza del estudio se utilizó un Estudio experimental bajo un diseño completo al azar con arreglo factorial 3 x 3 con igual número de repeticiones por tratamiento, siendo el factor A: Porcentaje de dilución de aloe vera en 3 niveles 0, 5 y 10% y factor B: Tiempo de remojo en 3 niveles 2, 12 y 24 horas.

### 2.2 Lugar y duración

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Poblado Nuevo Mocse, provincia y distrito de Lambayeque del 01 de abril al 15 de abril de 2024 y los análisis de composición química se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Laboratorio NutriserviLab (2024).

### 2.3 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados producto de la interacción de los dos factores evaluados fueron los siguientes:

- T1: Germinado Hidropónico de maíz germinada con agua pura durante 2 horas de remojo.
- T2: Germinado Hidropónico de maíz con 5% de aloe vera durante 2 horas de remojo.
- T3: Germinado Hidropónico de maíz con 10% de aloe vera durante 2 horas de remojo.
- T4: Germinado Hidropónico de maíz con agua pura durante 12 horas de remojo.
- T5: Germinado Hidropónico de maíz con 5% de aloe vera durante 12 horas de remojo.
- T6: Germinado Hidropónico de maíz con 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo.
- T7: Germinado Hidropónico de maíz germinada con agua pura durante 24 horas de remojo.
- T8: Germinado Hidropónico de maíz con 5% de aloe vera durante 24 horas de remojo.
- T9: Germinado Hidropónico de maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas de remojo.

A cada tratamiento se le asignó 6 repeticiones o bandejas hidropónicas.

## 2.4 Materiales

### **Semilla de maíz (*Zea mays*)**

La semilla utilizada fue maíz amarillo duro y se adquirió en el mercado Moshoqueque del distrito José Leonardo Ortiz, de la Provincia de Chiclayo, previo muestreo en dos locales comerciales, para determinar el valor cultural, obteniendo 82% y 87% procediendo a comprar 28.00 kg de la semilla que presentó mayor valor cultural.

### **Dióxido de cloro al 5%**

Utilizado en el proceso de desinfección de semilla a dosis de 0.75 ml/L de agua durante 30 minutos.

### **Gel de aloe vera**

Gel colectado de sábila sin yodo de cultivo domestico en la ciudad de Lambayeque.

### **Agua**

En la etapa de germinación se regó con agua pura y en la etapa de producción se utilizó agua con soluciones hidropónicas combinando 0.75 ml de A y 0.25 ml de B diluidas en 4 Litros de agua de riego (Ordoñez, et.al., 2018)

## 2.5 Instalaciones y equipo:

- ✓ 3 torres hidropónicas
- ✓ 54 bandejas plásticas para hidroponía de 32 cm x 44 cm.
- ✓ 01 carretilla metálica.
- ✓ 09 baldes de remojo
- ✓ 09 baldes para oreo de semilla.
- ✓ 09 sacos de yute para abrigo de semilla
- ✓ 01 mochila para riego por aspersión.

- ✓ 1 balanza de precisión con capacidad de 20 kg.
- ✓ 1 termo higrómetro

## 2.6 Técnicas experimentales

A continuación, se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico.

### • **Etapas de Pre - germinación:**

- Se calculó la cantidad de semilla de maíz necesaria utilizando el área de bandeja de 0.139 m<sup>2</sup> y la densidad de siembra de 3.0 kg /m<sup>2</sup> obteniendo 0.42 kg por bandeja y al multiplicar por las 54 bandejas en estudio (6 por tratamiento) dio un total de 22.56 kg de maíz “limpio” y considerando un máximo de pureza de maíz de 87 % (técnicas experimentales) el 100 % haría un total de 28.00 kg de semilla de maíz en peso bruto comprados. Luego se escogió los granos partidos, paja y otras impurezas para obtener 22.56 kg de semilla limpia para la investigación.
- Con la semilla pesada se realizó un lavado con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas no limpiadas en el procedimiento anterior.
  - En la carretilla se desinfectó la semilla utilizando 0.75 ml de dióxido de cloro por litro de agua durante 30 minutos.
  - Luego se pesó la semilla desinfectada y se dividió entre 9 tratamientos en baldes individuales donde entraron a la etapa de remojo según el tiempo de cada uno con su respectiva dosis de aloe vera el cual se extrajo con varilla de aluminio de hojas de sábila cortada el día anterior para drenado de yodo.

### **Etapas de Germinación**

- Luego del tiempo de remojo de cada tratamiento las semillas se trasladaron a baldes de oreo, provistos de agujeros en la base por 48 horas debidamente tapados e identificados.
- Después del oreo, se pesó la semilla de cada balde y se dividió entre 6 bandejas cada uno para tener una siembra homogénea por bandeja.

- Luego se trasladaron a las cámaras de germinación provistas de manta oscura donde permanecieron por 5 días y se regaba tres veces al día (7 am; 1 pm; 7 pm).

### **Etapa de producción**

El día 6 post siembra en bandejas se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos donde permanecieron hasta la cosecha a los 15 días de edad continuando con el programa de riego, adicionando al agua de riego las soluciones hidropónicas A y B.

### **Cosecha:**

Todos los tratamientos se cosecharon a 15 días de edad, procediendo a pesar cada bandeja de cada tratamiento, inmediatamente se eligió al azar 3 bandejas y de cada una se extrajeron 5 submuestras que se colocaron en un depósito grande obteniendo 15 submuestras por tratamiento y luego de mezclarlos se extrajo un kg de muestra compuesta que fue trasladada al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia y Laboratorio NutriserviLab para el análisis de composición química de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de cada tratamiento.

## **2.7 Variables evaluadas**

La información obtenida permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- Rendimiento de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado en base fresca.
- Rendimiento de Materia Seca de GH por metro cuadrado.
- Rendimiento de Proteína Cruda (PC) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Fibra Cruda (FC) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Extracto Etéreo (EE) por metro cuadrado.
- Rendimiento de Cenizas (CEN) por metro cuadrado.
- Producción de Germinado Hidropónico (GH) por kg de semilla procesada.
- Producción de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada.
- Costo de producción de cada tratamiento.

