UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) CULTIVAR CENTENARIO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN HUARAZ – ANCASH, 2019"

Presentada por:

Bach. INGA PAIVA JUAN CARLOS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

PATROCINADOR:

Dr. ROQUE GONZALEZ JUAN MOISÉS

HUARAZ, PERÚ

2020

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Inga Palva Juan Carlos

Código de alumno: 101.0103.605 Teléfono: 997766175

Correo electrónico: jingap@unasam.edu.pe DNI o Extranjería: 44847681

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- (●) Tesis
- ( ) Trabajo de Suficiencia Profesional
- ( ) Trabajo Académico
- ( ) Trabajo de Investigación
- ( ) Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Título Profesional o Grado obtenido:

Ingeniero Agrónomo

4. Título del trabajo de investigación:

Efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidrofónico de cebada (*ordeum vulgare L.*) cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz-Ancash, 2019

5. Facultad de: Ciencias Agrarias

6. Escuela, Carrera o Programa: Agronomía

7. Asesor:

Apellidos y nombres Dr. Roque Gonzales Juan Correo electrónico: jroqueg@unasam.edu.pe

Teléfono: 995138836 N° de DNI o Extranjería: 08432055 ORCID:

8. Tipo de acceso al Documento

- (●) Acceso público* al contenido completo.
- ( ) Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de Investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

---

12. Para ser llenado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de recepción del documento por el Repositorio Institucional:

19/01/2021

Firma:

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron a través de la plataforma virtual Microsoft Teams, para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agronomía ***JUAN CARLOS INGA PAIVA*****,** titulada: ***"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE CEBADA (Hordeum vulgare L.) CULTIVAR CENTENARIO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN HUARAZ – ANCASH, 2019",*** escuchada la sustentación, de manera virtual y las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (*)

DIECISEIS (16)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título Profesional de INGENIERO AGRONOMO, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 20 de noviembre de 2020.

Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ
PRESIDENTE

Dr. RAYMUNDO PEÑAFORTE CAMONES CARRILLO
SECRETARIO

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
VOCAL

Dr. JUAN MOISES ROQUE GONZALES
PATROCINADOR

(*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADA CON EXCELENCIA (19-20), APROBADA CON DISTINCIÓN (17-18), APROBADA (14-16), DESAPROBADA (00-13).

ACTA DE CONFORMIDAD VIRTUAL DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar el trabajo final de investigación de la Tesis titulada: ***"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE CEBADA (Hordeum vulgare L.) CULTIVAR CENTENARIO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN HUARAZ – ANCASH, 2019",*** presentado por el Bachiller en Ciencias Agronomía ***JUAN CARLOS INGA PAIVA,*** y sustentada vía la plataforma virtual Microsoft Teams el día 20 de noviembre del 2020, respaldada mediante **Resolución Decanatural N.º 325-2020-UNASAM-FCA**, la declaramos **CONFORME**.

Huaraz, 20 de noviembre de 2020.

Dr. WALTER JUAN VASQUEZ CRUZ
PRESIDENTE

Dr. RAYMUNDO PEÑAFORTE CAMONES CARRILLO
SECRETARIO

Dr. GUILLERMO CASTILLO ROMERO
VOCAL

Dr. JUAN MOISES ROQUE GONZALES
PATROCINADOR

DEDICATORIA

A todas las personas que contribuyeron a la realización de esta meta y en especial a mi familia por ser un aliciente día a día para ser una mejor persona.

AGRADECIMIENTO

Hacemos especial mención a todas aquellas personas que han colaborado en la realización de la presente investigación y han contribuido a mi formación, tanto profesional como personal. Por ello reciban mi más sincero agradecimiento:

- Mi alma mater, la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, y todos los catedráticos que formaron parte de mi formación profesional.
- Mis amigos, por las experiencias ya aventuras compartidas.
- Mis familiares, por el apoyo y motivación para seguir adelante.

I. INDICE GENERAL

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
I. INDICE GENERAL viii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE FIGURAS xii
ÍNDICE DE ANEXOS xiii
II. RESUMEN xiv
ABSTRACT xv
III. INTRODUCIÓN 1
3.1. OBJETIVO GENERAL 2
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS 2
3.3. JUSTIFICACIÓN 2
IV. MARCO TEÓRICO 3
4.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS 3
4.2. HIDROPONIA 4
4.2.1. HISTORIA 4
4.3. FORRAJE HIDROPONICO 6
4.3.1. DEFINICION 6
4.4. REQUERIMIENTOS EN LA PRODUCIÓN DE FORRAJE HIDROPONICO 7
4.4.1. AGUA 7
4.4.2. LUZ 7
4.4.3. NUTRIENTES 7
4.4.4. SEMILLA 8
4.5. PROCESO DE PRODUCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO 8
4.5.1. SELECCIÓN DE SEMILLA 8
4.5.2. DESINFECCIÓN Y LAVADO DE SEMILLAS 9
4.5.3. REMOJO O PRE GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS 9
4.5.4. DENSIDAD DE SIEMBRA 10
4.5.5. SIEMBRA 10
4.5.6. GERMINACIÓN 10
4.5.7. RIEGO Y FERTILIZACIÓN 11

4.5.8. COSECHA 12
4.6. VENTAJAS DEL FORRAJE HIDROPONICO 12
4.7. DESVENTAJAS 13
4.8. BIOESTIMULANTES 13
4.8.1. IMPORTANCIA Y USOS 13
4.9. AMINOACIDOS 14
4.10. ALGAS MARINAS 15
4.11. ÁCIDOS HÚMICOS 16
4.12. QUITOSANO 16
4.13. HIPOTESIS 17
4.14. VARIABLES 17
V. MATERIALES Y MÉTODOS 18
5.1. LOCALIZACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL 18
5.1.1. UBICACIÓN 18
5.1.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS 18
5.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO 19
5.2. MATERIALES 20
5.2.1. MATERIALES EXPERIMENTALES 20
5.2.2. INSTALACIONES 20
5.2.3. INSUMOS 20
5.2.4. EQUIPOS 21
5.2.5. MATERIALES DE ESCRITORIO 21
5.3. METODOLOGIA 21
5.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 21
5.3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 22
5.3.3. TRATAMIENTOS 22
5.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL 22
5.3.5. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL 23
5.3.6. DISEÑO DEL AREA EXPERIMENTAL 24
5.4. POBLACIÓN Y MUESTRA 24
5.5. PROCESO EN CAMPO 25
5.5.1. IMPLEMENTACIÓN DEL ENSAYO 25
5.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPILACIÓN DE DATOS ... 30
5.6.1. PARÁMETROS A EVALUADOS 31

5.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS 32
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN 34
6.1. RESULTADOS 34
6.1.1. ALTURA DE PLANTA 34
6.1.2. LARGO DE RAÍZ 36
6.1.3. MATERIA SECA 37
6.1.4. CENIZAS TOTALES 38
6.1.5. PROTEÍNA TOTAL 40
6.1.6. RENDIMIENTO DE BIOMASA FRESCA 41
6.1.7. ANÁLISIS ECONÓMICO 42
6.2. DISCUSÍON 43
VII. CONCLUSIONES 47
VIII. RECOMENDACIONES 48
IX. BIBLIOGRAFÍA 49
X. ANEXOS 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables de estudio. 17

Tabla 2: Resultado e interpretación de análisis de agua de riego. 19

Tabla 3: Calidad de semillas de cebada (Hordeum vulgare L.) cultivar centenario..... 20

Tabla 4: Tratamientos aplicados en la investigación..... 22

Tabla 5: Análisis de varianza generalizado para un diseño de repeticiones completos al azar. 33

Tabla 6: Valores y Análisis de Varianza de altura de planta (cm) a los diez días de la siembra. 34

Tabla 7: Valores y Análisis de Varianza de altura de planta a la cosecha. 35

Tabla 8: Valores y Análisis de Varianza para largo de raíz a la cosecha. 36

Tabla 9: Valores y Análisis de Varianza para contenido de materia seca (%)..... 37

Tabla 10: Valores y Análisis de Varianza para contenido de cenizas (%). 39

Tabla 11: Valores y Análisis de Varianza de proteina total. 40

Tabla 12: Valores y Análisis de Varianza de rendimiento de biomasa fresca (Ton/Ha)..... 41

Tabla 13: Análisis económico de cada tratamiento en estudio..... 42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Unidad de Estudio - Bandeja de producción con forraje verde hidropónico. 23