## 2.8 Evaluación de la información

Por tratarse de un estudio experimental en el que se consideró la evaluación de seis tratamientos, se procedió a realizar el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$$

$H_a$ : Al menos una media difiere del resto

Para contrastar la hipótesis se utilizó un diseño completamente al azar (DCR) con arreglo factorial 3 x 3 con igual número de repeticiones por tratamiento. El modelo utilizado fue el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Efecto de la  $i$ -ésima dosis de aloe vera y  $j$ -ésimo tiempo de remojo de la  $k$ -ésima bandeja.

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima dosis de aloe vera

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo tiempo de remojo

$AB_{ijk}$  = Efecto de la interacción de la  $i$ -ésima dosis de gel de aloe vera y  $j$ -ésimo tiempo de remojo de la  $k$ -ésima bandeja

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental en la  $i$ -ésima dosis de gel de aloe y  $j$ -ésimo tiempo de remojo de la  $k$ -ésima bandeja.

Se utilizó el análisis de varianza que se aprecia en la tabla 3 para determinar si había diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos y en caso de existir diferencias estadísticas entre los tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

Tabla 5. Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	SC	gl	CM	Fc
Factor A	SCA	a-1	SCA/(a-1)	CMA/CME
Factor B	SCB	b-1	SAB/(b-1)	CMB/CME
Error	SCE	(a-1)(b-1)	SCE/((a-1)(b-1))	
Total	SCT	N-1		

Fuente: Rodríguez, 1991.

Para la ejecución del ANAVA y prueba de comparación múltiple de Tuckey ( $p < 0.05$ ) se utilizó el programa estadístico Infostat Ve 2020

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

##### 3.1.1 Producción de germinado hidropónico (GH) por bandeja (TCO)

En la tabla 6 se presenta la producción en biomasa verde de GH, por bandeja de cada tratamiento, cosechado a 15 días de edad. El análisis de varianza (anexo 1.1) no encontró diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) entre la interacción de factores, pero numéricamente el mayor peso promedio de bandeja a la cosecha lo presentó la interacción que utilizó 10% de gel de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6). Sin embargo, a nivel de efectos principales sólo presentó diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) el factor tiempo de remojo obteniendo mejores resultados con un periodo de 12 horas y el menor peso a la cosecha se logró con 24 horas de remojo.

Tabla 6. Peso de Germinado Hidropónico a la cosecha según tratamiento (Kg)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	2.200	2.52	2.17	2.60	2.16	2.16	2.31	2.02	2.12
B 2	2.200	2.13	2.62	2.21	2.65	2.71	2.24	2.21	2.26
B 3	2.400	2.33	2.55	2.46	2.66	2.60	2.51	2.69	2.46
B 4	2.040	2.35	2.37	2.08	2.63	2.93	2.18	2.29	2.08
B 5	2.015	2.02	2.29	2.24	2.69	2.50	2.30	2.19	1.82
B 6	2.170	2.27	2.40	2.32	2.56	2.58	2.31	2.28	2.15
Total/tratamiento	13.03	13.61	14.38	13.91	15.35	15.47	13.85	13.68	12.89
Promedio	2.17a	2.27a	2.40a	2.32a	2.56a	2.58a	2.31a	2.28a	2.15a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

##### 3.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico (GH) de maíz de cada tratamiento en base fresca (TCO) y base seca (BS)

Los análisis de composición química del GH de cada tratamiento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia y Laboratorio NutriserviLab de Lambayeque, después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 7.

Tabla 7. Composición química de Germinado Hidropónico de maíz por tratamiento (100% MS)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Materia seca	20.11	19.90	20.03	19.98	19.76	19.98	20.03	19.85	19.98
PC	12.63	12.96	13.28	13.26	13.21	13.16	12.73	12.70	12.71
EE	3.58	3.82	3.94	3.90	3.85	3.80	3.74	3.83	3.70
FC	12.98	13.62	14.23	14.36	13.77	14.11	13.48	13.25	13.06
CEN	4.03	4.12	4.34	4.35	4.30	4.15	4.19	4.18	4.15

Fuente: Laboratorio Nutri servi Lab. (2024)

### 3.1.3 Producción de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (TCO)

El área de bandeja que se utilizó en el presente estudio fue de 0.139 m<sup>2</sup> y con la información de la tabla 6, se calculó el rendimiento de GH por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca (TCO) cuyos resultados se aprecian en la tabla 8. Al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 1.2) no se encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) entre la interacción de los factores evaluados pero numéricamente el mayor rendimiento de 18.62 kg de GH/m<sup>2</sup> lo presentó el tratamiento que utilizó 10% de gel de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) superando al rendimiento del tratamiento testigo con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura (T4) en 11.22%, asimismo superó en 7.24% al tratamiento en el que se remojó el maíz con la misma concentración de aloe vera durante dos horas (T3) y en 17.70% al rendimiento del tratamiento en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Sin embargo, si hubo diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) solo a nivel del factor principal tiempo de remojo presentando mejor rendimiento el de 12 horas que superó en 8.73% al rendimiento logrado con 24 horas de remojo que fue el más bajo de todos.

Tabla 8 . Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) por metrocuadrado de cada tratamiento (Kg)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	15.80	18.10	15.59	18.68	15.52	15.52	16.59	14.51	15.23
B 2	15.80	15.30	18.82	15.88	19.04	19.43	16.09	15.88	16.24
B 3	17.24	16.70	18.28	17.67	19.11	18.68	18.03	19.32	17.67
B 4	14.66	16.88	16.99	14.94	18.89	21.05	15.66	16.45	14.94
B 5	15.59	16.29	17.22	16.65	18.38	18.53	16.58	16.38	15.43
B 6	15.59	16.29	17.22	16.65	18.38	18.53	16.58	16.38	15.43
Total/tratamiento	94.68	99.58	104.12	100.47	109.31	111.73	99.54	98.92	94.94
Promedio	15.78a	16.60a	17.35a	16.75a	18.22a	18.62a	16.59a	16.49a	15.82a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes (P<0.05)

### 3.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Para calcular el aporte de materia seca (MS) por metro cuadrado de cada tratamiento, se utilizó la información de aporte de materia seca de cada tratamiento visto en la tabla 7 e información de la tabla 8. Los resultados se aprecian en la tabla 9 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 1.3) no se hallaron diferencias estadísticas entre las interacciones evaluadas ( $p>0.05$ ) pero numéricamente el mayor rendimiento de 3.72 kg MS/m<sup>2</sup> lo presentó el tratamiento que utilizó 10% de gel de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) superando al rendimiento del tratamiento testigo con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura (T4) en 11.22%, asimismo superó en 6.97% al tratamiento en el que se remojó el maíz con la misma concentración de aloe vera durante dos horas (T3) y en 17.70% al rendimiento del tratamiento en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Todos los rendimientos de MS obtenidos en el presente estudio superaron al rendimiento de con 2.11 kg/m<sup>2</sup> utilizando tres fito estimulantes en el agua de remojo (giberelina con dosis 1 ml/L de agua; auxina 1 ml/L de agua; citoquinina en polvo con dosis de 1g/20 ml de agua) durante 12 horas de remojo (Alberca, 2017).

Tabla 9. Producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	3.18	3.60	3.12	3.73	3.07	3.10	3.32	2.88	3.04
B 2	3.18	3.05	3.77	3.17	3.76	3.88	3.22	3.15	3.24
B 3	3.47	3.32	3.66	3.53	3.78	3.73	3.61	3.84	3.53
B 4	2.95	3.36	3.40	2.99	3.73	4.21	3.14	3.27	2.99
B 5	3.13	3.24	3.45	3.33	3.63	3.70	3.32	3.25	3.08
B 6	3.13	3.24	3.45	3.33	3.63	3.70	3.32	3.25	3.08
Total/tratamiento	19.04	19.82	20.86	20.07	21.60	22.32	19.94	19.64	18.97
Promedio	3.17a	3.30a	3.48a	3.35a	3.60a	3.72a	3.32a	3.27 <sup>a</sup>	3.16a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

### 3.1.5 Producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de proteína cruda (PC) por metro cuadrado, se utilizó la composición química de cada tratamiento de la tabla 7 y la producción de MS/m<sup>2</sup> de cada tratamiento de la tabla 9. Los resultados se aprecian en la tabla 10 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.4) si se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento de 0.49 kg PC/m<sup>2</sup> lo presentó el tratamiento que utilizó 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) superando al rendimiento del tratamiento testigo con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura (T4) en 10.38% y en 5.75% al tratamiento en el que se remojó al maíz con la misma concentración de aloe vera durante dos horas (T3) y superó en 21.87% al rendimiento del tratamiento que en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Todos superaron el rendimiento de 0.38 kg PC/m<sup>2</sup> con la interacción de tres fito estimulantes (Giberelinas, auxinas y citoquininas) reportados por Alberca (2017), asimismo superó al rendimiento de 0.24 kg de PC/m<sup>2</sup> utilizando proteína hidrolizada líquida (1ml/L de agua) durante 48 horas antes de concluir la etapa de germinación (Chapoñan, 2018).

Tabla 10. Producción de proteína cruda (PC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	0.40	0.47	0.41	0.49	0.41	0.41	0.42	0.37	0.39
B 2	0.40	0.39	0.50	0.42	0.50	0.51	0.41	0.40	0.41
B 3	0.44	0.43	0.49	0.47	0.50	0.49	0.46	0.49	0.45
B 4	0.37	0.44	0.45	0.40	0.49	0.55	0.40	0.41	0.38
B 5	0.40	0.42	0.46	0.44	0.48	0.49	0.42	0.41	0.39
B 6	0.40	0.42	0.46	0.44	0.48	0.49	0.42	0.41	0.39
Total/tratamiento	2.40	2.57	2.77	2.66	2.85	2.94	2.54	2.49	2.41
Promedio	0.40d	0.43bcd	0.46abc	0.44abcd	0.48ab	0.49a	0.42bcd	0.42bcd	0.40cd

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

### 3.1.6 Producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg)

Para calcular los aportes de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado, se utilizó la composición química de cada tratamiento de la tabla 7 y la producción de MS/m<sup>2</sup> de cada tratamiento presentado en la tabla 9. Los resultados se aprecian en la tabla 11 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.5) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento de 0.14 kg EE/m<sup>2</sup> los tratamientos que utilizaron 10% de aloe vera durante 2 y 12 horas de remojo (T3 y T6 respectivamente) entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), ambos superaron el rendimiento del tratamiento con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura en 8.37% y también superaron en 20.88% al rendimiento de EE/m<sup>2</sup> del tratamiento que en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Todos los rendimientos de EE/m<sup>2</sup> de los tratamientos en estudio superaron al rendimiento de 0.08 kg EE/m<sup>2</sup> logrados con maíz criollo remojado con tres fito estimulantes (Giberelinas, auxinas y citoquininas) reportados por Alberca (2017) así como al rendimiento de 0.09 kg EE/m<sup>2</sup> logrado por Chapañan (2018) quien utilizó proteína hidrolizada líquida en dosis de 1ml/L de agua durante 48 horas antes de concluir la etapa de germinación.

Tabla 11. Producción de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	0.11	0.14	0.12	0.15	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
B 2	0.11	0.12	0.15	0.12	0.14	0.15	0.12	0.12	0.12
B 3	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.13
B 4	0.11	0.13	0.13	0.12	0.14	0.16	0.12	0.13	0.11
B 5	0.11	0.12	0.14	0.13	0.14	0.14	0.12	0.12	0.11
B 6	0.11	0.12	0.14	0.13	0.14	0.14	0.12	0.12	0.11
Total/tratamiento	0.68	0.76	0.82	0.78	0.83	0.86	0.77	0.76	0.73
Promedio	0.11b	0.13ab	0.1371a	0.13ab	0.1385a	0.14a	0.12b	0.13ab	0.12b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

### 3.1.7 Producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de fibra cruda (FC) por metro cuadrado, se utilizó la información de la tabla 7 y tabla 9. Los resultados se aprecian en la tabla 12 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 1.6) se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento de 0.53 kg FC/m<sup>2</sup> lo presentó el tratamiento que utilizó 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) superando al rendimiento del tratamiento testigo con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura (T4) en 9.28% y en 6.11% al tratamiento en el que se remojó el maíz con la misma concentración de aloe vera durante dos horas (T3) y superó en 27.17% al rendimiento del tratamiento que en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Todos los rendimientos de FC/m<sup>2</sup> superaron a los 0.22 y 0.21 kg de FC/m<sup>2</sup> logrados con giberelinas y auxinas en el agua de remojo del maíz criollo respectivamente (Alberca, 2017). Asimismo, superaron a los 0.1 kg FC/m<sup>2</sup> reportados por Chapoñan (2018) quien utilizó proteína hidrolizada líquida en dosis de 1ml/L de agua durante 48 horas antes de concluir la etapa de germinación.