Figura 2: Evaluación de la calidad de semillas..... 25

Figura 3: Preparación de solución desinfectante y desinfección de semillas 26

Figura 4: Hidratación de las semillas 26

Figura 5: Inicio del proceso de germinación 27

Figura 6:Siembra de las semillas en fase oscura 27

Figura 7:Crecimiento de las semillas en fase oscura..... 28

Figura 8: Inicio de lavado de plantas..... 29

Figura 9: Cosecha del forraje verde hidropónico logrado en el experimento 29

Figura 10: Evaluación de altura de planta 30

Figura 11: Medias de altura de planta a los diez días..... 35

Figura 12: Medias de altura de planta a la cosecha según bioestimulantes..... 36

Figura 13: Medias de altura para largo de raíz a la cosecha según bioestimulantes. 37

Figura 14: Medias para contenido de materia seca (%) según bioestimulantes. 38

Figura 15: Medias de contenido de cenizas (%) según bioestimulantes y bloques..... 39

Figura 16: Medias de contenido de proteína total según bloques y bioestimulantes. 40

Figura 17: Medias de rendimiento de biomasa fresca (Ton/Ha) 42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de Acidos Húmicos 54

Anexo 2: Ficha técnica de Algas Marinas 56

Anexo 3: Ficha técnica Aminoácidos 58

Anexo 4: Ficha técnica Quitosano 60

Anexo 5: Resultados de evaluación de proteínas 62

Anexo 6: Panel fotográfico 62

Anexo 7: Matriz de datos de crecimiento 66

Anexo 8: Matriz de datos de evaluaciones de calidad 67

Anexo 9: Matriz de datos de rendimiento 67

Anexo 10: Análisis económico de los tratamientos en estudio 68

II. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz, región Ancash, se realizó la presente investigación durante los meses de octubre a noviembre de 2019. Se evaluaron los siguientes tratamientos: Quitosano (1.5 L/200 L), aminoácidos (0.5 L/200 L), Ácidos húmicos (1.5 L/200 L), extracto de algas marinas (0.5 L/200 L) y testigo.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, largo de raíz, contenido de materia seca, cenizas, proteína total, rendimiento de forraje verde y rentabilidad. Los resultados mostraron que la aplicación foliar de los diferentes bioestimulantes no genera efectos diferentes significativos en la altura de planta, largo de raíz, contenido de materia seca, cenizas y rendimiento del forraje verde hidropónico. Sin embargo, los bioestimulantes si provocan diferencias estadísticas significativas en el contenido de proteína total, siendo las algas marinas el bioestimulantes que genera un mayor contenido de proteína con un valor global de 14.24%.

Semejantemente, las algas marinas han logrado un mayor contenido de materia seca global con 10.363%. Por otro lado, se denota mejores beneficios productivos y económicos con la aplicación de los aminoácidos en la producción de forraje verde hidropónico de cebada, y mayores beneficios nutritivos con la aplicación de las algas marinas.

Palabras claves: bioestimulantes, aminoácidos, quitosano, algas marinas, forraje verde hidropónico.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of the application of biostimulants in the production of hydroponic green forage of barley (Hordeum vulgare L.), a centennial cultivar under greenhouse conditions in Huaraz, Ancash region, the present investigation was carried out during the months of October to November 2019. The following treatments were evaluated: Chitosan (1.5 L / 200 L), amino acids (0.5 L / 200 L) Humic acids (1.5 L / 200 L), extract of seaweed (0.5 L / 200 L) and a witness.

The variables evaluated were: plant height, root length, dry matter content, ash, total protein, green forage yield and profitability. The results show that the foliar application of the different biostimulants does not generate significant different effects on the height of the plant, root length, dry matter content, ash and hydroponic green forage yield.

However, biostimulants do provoke significant different responses in total protein content, where seaweed generates a higher protein content with a value of 14.24%. On the other hand, marine algae have achieved a higher dry matter content with 10.363% and total protein with 14.24%. The best productive and economic benefits of the application of amino acids in the production of green hydroponic barley forage are denoted, and greater nutritional benefits of the application of seaweed.

Keywords: biostimulants, amino acids, chitosan, seaweed, hydroponic green forage.

III. INTRODUCIÓN

En la actividad pecuaria, un problema recurrente y generalizado en la serranía peruana es la poca disponibilidad de pastos naturales y cultivados, durante épocas secas (Foncodes, 2014). Bajo este contexto, conviene implementar y desarrollar tecnologías que contribuyan a la solución de esta problemática, especialmente en zonas donde la falta de terrenos y poca disponibilidad de agua, limitan el desarrollo de la actividad productiva.

La tecnología de producción de forraje verde hidropónico, resulta ser prometedora para solucionar esta problemática. Actualmente a nivel local, se han logrado avances tecnológicos como determinar la especie idónea para la sierra ancashina, que es la cebada centenario (Romero, 2017), la densidad de siembra adecuada de 1.786 kg/m^2 y la proporción de asociación con arveja adecuada de 5:1 (Rosario, 2018).

Los resultados logrados por las investigaciones desarrolladas por Romero (2017) y Rosario (2018), reportan indices de conversion de semilla a biomasa forrajera de 4.57 y 5.37, respectivamente. Estos indices son inferiores a los valores indicados por la FAO (2002), quien refiere que se pueden lograr indices de conversion de semilla a biomasa forrajera equivalentes a 10.

Por otro lado, se ha descubierto que los bioestimulantes son recomendables para reducir el tiempo de germinación, incrementar el porcentaje de germinación y el porcentaje de planta lograda adulta (Estrada, 2012). Sin embargo, no se cuenta con reportes bibliograficos del uso de esta tecnologia en la producion de forraje verde hidroponico de cebada, más aun en condiciones locales. Por tanto se plantea el siguiente problema de investigación.

Con el desarrollo de la presente investigación se contribuye al conocimiento de los efectos de la aplicación de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidropónico.

Los objetivos del estudio son los siguientes:

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz.

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz.
- Comparar los efectos de diversos bioestimulantes en la calidad nutricional de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz.
- Evaluar económicamente cada uno de los tratamientos.

3.3.JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se llevo a cabo para determinar el efecto de la aplicación de bioestimulantes (algas marinas, aminoacidos y quitosano) en la produción y calidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo invernadero, con el fin de mejorar las técnicas de producción de forraje verde hidropónico en Huaraz.

Por otro lado, la investigación también contribuirá al desarrollo de paquetes tecnológicos en la producción de forraje verde hidropónico en el Callejón de Huaylas, aportando conocimientos teóricos y prácticos referentes a esta tecnología.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Manresa (1968) informa que, las proteínas hidrolizadas y los aminoácidos pueden formar complejos unidos químicamente con metales quelatados, estos quelatos penetran más fácilmente en las células de la planta. Por tanto, los aminoácidos son de rapida absorción y translocación en las plantas, además de ser buenos trasportadores de micro elementos.

Bolaños (2015) determinó que, el cultivo de cebada variedad INIAP Cañicapa 2003, respondió positivamente al nivel de fertilización N-P-K (90-90-45) en cuanto a longitud de raíz, peso de raíz, número de brotes y rendimiento, la aplicación foliar del bioestimulante a base de algas marinas (Kelpak), respondió significativamente en la longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento de grano por unidad de superficie; la mejor combinación en el comportamiento agronómico y rendimiento de la cebada es la aplicación de N-P-K (90-90-45) más el bioestimulación Kelpak (2 L/ha) aplicado al follaje.

Tourian et al. (2013) informan que .en hierba trigo (*Agropyron repens*) el quitosano tuvo un efecto positivo sobre la tolerancia a la sequía en algunos cultivares, especialmente en la etapa de final del crecimiento, más que en la etapa de elongación del tallo.

Hu et al. (2018), investigaron el efecto y el mecanismo de las nanopartículas de quitosano en la germinación y el crecimiento de las plántulas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Los resultados sugieren que las nanoparticulas de quitosano tienen un efecto positivo sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas de trigo en una concentración más baja que el quitosano normal debido a una mayor adsorción en la superficie de las semillas de trigo.

Canellas et al. (2015) afirman que, los ácidos húmicos y fúlvicos pueden inducir cambios en el metabolismo primario y secundario de la planta relacionado con la tolerancia al estrés abiótico, que de forma colectiva modulan el crecimiento de la planta y promueven el buen estado físico. Además, la aplicación exógena de sustancias húmicas dentro de

sistemas agronómicos puede usarse para ayudar al desarrollo de una intensificación sostenible.