Tabla 12. Producción de fibra cruda (FC) en base seca (BS) de germinado hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	0.41	0.49	0.44	0.54	0.42	0.44	0.45	0.38	0.40
B 2	0.41	0.41	0.54	0.46	0.52	0.55	0.43	0.42	0.42
B 3	0.45	0.45	0.52	0.51	0.52	0.53	0.49	0.51	0.46
B 4	0.38	0.46	0.48	0.43	0.51	0.59	0.42	0.43	0.39
B 5	0.41	0.44	0.49	0.48	0.50	0.52	0.45	0.43	0.40
B 6	0.41	0.44	0.49	0.48	0.50	0.52	0.45	0.43	0.40
Total/tratamiento	2.47	2.70	2.97	2.88	2.97	3.07	2.74	2.70	2.61
Promedio	0.41c	0.45bc	0.49ab	0.48ab	0.50ab	0.53a	0.45bc	0.43bc	0.41c

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

### 3.1.8 Producción de cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de cenizas (CEN) por metro cuadrado se utilizó la composición química de cada tratamiento de la Tabla 7 y la producción de materia seca por tratamiento de la tabla 9. Los resultados se aprecian en la tabla 13 y al aplicar el análisis de varianza (ver anexo 1.7) se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) presentando el mayor rendimiento de 0.15 kg CEN/m<sup>2</sup> los tratamientos que utilizaron 10% de aloe vera durante 2 horas (T3), 5% de aloe vera durante 12 horas (T5) y 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) entre los cuales no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) pero el rendimiento de T6 superó en 5.74% al rendimiento del tratamiento que se remojo con agua pura durante 12 horas (T4) y superó en 15.03% al rendimiento de CEN/m<sup>2</sup> del tratamiento que en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera por 24 horas (T9). Sin embargo, todos los resultados del presente estudio rindieron por debajo de los 0.25 kg CEN/m<sup>2</sup> utilizando la mezcla de los tres fito estimulantes remojando por 12 horas al maíz criollo. Lo mismo ocurrió con el rendimiento de 0.24 kg logrados por Chapañan (2018) quien utilizó proteína hidrolizada líquida en dosis de 1ml/L de agua durante 48 horas antes de concluir la etapa de germinación.

Tabla 13. Producción de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	0.13	0.15	0.14	0.16	0.13	0.13	0.14	0.12	0.13
B 2	0.13	0.13	0.16	0.14	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13
B 3	0.14	0.14	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.15
B 4	0.12	0.14	0.15	0.13	0.16	0.17	0.13	0.14	0.12
B 5	0.13	0.13	0.15	0.14	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
B6	0.13	0.13	0.15	0.14	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
Total/tratamiento	0.77	0.82	0.91	0.87	0.93	0.93	0.84	0.82	0.79
Promedio	0.13b	0.14ab	0.15a	0.15ab	0.15a	0.15a	0.14ab	0.14ab	0.13b

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )

### 3.2 Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

La productividad expresada en el rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) y en Kg de materia seca por Kg de semilla procesada.

#### 3.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca por kg de semilla procesada (Kg)

Basados en información de la Tabla 6, los resultados de cada bandeja de cada tratamiento fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico (TCO) obtenidos a partir de un kilogramo de semilla de maíz procesada que se aprecia en la tabla 13. Al realizar el análisis de varianza (ver anexo 1.8) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados pero numéricamente el mayor rendimiento de 6.18 kg de GH/m<sup>2</sup> lo presentó el tratamiento que utilizó 10% de gel de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) superando al rendimiento del tratamiento testigo con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura (T4) en 11.29%, asimismo superó en 6.42% al tratamiento en el que se remojó el maíz con 10% de aloe vera durante dos horas (T3) y superó en 20.09% al rendimiento del tratamiento que en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Sin embargo, si hubo diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) solo a nivel del factor principal tiempo de remojo presentando mejor rendimiento el de 12 horas que superó en 9.58% al rendimiento logrado con 24 horas de remojo que fue el

más bajo de todos. Todos los rendimientos de los diferentes tratamientos en estudio se hallaron dentro del rendimiento de GH por kg de semilla de 6 a 8 kg por kg de semilla (Tarrillo, 2005)

Tabla 14. Rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla procesada en base fresca (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	5.27	6.03	5.20	6.23	5.17	5.17	5.53	4.84	5.08
B 2	5.27	5.10	6.27	5.29	6.35	6.48	5.36	5.29	5.41
B 3	5.75	5.57	6.09	5.89	6.37	6.23	6.01	6.44	5.89
B 4	4.89	5.63	5.66	4.98	6.30	7.02	5.22	5.48	4.98
B 5	4.83	4.83	5.47	5.36	6.44	5.99	5.51	5.24	4.36
B 6	5.20	5.43	5.74	5.55	6.13	6.18	5.53	5.46	5.14
Total/tratamiento	31.19	32.59	34.44	33.30	36.75	37.05	33.16	32.76	30.86
Promedio	5.20a	5.43a	5.74a	5.55a	6.13a	6.18a	5.53a	5.46a	5.14a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 3.2.2 Rendimiento de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento, se aplicaron los niveles de materia seca de cada tratamiento, vistos en la tabla 7 e información de la tabla 14. Los resultados se aprecian en la tabla 15 y al realizar el análisis de varianza (anexo 1.9) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) el mayor rendimiento de 1.23 kg de GH/kg de semilla el tratamiento que utilizó 10% de gel de aloe vera durante 12 horas de remojo (T6) superando al rendimiento del tratamiento testigo con el mismo tiempo de remojo pero con agua pura (T4) en 11.29%, así como al tratamiento con 10% de aloe vera durante 2 horas en 6.42% (T3) y superó en 20.09% al rendimiento del tratamiento en el cual se remojó al maíz con 10% de aloe vera durante 24 horas (T9). Este fue el tratamiento con el menor rendimiento de todos indicando que la sobre exposición al aloe vera es perjudicial para la semilla, el cual rindió ligeramente por debajo del rendimiento de MS/kg de maíz remojado con mezcla de tres fito estimulantes durante 12 horas con 1.05 kg de MS/kg maíz (Alberca, 2017).