4.2. HIDROPONIA

4.2.1. HISTORIA

Gilsanz (2007) menciona que, los primeros indicios de hidroponía han sido encontrados en China, Egipto e India. Además, señala que tanto Leonardo Da Vinci, Helmont, R. Boyle y Woodward realizaron diversos avances, pero no fue hasta 1860 que los alemanes Sachs y Knop fueron los primeros en hacer crecer las plantas en una solución nutritiva, llamando al proceso ¨nutriculture¨, luego en 1929 William F. Gricke, define el proceso como hidroponía que significa "trabajo en agua".

El mismo autor añade que, en el transcurso de la segunda guerra mundial, las fuerzas aliadas instalaron en sus bases sistemas hidropónicos para proveer de vegetales y frutas frescas a las tropas en conflicto. Luego, la hidroponía comercial se extiende a través del mundo en 1950.

Sin embargo, Beltrano y Gimenez (2015) señalan que, la hidroponía como proceso data desde que la tierra fue creada (ya que inicia con el crecimiento de plantas en los océanos primigenios y otras grandes masas de agua), siendo este tipo de cultivos anterior al cultivo sobre la tierra. Los autores señalan tres ejemplos exitosos de cultivos hidropónicos tales como los jardines colgantes de babilonia, jardines flotantes de China y los jardines flotantes de Tenochtitlán por los aztecas.

DEFINICIÓN

Beltrano y Gimenez (2015), definen a la hidroponía como un conjunto de técnicas que permiten el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. Su implementación se puede desarrollar en estructuras simples o complejas, siendo útiles para producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados, etc.

Por otro lado, Gilsanz (2007) conceptualiza a la hidroponía como una serie de sistemas de producción en donde los nutrientes llegan a la planta a través del agua, son aplicados en forma artificial y el suelo no participa en la nutrición. El mismo autor, refiere que el vocablo

hidroponía proviene de dos palabras griegas *HYDRO* que significa agua y *PONOS* que significa trabajo

VENTAJAS

Gilsanz (2007), considera las siguientes ventajas de la hidroponía:

- Menor número de horas de trabajo y más livianas.
- No es necesaria la rotación de cultivos.
- No existe la competencia por nutrientes.
- Las raíces se desarrollan en mejores condiciones de crecimiento.
- Mínima pérdida de agua.
- Mínimo problema con las malezas.
- Reducción en aplicación de agroquímicos.
- El sistema se ajusta a áreas de producción no tradicionales

Similarmente, Beltrano y Gimenez (2015) identifican las siguientes ventajas:

- Son cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Reducen los costos de producción.
- Son independientes de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas en contra estación
- Ocupa menos espacio y capital para una mayor producción.
- Genera ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera).
- Se tiene mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Mayor calidad del producto.
- Altos rendimientos por unidad de superficie
- Aceleramiento en el proceso de cultivo

DESVENTAJAS

Gilsanz (2007), señala como desventajas de la hidroponía:

- El costo de inversión inicial alto.

- Se requieren conocimientos de fisiología y nutrición vegetal.
- Los desbalances nutricionales causan inmediato efecto en el cultivo.
- Se requiere agua de buena calidad para el riego

4.3. FORRAJE HIDROPONICO

4.3.1. DEFINICION

El INIA (2015), define al forraje hidropónico como el resultado del proceso de germinación de semillas de leguminosas (alfalfa) y/o gramíneas (trigo, avena, cebada, maíz), que se realiza captando la energía del sol y absorbiendo los nutrientes disueltos en una solución hidropónica (agua y nutrientes) en ausencia de suelo.

Por otro lado, Guzmán (2015) conceptualiza al forraje verde hidropónico como un forraje vivo, de alta calidad nutricional y digestibilidad; apto para la alimentación de especies animales de interés económico; su producción consiste en la germinación de granos y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas. Además de ser un sistema de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas.

IMPORTANCIA

La FAO (2002) señala que, ante fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocasionando muchas dificultades especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos o de animales menores. Ha generado la necesidad de contar para prevenir pérdidas productivas. Frente a estas circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa la implementación de un sistema de producción de forraje hidropónico.

Abarca, Aguirre, Silva, Mora y Carrasco (2016) señalan que, la alteración de los ciclos hidrológicos ocasiona una baja disponibilidad de forraje para el ganado ovino y bovino, siendo crítico en el período estival. Esto obliga a buscar otras alternativas de producción, en la cual, haciendo uso de la técnica de la hidroponía, se puede obtener forraje verde hidropónico (FVH), que es una opción apropiada para pequeños agricultores ganaderos.

Orjuela (2015) destaca que, el forraje verde hidropónico no solo es una alternativa contra el déficit alimentario, sino que además ayuda a mejorar la producción de leche en los bovinos.

4.4. REQUERIMIENTOS EN LA PRODUCIÓN DE FORRAJE HIDROPONICO

Hay muchas variables que pueden llegar influir en el cultivo de forraje verde hidropónico, a continuación, se mencionan las que tienen significativa importancia.

4.4.1. AGUA

La FAO (2002) señala que, en a la producción de forraje verde hidropónico la calidad del agua no debe de ser descuidada, pudiendo ser esta causa del fracaso de la producción, inclusive cuando la calidad del agua no sea la más conveniente, será imprescindible el realizar un detallado análisis químico de la misma.

La misma institución indica que, el pH debe oscilar entre 5.2 y 7, salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse hasta con pH cercano a 7.5. La conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva debería estar en torno de 1,5 a 2,0 mS/cm. Por lo tanto, aguas con CE menores a 1,0 serían las más aptas, debido a que estas permitirán la adición de fertilizantes hasta lograr una conductividad en el rango recomendado.

4.4.2. LUZ

La FAO (2002) indica que, la radiación solar es básica para el crecimiento vegetal, a la vez es promotora de la síntesis de compuestos, los cuales serán de vital importancia para la alimentación animal. Sin embargo, en el proceso no se necesitan hasta el tercer o cuarto día. Teniendo en cuenta que el forraje solo necesita una intensidad lumínica de 1.000 a 1.500 micro watts/cm^2.

4.4.3. NUTRIENTES

Vega y Quispe (2008) señalan que, para una producción constante y adecuada, el riego de forraje debe ir acompañado de los nutrientes necesarios. Los autores recomiendan dos soluciones, la primera Solución A constituida por fosfato mono amónico 34 g, nitrato de calcio 208 g, nitrato de potasio 110 g. Además de la Solución B constituida por Sulfato de magnesio 123 g, sulfato de cobre 0.12 g, sulfato de manganeso 0.62 g, sulfato de zinc 0.30 g, ácido bórico 1.5 5g, molibdato de amonio 0.005 g y quelato de hierro 12.5 g.

Castillo, Lombardi y Miranda (2013) afirman que, la aplicación de nutrientes a través de solución nutritiva al forraje hidropónico de cebada desde la germinación mejora el valor nutritivo, producción de forraje verde y de proteína bruta generando además en los cuyes desempeños productivos similares a la alimentación convencional en base a pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) más alfalfa y concentrado.

Finalmente, Maldonado, Álvarez , Cristóbal y Ríos (2013) mencionan que, las adiciones de nitrógeno en forma de nitrato a las soluciones nutritivas incrementan la altura, relación de conversión, el rendimiento por metro cuadrado, el contenido proteico y la cantidad de nitrato en la planta.

4.4.4. SEMILLA

La FAO (2002), señala que la calidad de las semillas no debe ser descuidada así haya impedimentos de precio y disponibilidad de la misma, el autor recomienda que debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75%. Además, la semilla a utilizar debe estar limpia y tratada con una solución de hipoclorito de sodio al 1% a través de un baño de inmersión, el cual debe durar como máximo tres minutos; y que el lote de semillas no debería contener semillas partidas ni semillas de otros cultivares comerciales.

4.5. PROCESO DE PRODUCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO

Sobre el proceso de producción del forraje verde hidropónico, si bien es cierto existen diferencias entre los autores sobre las etapas que conlleva producirlo, consideramos los aspectos relacionados de acuerdo al objetivo de la investigación y la credibilidad de las referencias citadas:

4.5.1. SELECCIÓN DE SEMILLA

La FAO (2002) recomienda que, se debe usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Sin embargo, por una razón de eficiencia y costos se puede seleccionar una de menor calidad manteniendo un porcentaje de germinación adecuado. Estas deben de estar libre de impurezas y de algún producto que sea toxico.

El INIA (2015), señala que usualmente las especies para la producción suelen ser trigo, avena, cebada, maíz, entre otros cereales, dependiendo de la disponibilidad de la zona. (Guzmán, 2015), añade que estas deben estar adaptadas a las condiciones locales.