Tabla 15. Rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	1.06	1.20	1.04	1.24	1.02	1.03	1.11	0.96	1.01
B 2	1.06	1.02	1.26	1.06	1.25	1.29	1.07	1.05	1.08
B 3	1.16	1.11	1.22	1.18	1.26	1.24	1.20	1.28	1.18
B 4	0.98	1.12	1.13	1.00	1.24	1.40	1.05	1.09	1.00
B 5	1.04	1.08	1.15	1.07	1.27	1.20	1.10	1.04	0.87
B 6	1.04	1.08	1.15	1.11	1.21	1.23	1.11	1.08	1.03
Total/tratam	6.35	6.61	6.95	6.65	7.26	7.40	6.64	6.50	6.17
Promedio	1.06bc	1.10abc	1.16abc	1.11abc	1.21ab	1.23a	1.11abc	1.08abc	1.03c

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 3.3 Temperatura (°C) y Humedad relativa (%)

La temperatura máxima y mínima se tomó con un termo higrómetro a las 8:00 am; 12:00 m y 7:00 pm (Anexo 1.10) y al calcular los promedios y desviación estándar de las temperaturas máximas y mínimas y humedad relativa máxima y mínima presentados en la tabla 16 se aprecia que la temperatura mínima donde se realizó el estudio ( $23.19^{\circ}\text{C} \pm 2.03$ ) estuvo por encima del rango mínimo de  $18^{\circ}\text{C}$  recomendados por Aliaga (2009) lo cual podría haber influido en la germinación de la semilla considerando que se necesita temperatura y humedad para este proceso, la humedad relativa también estuvo dentro de los parámetros indicados por este mismo autor.

Tabla 16. Temperatura (°C) y humedad relativa (%)

	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Media	23.19	29.03	56.88	77.54
SD	2.03	1.83	5.38	6.87

### 3.4 Costos de producción de los tratamientos evaluados

Para determinar los costos de producción por kg de Germinado Hidropónico se utilizó la estructura de costos de la empresa Vallesol SAC. presentada en el anexo 1.11 tanto en base fresca (TCO) y materia seca (MS), el costo por kg de semilla fue S/ 2.00; por litro de agua S/ 0.05; costo por litro de Dióxido de cloro S/1.90; costo por litro de soluciones hidropónicas A y B S/ 50.00; costo por litro de gel de aloe vera: S/1.00; costo por hora de mano de obra S/ 3.13; costo por depreciación de maquinaria y equipos S/ 0.05. Los costos

de producción más eficientes se lograron con el tratamiento T6 que utilizó 10% de dosis de dilución de aloe vera durante 12 horas (T6) tal como se aprecia en la tabla 17. Este porcentaje abarata en 5.07% el costo por kg de materia seca del germinado hidropónico obtenido con remojo de 24 horas con agua pura (T7) demostrando que si hay un efecto del aloe vera en el rendimiento de GH de maíz.

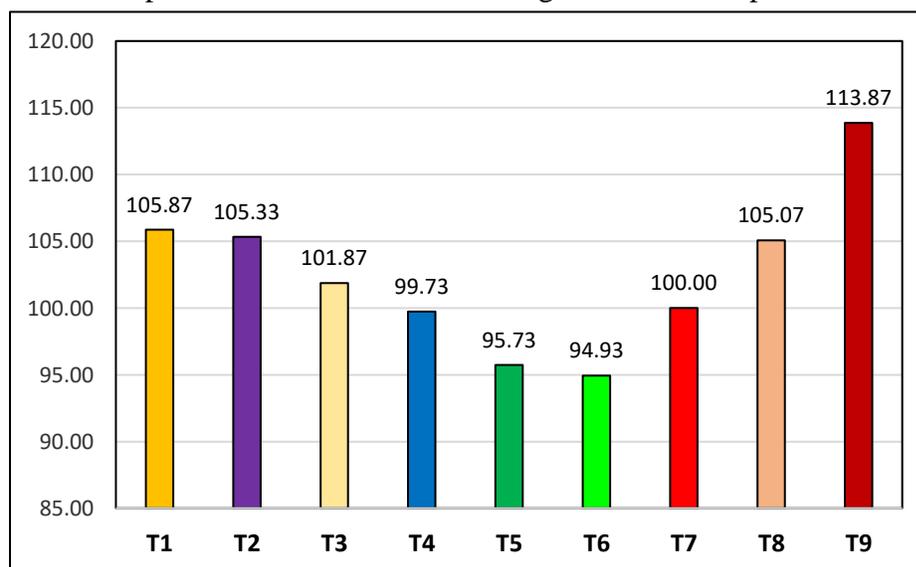
Tabla 17. Costos por kg de GH fresco (TCO) y materia seca (S/)

	Tratamiento								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
TCO	0.84	0.8	0.80	0.79	0.75	0.75	0.79	0.82	0.89
MS	3.97	3.95	3.82	3.74	3.59	3.56	3.75	3.94	4.27

Elaboración propia

Al realizar un análisis porcentual comparativo tomando como base al tratamiento con agua pura durante veinticuatro horas (T7), el tratamiento más eficiente en costos fue el tratamiento que utilizó una dosis de dilución de 10% de aloe vera con remojo durante 12 horas como se aprecia en el gráfico 1.

Gráfico 1. Costo de producción de materia seca de germinado hidropónico de maíz (S/)



## CONCLUSIONES

La mejor interacción entre la dosis de gel de aloe vera y tiempo de remojo para optimizar la producción de germinado hidropónico de maíz es 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo.

Los rendimientos de producción por metro cuadrado de germinado hidropónico, y materia seca no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p>0.05$ ) pero el rendimiento por metro cuadrado de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas si presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p<0.05$ ) utilizando 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo.