En condiciones de Huaraz, la cebada centenario es la especie que presenta mayores rendimientos, mayor aceptación en cuyes y mayor rentabilidad económica para su producción (Romero, 2017).

4.5.2. DESINFECCIÓN Y LAVADO DE SEMILLAS

Abarca et al. (2016) consideran que, esta etapa tiene como principal objetivo disminuir o anular la proliferación de hongos y bacterias contaminantes durante el crecimiento del forraje. Se sumerge la semilla en una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 1%, por un tiempo no mayor a los dos minutos, un tiempo mayor podría dañar la viabilidad de la semilla.

La FAO (2002) agrega que, en esta etapa elimina prácticamente los ataques de microorganismos patógenos al cultivo, además que finalizado el lavado procedemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.

4.5.3. REMOJO O PRE GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

INIA (2015) señala que, una vez desinfectadas y lavadas las semillas, éstas se deben sumergir en agua limpia por un tiempo de 24 horas, divido en dos períodos de 12 horas cada uno, considerando una hora de oreado entre las dos etapas.

FAO (2002) agrega que, esta se debe de realizar con las semillas colocadas dentro de bolsas de arpillera, las cuales se sumergen en bidones o recipientes de material plástico (no se deben usar recipientes metálicos). Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente las semillas y a razón de un mínimo de 0,8 a 1 litro de agua por cada kilo de semilla.

Abarca *et al* (2016) consideran que, esta etapa es fundamental, para alcanzar el éxito en la producción. Es necesario eliminar las impurezas o semillas que no germinaron (inviables), que son aquellas que flotan en el agua.

4.5.4. DENSIDAD DE SIEMBRA

La FAO (2002) menciona que, las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2,2 kilos a 3,4 kilos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja.

El INIA (2015), añade que se debe seleccionar y pesar entre 300 a 350 gramos de semilla por cada bandeja de 35 cm x 45 cm. Abarca et al (2016), coincide en estas dosis solo para el caso de semillas de trigo, avena, cebada, centeno y triticale, pero para el caso del maíz la dosis se debe aumentar entre 500 a 600 gramos por bandeja, lo que significa utilizar 2 bandejas por kilo de maíz.

4.5.5. SIEMBRA

El INIA (2015) menciona que, la siembra se realiza en bandejas plásticas previamente perforadas en uno de los extremos para impedir la acumulación de agua. Las bandejas deben situarse en un lugar con temperatura y ausencia de luz para favorecer la germinación.

Para Abarca et al, (2016), las bandejas deben ser de material polietileno, las que usualmente se utilizan en casinos para el servicio de comidas. Estas tienen la particularidad de no oxidarse, ser resistentes, fácil de lavar, ser livianas, ser reutilizables, y apilables unas sobre otras.

La FAO (2002), recomienda que luego de esto se coloque por encima de las semillas una capa de papel (diario, revistas) el cual también se moja. Posteriormente se tape todo con un plástico negro. Una vez detectada la brotación completa de las semillas se retira el plástico negro y el papel.

4.5.6. GERMINACIÓN

Según Vega y Quispe (2008), en esta etapa se debe de contar tanto con los sistemas de riego y de control de los factores climáticos para tener una producción exitosa y estar atento a los primeros brotes.

Abarca et al (2016) sostienen que, los factores más importantes están la temperatura, humedad, oxígeno, y oscuridad; teniendo estas que ser controladas, debido a que cuando uno o más factores son deficientes, existe la probabilidad que la germinación y la formación de

la planta no llegue a buen término. El retiro de las semillas germinadas desde la cámara de oscuridad, y traslado a su ubicación final en estanterías o repisas, debe ser hecho cuando el brote alcance un crecimiento de dos cm aproximadamente.

4.5.7. RIEGO Y FERTILIZACIÓN

Sobre el riego el INIA (2015) señala que, una vez el forraje se encuentre en las estanterías de crecimiento definitivo, se puede instalar un sistema de riego automatizado por aspersión, en caso que no se cuente este tipo de sistema, el riego puede realizarse con un pulverizador manual.

Abarca et al. (2016) recomiendan que, el riego se debe realizar 3 a 5 veces por día, en la etapa de crecimiento, y dependiendo del tamaño del forraje y la temperatura ambiente a la cual esté sometido.

La FAO (2002), menciona que se debe determinar una dosis exacta de agua de riego según cada especie de forraje, lo cual resulta muy difícil, dado que dependerá del tipo de infraestructura de producción disponible. Esta debe estar convenientemente oxigenada y por lo tanto los mejores resultados se obtienen con la pulverización o aspersión sobre el cultivo o en el caso de usar riego por goteo, poseer un sistema de burbujeo en el estanque que cumpla con la función de oxigenación del agua.

La misma institución indica además que, los primeros cuatro días no deben aplicarse más de 0,5 litros de agua por metro cuadrado por día además de no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas al igual que su respectiva masa radicular.

Guzmán (2015) afirma que, la fertilización se inicia cuando aparecen las primeras hojas (entre el día cuatro al día cinco). La solución nutritiva se aplica en fertirriego, a razón de una cuarta parte de la dosis usada en hidroponía.

Abarca et al. (2016) menciona que, cuando las plantas hayan logrado una altura promedio de cinco cm, se suministra un fertilizante foliar a base de macro y micronutrientes, con el objeto de acelerar el crecimiento. Sin embargo, en el mismo estudio se comprueba que el suministro de agua, a través del riego por aspersión, es suficiente para el crecimiento de forraje, en un período aproximado de dos semanas.

Finalmente, la FAO (2002) recalca que, cuando se llega a los días finales de crecimiento (días 12 o 13) el riego se realizará exclusivamente con agua para eliminar todo rastro de sales minerales que pudieran haber quedado sobre las hojas y/o raíces.

4.5.8. COSECHA

El INIA (2015) indica que, una vez que el forraje haya alcanzado una altura aproximada de 20 a 25 cm, está en condiciones de cosecha y listo para dar de alimento a los animales.

Abarca et al. (2016) señalan que, el periodo de cosecha se alcanza aproximadamente en 15 días, ahí se encuentra en condiciones de ser cosechado y en condiciones para ser entregado a los animales. El forraje no requiere de cortes, la entrega a los animales es total incluyendo las raíces, pues la masa vegetativa queda dispuesta como un bloque, el cual es de fácil entrega.

Sobre la riqueza nutricional la FAO (2002) informa que, la tasa más alta se consigue entre los días siete y ocho por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado con la calidad dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de la producción.

Guzmán (2015), recomienda utilizar el forraje verde hidropónico recién cosechado. Además, el mismo se puede conservar por varios días, aunque desciende un poco la calidad nutricional.

4.6. VENTAJAS DEL FORRAJE HIDROPONICO

Guzmán (2015), la FAO (2002) y el INIA (2015), destacan las siguientes ventajas del forraje verde hidropónico:

- Genera eficiencia en el uso de agua.
- Reduce el espacio de producción.
- Reduce el tiempo de producción.
- Permite una mayor inocuidad del forraje
- Los costos de producción son bajos
- Se logra una mayor calidad del forraje

4.7. DESVENTAJAS

La FAO (2002), menciona como desventajas de la producción de forraje hidropónico los siguientes aspectos:

- La desinformación y sobrevaloración de la tecnología.
- El costo elevado de instalación inicial.

Por otro lado, Guzmán (2015) menciona las siguientes:

- La producción depende de la disponibilidad de semilla de calidad.
- El costo de instalación de la infraestructura.
- La técnica de producción debe validarse en cada localidad. .
- La falta de conocimientos e información simple y directa de la tecnología

4.8. BIOESTIMULANTES

Morales (2018) señala que, los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés biótico y abiótico

Fertilizar (2011), define a los bioestimulantes como productos naturales o sintéticos, que solos o mezclados con fertilizantes, contribuyen a mejorar el crecimiento de las plantas al desencadenar procesos fisiológicos específicos independientemente o no que aporten nutrientes, mejoran la sanidad de los cultivos.

Morales (2018) agrega que, su composición puede incluir auxinas, giberalinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otra fitohormona.

Fertilizar (2011) señala que, los bioestimulantes más difundidos inicialmente son derivados de algas marinas. También pueden ser productos que contienen aminoácidos de distintos orígenes, vitaminas, enzimas, ácidos húmicos muy heterogéneos.