La productividad en kg de GH fresco de semilla no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p>0.05$ ), pero si hubo diferencias estadísticas a nivel de rendimiento de MS/kg de semilla cosechado a los 15 días de edad ( $p<0.05$ ) presentando mayor rendimiento la semilla de maíz tratada con 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo.

El costo de producción más económico por kg de materia seca de maíz se logró utilizando una dosis de dilución de 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo.

## **RECOMENDACIONES**

1. Utilizar una dosis de dilución de 10% de aloe vera durante 12 horas de remojo.
2. Evaluar la interacción entre dosis de dilución de aloe vera y horas de remojo en otras gramíneas utilizadas en producción de germinado hidropónico.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alberca, J. G. 2017. Tesis. Pre grado. Facultad Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Pe. Efecto individual y combinado de giberelinas, auxinas y citoquininas en la producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedades “criollo” y “selva” en Lambayeque
- Albuja, V; Andrade, J; Lucano, C y Rodríguez, M. 2021. Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. DOI: <https://doi.org/10.47460/minerva.V2I4.26>
- Aliaga, L., Moncayo Galliani, R., et al. 2009. Producción de cuyes. Fondo editorial Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima Perú. 888 p.
- Alvarado-Aguayo, A; Munzon-Quintana, M. 2020. Evaluación de la efectividad de gel de sábila y agua de coco como enraizantes naturales en diferentes sustratos para propagación asexual de árboles de *Ficus benjamina*. *Agronomía Costarricense* 44(1): 65-77. ISSN:0377-9424 / 2020. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v44n1/0377-9424-ac-44-01-65.pdf>
- Baličević, R., Ravlić, M., Lucić, K., Tatarević, M., Lucić, P. y Marković, M. 2018. Efecto alelopático del *Aloe vera* (L.) Burm. F. sobre germinación de semillas y crecimiento de plántulas de cereales, cultivos industriales y hortalizas. *Poljoprivreda*, 24 (2), 13-19. <https://doi.org/10.18047/poljo.24.2.2>
- Bewley, J. D.; Black, M. 1985. Fisiología del desarrollo y germinación de la semilla. En: *Germination structure and composition*, ed. Plenum Press, Nueva York, 1985, 1-27
- Beltrano, J y Gimenez, D. 2015. Cultivo en hidroponía. Libros de cátedra. Facultad de ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?squence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?squence=1)
- Blanco, Y. 2006. la utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 27(3), 5-1. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215825001>
- Boschi, C.L. - Gandolfo, E. - Vence, L. 2017. Evaluación del gel de *Aloe vera* en el enraizamiento de estaquillas de orégano (*Origanum vulgare*). *Revista Horticultura Argentina*. 36 (89): Ene.-Abr.2017. ISSN de la edición on line 1851-9342. <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/evaluacion-del-gel-de-aloe-vera-en-el-enraizamiento-de-estaquillas-de-oregano-origanum-vulgare-l.html>
- Chapoñan, L. 2018. Dosis y tiempo de aplicación de proteína hidrolizada líquida de tilapia en etapa de germinación del Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en Lambayeque. Tesis de pre grado. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.

- Damian, F. 2022. Concentración de dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), dosis de dilución y tiempo de desinfección en la producción de germinado hidropónico de cebada. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9999>
- Domínguez-Fernández, R., Arzate-Vázquez, I., Chanona-Pérez, JJ, Welti-Chanes, JS, Alvarado-González, JS, Calderón-Domínguez, G., Garibay-Febles, V., & Gutiérrez-López, GF (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11 (1),23-43. ISSN: 1665-2738. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62024415003>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2001. Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 68 p.
- Founier L. 1985. El fenómeno de la alelopatía y su posible aplicación en la agricultura. En: *Resúmenes del seminario de Manejo Integrado de Malezas*, 1985
- García, M. J.; Hernández, R y Estévez, M. 2020. Extracto de Aloe vera L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. Instituto de Información Científica y Tecnológica. *Avances*, vol. 22, núm. 1, 2020. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115008/html/>
- Joya, J. G., Ramírez, S. I., López, O., Jiménez, S. A. del R., Alvarado, Á, & Espinosa-Zaragoza, S. 2021. Es Osmoconditioning of Zea mays Seeds with Plant Extracts to Increase Vigor in Establishment. *Ciencia y Agricultura*, 18(1), 21–35. <https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n1.2021.12019>
- Martínez, M. 2017. Restricción de luz en la etapa de producción de germinado hidropónico de maíz (*Zea mays*) y sorgo escobero (*Sorghum vulgare*) cosechados a doce días de edad. Tesis de pre grado. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú
- Mayagüez. 2018. Germinación de semillas. <https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf>
- Melgarejo, L. M. 2010. Experimentos en fisiología vegetal. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Libro digital. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2019/02/Melgarejo-2010.pdf>
- Moghaddasi, S y Kumar, S. 2011. Aloe vera their chemicals composition and applications: A review. *International Journal of Biological & Medical Research*. <https://www.biomedscidirect.com/journalfiles/IJBMRF2011158/aloe-vera-their-chemicals-composition-and-applications.pdf>