4.8.1. IMPORTANCIA Y USOS

Timac Agro (2018) menciona que, además de las necesidades nutricionales del cultivo se deben atender otras complementarias de igual importancia, donde los bioestimulantes

tienen un efecto positivo en el rendimiento y la calidad de la cosecha. Además, de suponer menor coste de producción y también mayor respeto al medio ambiente.

Para Morales (2018), los bioestimulantes se deben usar al establecer el cultivo, en pequeñas cantidades como complemento en la fertilización y control de plagas o enfermedades, con los fines anteriormente mencionados.

El mismo autor añade que, si se detecta que la planta está bajo una condición de estrés es preciso, en primer lugar, controlar dicho estado y después aplicar productos bioestimulantes para que se asimilen eficazmente. Estos además no dejan residuos y son seguros para las personas que los aplican.

Clemente y Vismara (2017) señala que, el uso de los bioestimulantes es una práctica complementaria, que favorece la sanidad y nutrición del cultivo sin embargo estos no sustituyen ni a los fertilizantes ni a los fungicidas de uso tradicional, pero hacen que las plantas aprovechen mejor los recursos y se potencien los sistemas de defensa que intrínsecamente poseen.

La aplicación es para diferentes cultivos y se observa efectos variables según la etapa fenológica del cultivo. Al respecto Martínez et al (2017) afirman que, la aplicación de bioestimulantes en cítricos incrementa el contenido de vitamina C y de sacarosa del zumo del fruto, además de lograr un mejor aprovechamiento de la fotosíntesis en momentos críticos y mejor eficiencia del uso en agua.

En berenjenas, los reportes de Granados (2015) indican que, se obtuvo mejores resultados en la producción con bioestimulantes a base de algas marinas, a la vez de una mejor relación beneficio/costo.

Inclusive en condiciones de salinidad, en el estudio de Torres, Reyes y González (2016), los bioestimulantes obtuvieron efectos sobre la altura, biomasa fresca y seca de la radícula y el número de hojas de plántulas de tomate, permitiendo que mejore su crecimiento y desarrollo en condiciones de salinidad.

4.9. AMINOACIDOS

Timac Agro (2018) refiere que, los aminoácidos suponen una estimulación energética en los momentos de mayor demanda del cultivo. Estos promueven la síntesis de proteína e

intervienen en procesos concretos para favorecer la síntesis de fitohormonas y clorofila además regula el balance hídrico de la planta y fortalecen las paredes celulares de la planta ayudando a reconstruir los tejidos vegetales.

López (2014), menciona que en el mercado agrícola existe una gran variedad de productos derivados de los aminoácidos.

Timac Agro (2018) agrega que, los bioestimulantes impulsan la brotación y el desarrollo vegetativo, aumentan la circulación de savia y reducen el tiempo requerido por la planta para la cicatrización de los tejidos vegetales, debido a su elevada capacidad como regenerador citológico.

4.10. ALGAS MARINAS

Sapec Agro (2017) señala que, desde el siglo XIX las algas marinas han sido utilizadas como abono verde en casi todas las zonas agrícolas costeras, sobre todo isleñas. Incluso, en algunas islas del mar del norte, las algas han constituido la base de la agricultura ya que el suelo agrícola lo ha ido (y continúa) fabricando el hombre mezclando arena y limo con las macro algas de arribazón.

Feliu (2016), define al extracto de algas como productos obtenidos de la extracción química o física de algas marinas. El mismo autor añade que, las algas han sido usadas desde siempre por el hombre como fertilizante, alimento para el ganado y sobre todo en las culturas orientales para la alimentación humana.

Feliu (2016) indica que, si bien las algas no responden a la definición de fertilizantes, lo sorprendente de estas es la cantidad de polisacáridos que contienen (debido a su hábitat hostil), estas sustancias permiten que los extractos de algas sean unos de los mejores bioestimulantes del mercado.

Sapec Agro (2017) considera que, el uso de algas en los cultivos aporta efecto anti-estrés, hormonal y nutricional. Además, han ayudado a producir mejor y con más calidad, debido a que proporcionan macro y micronutrientes que las plantas requieren y además sustancias naturales con efectos comparados a los reguladores de crecimiento.

4.11. ÁCIDOS HÚMICOS

Los ácidos húmicos son complejas moléculas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica. Los ácidos húmicos contribuyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento excepcional de la planta (Jisa, 2020).

Los ácidos húmicos derivados de leonardita, son moléculas muy estables, siendo su grado de oxidación y el de sus componentes más uniformes (Jisa, 2020). El ácido húmico puede incrementar nuestra producción hasta en 40% siempre que este sea un húmico de alta pureza y calidad; los mejores ácidos húmicos son los que se extraen de diferentes fuentes de leonardita, ya que aseguran una diversificación de los contenidos húmicos, fúlvicos, materia orgánica y microorganismos (Moreno, 2020).

4.12. QUITOSANO

La quitina se encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza y, después de la celulosa, es el segundo polisacárido en abundancia. Sus fuentes principales son el exoesqueleto (caparazón) de muchos crustáceos, alas de insectos (escarabajos, cucarachas), paredes celulares de hongos, algas, etc. Sin embargo, la producción industrial de este biomaterial prácticamente se basa en el tratamiento de las conchas de diversos tipos de crustáceos (camarones, langostas, cangrejos y krill) debido a la facilidad de encontrar estos materiales como desecho de las plantas procesadoras de estas especies. Por otro lado, el quitosano se puede encontrar de forma natural en las paredes celulares de algunas plantas y hongo, por ejemplo, en el *Mucor rouxii* llega a representar hasta un tercio de su peso (Lárez, 2006)

En la actualidad, la principal fuente de quitina, proviene de exoesqueletos de los desechos de la industria camaronera, los cuales representan millones de toneladas de basura a nivel mundial. La mayoría de estudios realizados en la obtención de quitosano han utilizado estos desperdicios industriales (Hernández , Águila , Flores , Flores , & Ramos, 2009). Son múltiples las aplicaciones del quitosano en la agricultura que se han venido desarrollando. Entre las más comunes tenemos: • Recubrimiento de semillas con películas de quitosano para su conservación durante el almacenamiento. • Sistemas liberadores de fertilizantes. • Agente bactericida y fungicida para la protección de plántulas (Lárez, 2006).

4.13. HIPOTESIS

Para el presente trabajo de investigación se plantea las siguientes hipótesis:

$H_O: \alpha_i = 0\ (i = 1, \dots, a)$ → Ninguno de los bioestimulantes provoca efectos significativos en el crecimiento, rendimiento y calidad nutritiva del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo invernadero en Huaraz.

$H_a: \alpha_i \neq 0$ → Al menos uno de los bioestimulantes provoca efectos significativos en el crecimiento, rendimiento y calidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar centenario bajo invernadero en Huaraz.

4.14. VARIABLES

Tabla 1: Variables de estudio.

Tipo	Variable	Dimensión	Indicador
Independiente	Bioestimulantes	Aminoácidos	Litros/200 L
		Algas marinas	Litros/200 L
		Ácidos húmicos	Litros/200 L
		Quitosano	Litros/200 L
Dependiente	Crecimiento	Altura de planta	cm
		Largo de raíz	cm
	Producción	Rendimiento	Ton /Ha
		Índice conversión semilla/biomasa TCO	g semilla/ g de biomasa del forraje
	Calidad Nutritiva	Contenido de cenizas	Porcentaje
		Contenido de materia seca	Porcentaje
		Contenido de proteína total	Porcentaje
	Rentabilidad	Beneficio/costo	Porcentaje

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. LOCALIZACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

5.1.1. UBICACIÓN

POLÍTICA ADMINISTRATIVA:

Departamento: Ancash
Provincia: Huaraz
Distrito: Huaraz
Localidad: Villón Alto

GEOGRÁFICA:

Coordenada Este: 222468.76 m E
Coordenada Norte: 8944287.27 m N
Elevación: 3095 m.s.n.m.

5.1.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Entre el 25 de octubre al 10 de noviembre de 2019, la temperatura promedio fue 21.08 ºC, mientras que la máxima promedio fue 33.2 ºC y la temperatura mínima promedio de 8.9 ºC. La humedad relativa promedio fue 39.2 %. Es importante indicar, que este periodo comprende el periodo de ejecución experimental.

5.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

Tabla 2: Resultado e interpretación de análisis de agua de riego.

ANALISIS FISICO-QUIMICO					
Catión/ Anión	**Simbolo**	**ppm**		**meq/L**	
		Cationes			
Calcium	Ca	32.00	ppm	1.60	meq/L
Magnesium	Mg	3.12	ppm	0.26	meq/L
Sodium	Na	0.23	ppm	0.01	meq/L
Potassium	K	1.95	ppm	0.05	meq/L
SUMA		***37.30***	ppm	***1.92***	meq/L
		Aniones			
Anión	**Simbolo**	**ppm**		**meq/L**	
Carbonatos	CO3	0.0	ppm	0.000	meq/L
Bicarbonatos	HCO3	0.0	ppm	0.000	meq/L
Cloruros	Cl	50.8	ppm	1.430	meq/L
Sulfatos	SO4	7.7	ppm	0.160	meq/L
SUMA		***58.445***	ppm	***1.59***	meq/L
		Otros Indicadores			
Conductiviad eléctrica CE x 10^6		0.09 mS/cm = dS/m			
pH		6.62			
RAS		0.01			
Boro		0.00 ppm			
Nota.- 10.000 ppm = 1%					

CONCLUSIONES			
Parámetro	**Valor**	**U.M.**	**Calificación**
PORCENTAJE DE CARBONATOS Y BICARBONATOS	0.00%	%	apta
SUMA DE CATIONES	1.59	meq/L	-
SUMA DE ANIONES	1.59	meq/L	-
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	0.09	µs/cm	EXCELENTE
TDS	57.6	mg/L	BAJO
RAS	0.01		
SALINIDAD EFECTIVA (S.E.)	1.760	mg/L	BUENA
SALINIDAD POTENCIAL (S.P.)	1.510	meq/L	BUENA
CARBONATO DE SODIO RESIDUAL (CSR)	-1.860	meq/L	BUENA
DUREZA DEL AGUA	9.310	ºF	DULCE
CONTENIDO DE BORO	Cero	meq/L	Aceptable
CLASIFICACION RIVERSIDE (RAS Y CE)		C1-S1	

Fuente: (UNASAM, 2017)

El agua empleada, presenta bajo peligro de salinidad, por lo que no existen riesgos de efectos perjudiciales en las plantas. La conductividad eléctrica es inferior al recomendado para el uso en hidroponía (0.5 mS/cm).

5.2. MATERIALES

5.2.1. MATERIALES EXPERIMENTALES

El principal material experimental usado en la investigación fue 10.25 Kg de semilla de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivar Centenario. Las semillas son de origen local. Previo al uso en el ensayo, las semillas fueron evaluadas teniendo un valor de uso superior al 85%, cumpliendo las características, figuradas en el Tabla 3:.

Tabla 3: Calidad de semillas de cebada (Hordeum vulgare L.) cultivar centenario.

Especie	Valor
Geminación	98.0%
Pureza	88.0%
Valor de Uso	86.2%

Otros elementos empleados fueron:

- 05 baldes de 04 litros
- 02 escobillas
- 05 coladores
- 01 winchas
- 20 bandejas forrajeras de 0.28 m x 0.55m x 0.06m
- 01 vernier graduado.
- 05 aspersores manuales.
- 01 balde 20 litros.
- 01 costal color negro.

5.2.2. INSTALACIONES

- Invernadero de producción de forraje verde hidropónico.
- Módulo de producción de forraje verde hidropónico
- Módulo de germinación hidropónica

5.2.3. INSUMOS

- 01 juego de solución hidropónica la molina A y B.
- 0.5 litro de hipoclorito de sodio

- Agua
- 500 g de detergente

5.2.4. EQUIPOS

- 01 termómetro ambiental
- 01 pHmetro
- 01 conductivimetro
- 01 balanza de precisión
- 01 estufa eléctrica
- 01 mufla
- 01 computadora
- 01 cámara fotográfica digital
- 01 calculadora

5.2.5. MATERIALES DE ESCRITORIO

- 01 libreta de apunte
- 02 lapiceros
- 02 lápices
- 01 millar de papel bond A4 de 80 gr.

5.3.METODOLOGIA

5.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicada y experimental, debido a que los resultados del ensayo son alternativas tecnológicas referentes a los beneficios, logros y uso de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidropónico de cedaba (*Hordeum vulgare* L.) cultivar Centenario en la sierra peruana. Los resultados son aplicables al ámbito de influencia, que corresponde a las zonas climaticas de Clima semiseco frio, de los valles interandinos bajos e intermedios, situados enre los 1000 a 3200 m.s.n.m. Es experimental, por que existió una manipulación intencional de las varibles indenpendientes, que corresponde a los bioestmulantes.

5.3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando que no existió uniformidad de iluminacion en el area experimental, se empleó un experimento en diseño de repeticiones completos al azar (DBCA), con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos + 01 testigo; contando para el caso con un total de 20 unidades experimentales, que fueron las bandejas forrajeras (33cmx55cmx3cm).

5.3.3. TRATAMIENTOS

Los tratamientos estudiados fueron:

Tabla 4: Tratamientos aplicados en la investigación

Tratamientos	**Ingrediente activo**	**Dosis**	**Momentos de aplicación**
Tratamiento 01	Quitosano	1.5 Litros/ 200 litros	Visibilidad radícula e inicio crecimiento a luz completa
Tratamiento 02	Aminoácidos	0.5 Litros/ 200 litros	Visibilidad radícula e inicio crecimiento a luz completa
Tratamiento 03	Ácidos húmicos	1.5 Litros/ 200 litros	Visibilidad radícula e inicio crecimiento a luz completa
Tratamiento 04	Extracto algas marinas	0.5 Litros/ 200 litros	Visibilidad radícula e inicio crecimiento a luz completa
Tratamiento 05	Testigo o control (sin aplicaciones)		

5.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

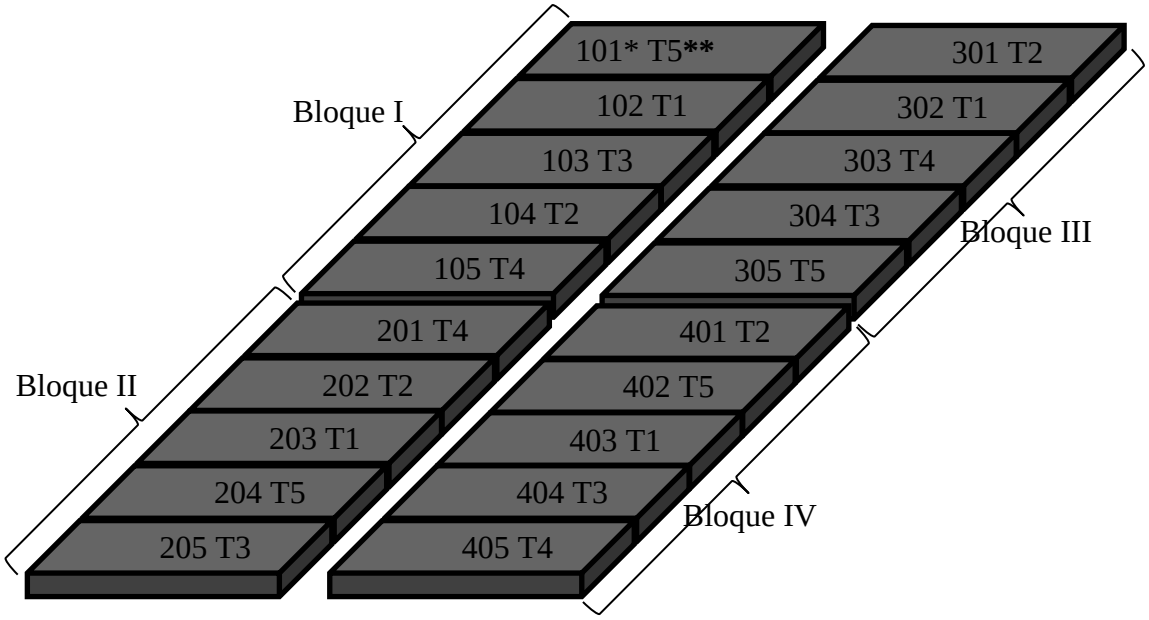
Repeticiones:	04
Tratamientos:	05
Total, unidades experimentales:	20
Ancho:	2.84 m
Largo:	1.10 m
Área Total:	3.124 m^2

5.3.5. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

Ancho:	0.28 m
Largo:	0. 55 m
Alto:	0.06 m
Área total:	0.154 m2
Dosis siembra:	500 g de semilla

Figura 1: Unidad de Estudio - Bandeja de producción con forraje verde hidropónico.

5.3.6. DISEÑO DEL AREA EXPERIMENTAL



*Código de unidad experimental

** Código de tratamiento asignado a la unidad experimental

5.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está constituida por 150 bandejas (0.28 m x 0.55 m), con una producción promedio de 2.9 kg por bandeja, con un total de 435 kg de forraje en cada ciclo productivo.