- Morales, H; Gómez, A; Juárez, P; Loya, L; Ley de Coss, A. (2012). Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea maíz 1.*) con diferente concentración de solución nutritiva. *Revista Abanico Veterinario* 2 (3) Septiembre 2012. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/forraje\\_hidroponico/28-hidroponico\\_de\\_maiz\\_20.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/28-hidroponico_de_maiz_20.pdf)
- Ordoñez, Edson, III Idrogo, Enrique, & Corrales, Napoléon. (2018). Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), 389-395. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14477>
- Rodriguez, J. 2015. Efecto de los extractos de *Aloe vera*, *Kalanchoe pinnata*, *Zea mays*, *Gerbera jamesonii* y del híbrido interespecífico OxG (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*) y como alternativas naturales de reguladores de crecimiento vegetal de tipo auxínico y citoquinínico en el cultivo in vitro DE *Saintpaulia ionantha* Wendl. (*Violeta africana*). Tesis pre grado. Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Programa de Biología. Ibagué. Tolima. <https://repository.ut.edu.co/handle/001/1583>
- Román, R. 2000. Efecto de iones y otros factores físicos sobre la germinación de semillas. *Revista de la Sociedad Química de México*, 44(3), 233-236. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0583-76932000000300011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932000000300011&lng=es&tlng=es).
- Rubio, S; Sáen, C. A y Osorio, A. 2020. Sábila (*Aloe vera*): propiedades, usos y problemas. *Ciencia UANL / AÑO 23, No.99 enero-febrero 2020*. <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=9681>
- Sánchez-Camargo V. A. y Juárez-Días J. A. 2019. El ciclo celular durante la germinación. En: Guevara-Fefer P. (ed), *Un viaje alrededor de la semilla*. Prensas de Ciencias, pp. 153. [https://www.researchgate.net/publication/341160698\\_El\\_ciclo\\_celular\\_durante\\_la\\_germinacion](https://www.researchgate.net/publication/341160698_El_ciclo_celular_durante_la_germinacion)
- Sistema de Información Agrícola Nacional de Venezuela (SIAN). 2011. Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Folleto en línea. <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>
- Tarrillo, H. 2005. *Forraje Verde Hidropónico Manual de Producción*. 1ª Edición propia y revisada por Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 41p.
- Tucuch-Haas, CJ, Cen-Caamal, JC, Kancab-Uc, RA, & Tucuch-Haas, JI. 2022. Uso de gel de *Aloe vera* en la producción de plántulas de *Capsicum chinense*. *Biotecnia*, 24(1), 116-121. Epub 13 de junio de 2022. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i1.1542>
- Vega, A; Ampuero N; Díaz, L & Lemus, R. 2005. El *aloe vera* (*Aloe barbadensis miller*) como componente de alimentos funcionales. *Revista chilena de nutrición*, 32(3), 208-214. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182005000300005>

## ANEXOS

### 1. Análisis de la varianza

#### 1.1 Análisis de varianza de peso de Germinado Hidropónico a la cosecha (Kg)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto Kg/bandeja	54	0.41	0.30	8.12

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.10	8	0.14	3.83	0.0017
Dilución (%)	0.14	2	0.07	1.88	0.1641
Tiempo remojo (h)	0.61	2	0.30	8.44	0.0008
Dilución (%)*Tiempo remojo.	0.36	4	0.09	2.50	0.0559
Error	1.62	45	0.04		
Total	2.72	53			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15317**

Error: 0.0359 gl: 45

Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.
12	2.49	18	0.04 A
2	2.28	18	0.04 B
24	2.25	18	0.04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### 1.2 Análisis de varianza de rendimiento de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto GH/M2 (TCO)	54	0.40	0.30	7.30

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46.21	8	5.78	3.79	0.0018
Dilución (%)	8.15	2	4.07	2.67	0.0802
Tiempo remojo (h)	25.00	2	12.50	8.19	0.0009
Dilución (%)*Tiempo remojo..	13.06	4	3.26	2.14	0.0914
Error	68.66	45	1.53		
Total	114.87	53			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99789**

Error: 1.5257 gl: 45

Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.
12	17.86	18	0.29 A
2	16.58	18	0.29 B
24	16.30	18	0.29 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 1.3 Análisis de varianza de producción de materia seca de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (MS/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto MS/m <sup>2</sup>	54	0.39	0.28	7.30

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.71	8	0.21	3.53	0.0030
Dilución (%)	0.27	2	0.14	2.26	0.1164
Tiempo remojo (h)	0.92	2	0.46	7.56	0.0015
Dilución (%) *Tiempo remojo..	0.52	4	0.13	2.16	0.0888
Error	2.73	45	0.06		
Total	4.44	53			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19894**

Error: 0.0606 gl: 45

Dilución (%) Medias	n	E.E.
10	3.45	18 0.06 A
5	3.39	18 0.06 A
0	3.28	18 0.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19894**

Error: 0.0606 gl: 45

Tiempo remojo (h) Medias	n	E.E.
12	3.56	18 0.06 A
2	3.32	18 0.06 B
24	3.25	18 0.06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 1.4 Análisis de varianza de producción de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (PC/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto PC/m <sup>2</sup>	54	0.52	0.43	7.32

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.05	8	0.01	5.97	<0.0001
Dilución (%)	0.01	2	3.7E-03	3.62	0.0349
Tiempo remojo (h)	0.03	2	0.01	14.58	<0.0001
Dilución (%) *Tiempo remojo..	0.01	4	2.9E-03	2.85	0.0345
Error	0.05	45	1.0E-03		
Total	0.10	53			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06029**

Error: 0.0010 gl: 45

Dilución (%)	Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.				
10	12	0.49	6	0.01	A			
5	12	0.48	6	0.01	A	B		
10	2	0.46	6	0.01	A	B	C	
0	12	0.44	6	0.01	A	B	C	D
5	2	0.43	6	0.01		B	C	D
0	24	0.42	6	0.01		B	C	D
5	24	0.42	6	0.01		B	C	D
10	24	0.40	6	0.01			C	D
0	2	0.40	6	0.01				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 1.5 Análisis de varianza de producción de extracto etéreo (EE) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (EE/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto EE/m <sup>2</sup>	54	0.52	0.44	7.33

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.4E-03	8	5.5E-04	6.19	<0.0001
Dilución (%)	8.1E-04	2	4.1E-04	4.58	0.0154
Tiempo remojo (h)	2.1E-03	2	1.1E-03	11.89	0.0001
Dilución (%)*Tiempo remojo..	1.5E-03	4	3.7E-04	4.15	0.0060
Error	4.0E-03	45	8.8E-05		
Total	0.01	53			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01769**

Error: 0.0001 gl: 45

Dilución (%)	Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.		
10	12	0.14	6	3.8E-03	A	
5	12	0.14	6	3.8E-03	A	
10	2	0.14	6	3.8E-03	A	
0	12	0.13	6	3.8E-03	A	B
5	2	0.13	6	3.8E-03	A	B
5	24	0.13	6	3.8E-03	A	B
0	24	0.12	6	3.8E-03	A	B
10	24	0.12	6	3.8E-03		B
0	2	0.11	6	3.8E-03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## 1.6 Análisis de varianza de producción de fibra cruda (FC) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado (FC/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto FC/m <sup>2</sup>	54	0.59	0.52	7.35

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	8	0.01	8.21	<0.0001
Dilución (%)	0.01	2	4.3E-03	3.74	0.0314
Tiempo remojo (h)	0.05	2	0.02	19.60	<0.0001
Dilución (%)*Tiempo remojo..	0.02	4	0.01	4.75	0.0028
Error	0.05	45	1.1E-03		
Total	0.13	53			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06375**

Error: 0.0011 gl: 45

Dilución (%)	Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.		
10	12	0.53	6	0.01	A	
5	12	0.50	6	0.01	A	B
10	2	0.49	6	0.01	A	B
0	12	0.48	6	0.01	A	B
5	2	0.45	6	0.01		B C
0	24	0.45	6	0.01		B C
5	24	0.43	6	0.01		B C
10	24	0.41	6	0.01		C
0	2	0.41	6	0.01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## 1.7 Análisis de varianza de producción de cenizas (CEN) de germinado hidropónico por metro cuadrado (Cen/m<sup>2</sup>)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto CEN/m <sup>2</sup>	54	0.50	0.41	7.31

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.8E-03	8	6.0E-04	5.57	0.0001
Dilución (%)	5.9E-04	2	2.9E-04	2.73	0.0762
Tiempo remojo (h)	2.6E-03	2	1.3E-03	12.17	0.0001
Dilución (%)*Tiempo remojo..	1.6E-03	4	4.0E-04	3.69	0.0110
Error	4.8E-03	45	1.1E-04		
Total	0.01	53			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01952**

Error: 0.0001 gl: 45

Dilución (%)	Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.	
5	12	0.15	6	4.2E-03	A
10	12	0.15	6	4.2E-03	A
10	2	0.15	6	4.2E-03	A
0	12	0.15	6	4.2E-03	A B
0	24	0.14	6	4.2E-03	A B
5	24	0.14	6	4.2E-03	A B
5	2	0.14	6	4.2E-03	A B
10	24	0.13	6	4.2E-03	B
0	2	0.13	6	4.2E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## 1.8 Análisis de varianza de rendimiento de Germinado Hidropónico por kilogramo de semilla (GH/Kg semilla)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GH/kg sem	54	0.41	0.30	8.12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.31	8	0.79	3.83	0.0017
Dilución (%)	0.78	2	0.39	1.88	0.1641
Tiempo remojo (h)	3.48	2	1.74	8.44	0.0008
Dilución (%)*Tiempo remojo..	2.06	4	0.51	2.50	0.0559
Error	9.28	45	0.21		
Total	15.59	53			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36680**

Error: 0.2061 gl: 45

Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.	
12	5.95	18	0.11	A
2	5.46	18	0.11	B
24	5.38	18	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## 1.9 Análisis de varianza de rendimiento de materia seca (MS) por kilogramo desemilla (Kg MS/kg semilla)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
kg MS/kg sem	54	0.39	0.29	7.78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.22	8	0.03	3.65	0.0024
Dilución (%)	0.02	2	0.01	1.61	0.2108
Tiempo remojo (h)	0.12	2	0.06	7.79	0.0012
Dilución (%)*Tiempo remojo..	0.08	4	0.02	2.60	0.0486
Error	0.34	45	0.01		
Total	0.56	53			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16392

Error: 0.0076 gl: 45

Dilución (%)	Tiempo remojo (h)	Medias	n	E.E.			
10	12	1.23	6	0.04	A		
5	12	1.21	6	0.04	A	B	
10	2	1.16	6	0.04	A	B	C
0	12	1.11	6	0.04	A	B	C
0	24	1.11	6	0.04	A	B	C
5	2	1.10	6	0.04	A	B	C
5	24	1.08	6	0.04	A	B	C
0	2	1.06	6	0.04		B	C
10	24	1.03	6	0.04			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 1.10 Temperatura (°C) y humedad relativa (%)

Fecha	Hora	Temperatura (°C)		Humedad (%)	
		mínima	máxima	mínima	máxima
	07:00	20.10	29.00	51	80
08/04/2024	12:00	20.40	31.70	49	89
	07:00	24.30	29.60	52	67
	07:00	21.60	29.90	52	77
09/04/2024	12:00	26.80	29.60	52	65
	07:00	24.20	29.10	56	77
	08:00	21.60	29.60	52	82
10/04/2024	12:00	26.80	29.10	54	76
	07:00	24.20	29.10	57	76
	07:00	20.70	29.60	57	78
11/04/2024	12:00	24.70	29.60	53	65
	07:00	24.20	30.80	58	78
	07:00	22.30	25.20	70	85
12/04/2024	12:00	26.50	28.10	60	63
	07:00	23.50	29.70	57	77
	07:00	21.60	29.10	58	85
13/04/2024	12:00	21.60	29.10	70	85
	07:00	22.80	29.50	56	78
	07:00	21.20	22.40	64	84
14/04/2024	12:00	26.20	29.10	59	84
	07:00	23.70	30.70	58	75
	07:00	21.64	29.90	52	82
15/04/2024	12:00	22.40	28.10	60	78
	07:00	23.50	29.10	58	75
	Media	23.19	29.03	56.88	77.54
	DS	2.03	1.83	5.38	6.87

**1.11 Estructura de costos de producción de un kg de Materia seca (MS) de GH de maíz del tratamiento T6 (S/)**

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo
PRE GERMINACIÓN (3 días)	maíz	Kg.	2.40	2.00	4.80
	Agua	L	3.84	0.05	0.19
	Dióxido de cloro	ml	0.002	1.90	0.004
	Aloe vera	ml	300.00	0.002	0.600
	Mano de obra	Horas	0.84	3.125	2.63
	<b>Sub Total</b>				<b>8.22</b>
	GERMINACIÓN (5 días)	Agua	L	5.760	0.05
Mano de obra		Horas	0.291	3.125	0.91
<b>Sub Total</b>				<b>1.20</b>	
PRODUCCIÓN (7 días)	Agua	L	7.2	0.05	0.36
	Soluciones hidropónicas	ml	1.8	0.05	0.09
	Mano de Obra	Horas	0.33	3	1.00
	<b>Sub Total</b>				<b>1.45</b>

**TOTAL**

Costo de producción por tratamiento (S/)	10.87
Rendimiento/tratamiento (Kg)	3.09
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico	3.51
Costo de depreciación/kg	0.05
Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de maíz	3.56