La unidad de análisis para determinar el rendimiento está representada por 3000 gramos de cada bandeja que fue evaluada al final del proceso productivo; y la muestra estuvo representada por 100 gr de forraje de cada unidad experimental. Para determinar el tamaño del forraje se tomó como muestra 20 plantas de cada unidad experimental.

5.5.PROCESO EN CAMPO

5.5.1. IMPLEMENTACIÓN DEL ENSAYO

SELECCIÓN DE SEMILLA

Durante la producción del forraje verde hidropónico de cebada, la semilla es el insumo primordial para obtener los mejores rendimientos, su adecuada elección y selección permitirá lograr los resultados esperados, se utilizó semillas de buena calidad, procedentes de la región Ancash, adaptadas a las condiciones locales y de probada germinación y rendimiento. Las semillas usadas presentaron al menos un 98% de germinación, así como una buena calidad física, es decir superior a 88%.

Figura 2: Evaluación de la calidad de semillas.

LAVADO DE LA SEMILLA

Las semillas de cebada, se lavaron y desinfectaron con una solución de lejía comercial (hipoclorito de sodio) al 1% es decir por cada litro 10 mililitros de lejía. Para ello se remojo la semilla durante tres minutos en la solución desinfectante. Luego se dio cinco enjagües rigurosos de las semillas con agua limpia, hasta que el olor de la lejía sea imperceptible.

Figura 3: Preparación de solución desinfectante y desinfección de semillas

REMOJO DE LAS SEMILLAS

Esta etapa consistió en sumergir las semillas en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición, a las doce horas de iniciado el proceso se procedió a remover las semillas para oxigenarlas.

Figura 4: Hidratación de las semillas

GERMINACIÓN

Esta labor consistió en escurrir el agua y luego orear las semillas. Dejando las semillas en un colador protegidas de la luz por un periodo de 48 horas. A las 24 horas de iniciado el proceso se humedeció la semilla para evitar que se deshidrate y retarde su germinación.

Figura 5: Inicio del proceso de germinación

SIEMBRA Y CRECIMIENTO EN FASE OSCURA

Figura 6:Siembra de las semillas en fase oscura

Finalizado las 48 horas en el colador y bajo oscuridad, se procedió a sembrar las semillas en las bandejas, las cuales en su mayoría presentaron las radículas visibles. Además, se cuidó de distribuir bien las semillas en las bandejas.

De igual modo durante esta etapa se inició a los riegos utilizando solo agua. Las semillas permanecieron en esta fase por cuatro días. Se empleó un anaquel oscuro, que se cubrió totalmente para evitar el paso de la luz.

CRECIMIENTO EN FASE LUMINOSA

Después de terminada la fase oscura se movió las bandejas a los anaqueles destinados para el crecimiento a luz normal, hasta que las plantas alcancen una altura total de 20 cm (colchón de raíces y tallo).

Durante esta etapa los riegos fueron cinco veces al día con una duración de un minuto por riego. Para el riego se empleó una solución nutritiva a base la Solución Hidropónica la Molina a media dosis (2.5 ml de la Solución A y 1 ml de la Solución B por litro de agua).

En general cada bandeja consumió 0.392 litros de agua por día, tanto en el anaquel oscuro como en el anaquel a luz natural, registrando un consumo promedio de 4.312 litros de agua durante el riego.

Figura 7:Crecimiento de las semillas en fase oscura

LAVADO

Los dos últimos días de producción, se procedió a regar las bandejas únicamente con agua, con el fin de lavar los residuos de las sales presentes en la solución nutritiva.

Figura 8: Inicio de lavado de plantas.

COSECHA Y OREO

Figura 9: Cosecha del forraje verde hidropónico logrado en el experimento

La cosecha se realizó al finalizar las etapas productivas, considerando que el forraje alcanzó una altura promedio total de 20 cm. Consintió en retirar las bandejas del anaquel de producción a crecimiento a luz natural y colocar el forraje de manera tal que el agua escurra, dejándolo así por un periodo de 24 horas. Finalizado el proceso anterior, se pesó el forraje y se consideró la masa tal como ofrecido (TCO).

EVALUACIONES

Las evaluaciones se realizaron de acuerdo a los parámetros y variables de evaluación. Tanto durante la ejecución del experimento como en el laboratorio.

Figura 10: Evaluación de altura de planta

5.6.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPILACIÓN DE DATOS

Las técnicas utilizadas para la recopilación de datos fueron: la observación directa, las mediciones físicas y el pesado fresco del forraje.

Los parámetros evaluados estuvieron orientados a determinar la germinación, rendimiento, calidad del forraje y la rentabilidad para lo cual se realizaron, mediciones y evaluaciones en campo, así como el análisis en laboratorio para conocer el porcentaje de materia seca, porcentaje de cenizas y porcentaje de proteína total.

5.6.1. PARÁMETROS A EVALUADOS

CRECIMIENTO

Dentro del crecimiento se evaluaron los siguientes parámetros:

Altura de planta (cm): por unidad experimental, después de la primera aplicación de los bioestimulantes y a la cosecha, se seleccionaron aleatoriamente diez plantas, donde con el uso de una regla metálica, se midió el largo del tallo de planta.

Largo de raíz (cm): por unidad experimental, después de la primera aplicación de los bioestimulantes y a la cosecha, se seleccionó aleatoriamente 10 plantas, donde con el uso de una regla metálica, se midió el largo del tallo de planta.

CALIDAD NUTRITIVA

Se evaluó los siguientes parámetros:

Materia seca: Esta variable se evaluó para determinar el peso de la biomasa del forraje, para lo cual se llevó al laboratorio muestras de 100 g por cada unidad experimental de forraje fresco, se sometió al secado en estufa a 110 °C por 48 horas. La determinación de materia seca se calculó por diferencia de peso entre el peso inicial y el peso perdido durante el secado.

Cenizas totales: La determinación del porcentaje de cenizas se realizó con el método gravimétrico, en una mufla se incineraron las muestras a 400°C durante una hora. Para el cálculo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%\ Cenizas\ totales = \frac{m2 - m0}{m1 - m0} * 100$$

Donde:

m2: masa en gramos de la cápsula con las cenizas

m1: masa en gramos de la cápsula con la muestra

m0: masa en gramos de la cápsula vacía

Proteína cruda: Para determinar el contenido de proteína cruda, se obtuvieron muestras de 20 g de forraje seco, los cuales fueron envasados, rotulados y enviados al laboratorio de evaluación nutricional. El contenido de proteína cruda se determinó indirectamente a partir de la cantidad de nitrógeno orgánico presente en el forraje. La cantidad de nitrógeno orgánico se obtuvo mediante el método Kjeldahl. Se empleó la siguiente relación.

$$\%\boldsymbol{Proteina\ Cruda} = \%\boldsymbol{N_{org}} \times \mathbf{6.25}$$

RENDIMIENTO DE BIOMASA FRESCA

El rendimiento se determinó al finalizar el oreo, registrando el peso del forraje fresco o peso del forraje tal como ofrecido (TCO). Se expresó el rendimiento obtenido por unidad de área (kg/m^2), que en este caso corresponde a las bandejas.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Los indicadores del análisis económico a considerar son el rendimiento de biomasa fresca (P), costo total (CT), índice de rentabilidad (IR).

Los índices de rentabilidad obtenidos fueron calculados mediante la cantidad producida (Q), el Precio Unitario (PU). Empleando para ello las siguientes formulas:

$$IR = \frac{(PU \times Q - CT)}{PU \times Q} \times 100$$

5.7.TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Para el análisis estadístico de los datos cuantitativos se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANVA) con un límite de confianza 95%. Para la comparación de medias entre tratamientos, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan, con un margen de error de 5%.

El modelo aditivo lineal, planteado para la investigación fue:

$$Y_{ij} = \mu + Ti + \beta_j + \xi ij$$

Dónde:

Y_{ij}: Unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

μ: Efecto de la media general.

T_i: Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j: Efecto del j-ésimo bloque.

ξ_{ij}: Efecto del error experimental.

Tabla 5: Análisis de varianza generalizado para un diseño de repeticiones completos al azar.

Fuentes de variación	**Grados de libertad**	**Suma de cuadrados**	**Cuadrados medios**	**Fc**
Bloque	r-1	$\frac{\sum_{i=1}^{t} Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{Bloques}}{(r-1)}$	$\frac{CM_{Bloques}}{CM_{Error}}$
Tratamiento	t-1	$\frac{\sum_{j=1}^{r} Y_{i.}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{Tratamiento}}{(t-1)}$	$\frac{CM_{Tratamiento}}{CM_{Error}}$
Error	(t-1)(r-1)	$\sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} Y_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^{t} Y_{i.}^2}{r} - \frac{\sum_{j=1}^{r} Y_{ij}^2}{t} + \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_{Error}}{(t-1)(r-1)}$	
TOTAL	tr-1	$\sum_{i=1}^{t}\sum_{j=1}^{r} Y_{ij}^2 + \frac{Y_{..}^2}{rt}$		

Fuente: (Vasquez, 2013).

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1. RESULTADOS

6.1.1. ALTURA DE PLANTA

Tabla 6: Valores y Análisis de Varianza de altura de planta (cm) a los diez días de la siembra.

BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	11.54	11.54	9.53	9.39	**42.00**	**10.50**
Acidos Humicos	10.80	13.45	9.44	13.60	**47.29**	**11.82**
Algas Marinas	11.66	8.33	12.16	10.11	**42.26**	**10.57**
Aminoacidos	14.12	13.41	9.99	12.06	**49.58**	**12.40**
Quitosano	12.79	11.78	12.42	10.58	**47.57**	**11.89**
TOTAL	**60.91**	**58.51**	**53.54**	**55.74**	**228.7**	
MEDIA	**12.18**	**11.70**	**10.71**	**11.15**		**11.44**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	6.201	2.067	0.77	3.49	NS
Bioestimulante	4	11.649	2.912	1.08	3.26	NS
Error	12	32.332	2.694			
Total	19	50.182				
CV= 14.35%				**Media=** 11.435		

En la Tabla 6, se muestra el análisis de varianza para la altura de planta (cm) a los 10 días después de la siembra, el cuadro indica que no existes diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación repeticiones. Similarmente, no se encontró diferencias estadísticas para la fuente de variación tratamientos.

Sin embargo, como se observa en el Figura 11, los aminoácidos a los 10 días generan una mayor altura de planta con 12.40 cm, seguidos por el quitosano con 11.89 cm, ácidos húmicos con 11.82 cm, algas marinas con 10.57 cm y finalmente el testigo con 10.50. Es preciso aclarar la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio.

Figura 11: Medias de altura de planta a los diez días.

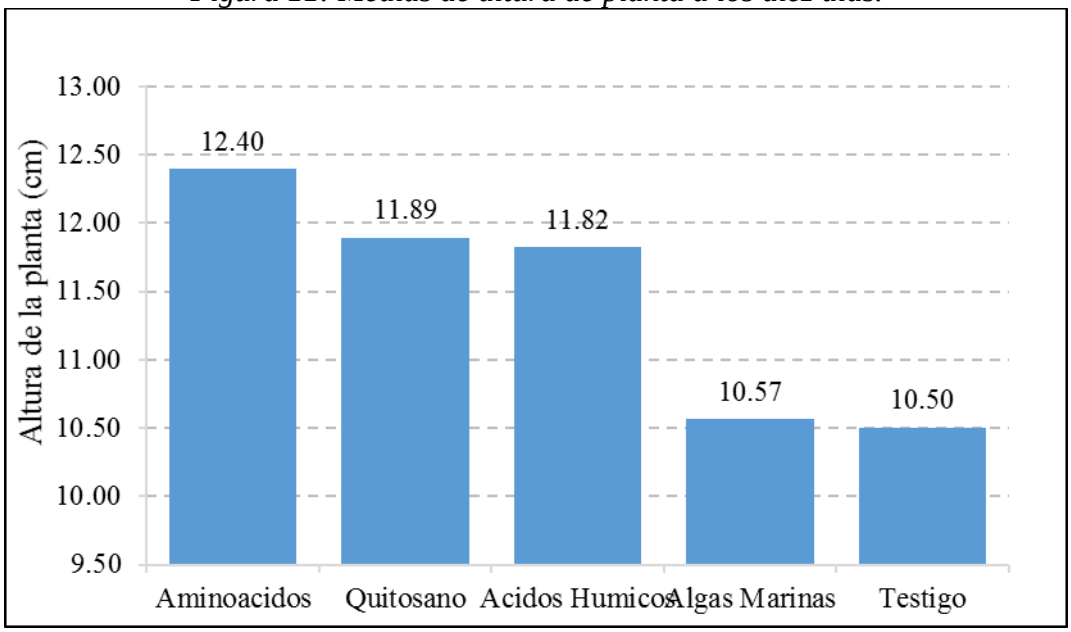


Tabla 7: Valores y Análisis de Varianza de altura de planta a la cosecha.

BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	18.91	20.30	16.83	17.54	**73.58**	**18.40**
Acidos Humicos	19.17	19.74	19.85	19.93	**78.69**	**19.67**
Algas Marinas	21.67	18.80	17.85	19.82	**78.14**	**19.54**
Aminoacidos	22.13	20.42	19.13	17.79	**79.47**	**19.87**
Quitosano	27.47	20.60	19.62	18.57	**86.26**	**21.57**
TOTAL	**109.35**	**99.86**	**93.28**	**93.65**	**396.1**	
MEDIA	**21.87**	**19.97**	**18.66**	**18.73**		**19.81**

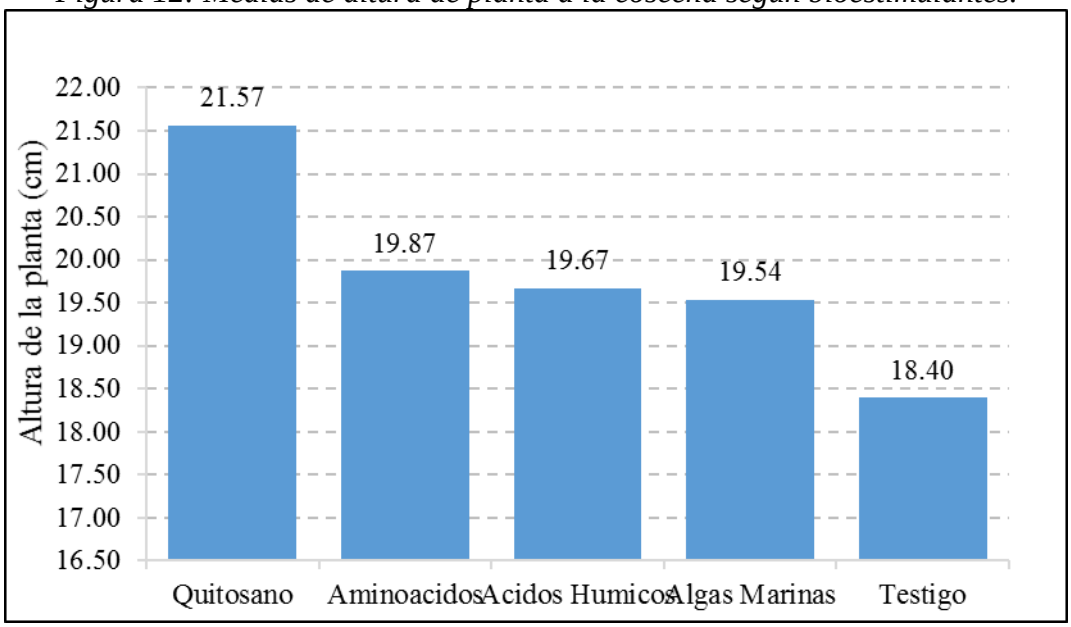
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	33.840	11.280	3.35	3.49	NS
Bioestimulante	4	20.720	5.180	1.54	3.26	NS
Error	12	40.446	3.371			
Total	19	95.006				
CV= 9.27%				**Media=** 19.807		

En la Tabla 7, se muestra el análisis de varianza para la altura de planta (cm) a la cosecha (15 días después de la siembra), el cuadro pone en manifiesto la no existencia de diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación repeticiones y tratamientos.

Sin embargo, como se observa Figura 12, en la cosecha el quitosano genera una mayor altura de planta con 21.57 cm, seguido de los aminoácido con 19.87 cm, ácidos húmicos con 19.67 cm, algas marinas con 19.54 cm, y finalmente el testigo con 18.40 cm. Es preciso

aclarar, la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, incluyendo con el testigo.

Figura 12: Medias de altura de planta a la cosecha según bioestimulantes.



6.1.2. LARGO DE RAÍZ

Tabla 8: Valores y Análisis de Varianza para largo de raíz a la cosecha.

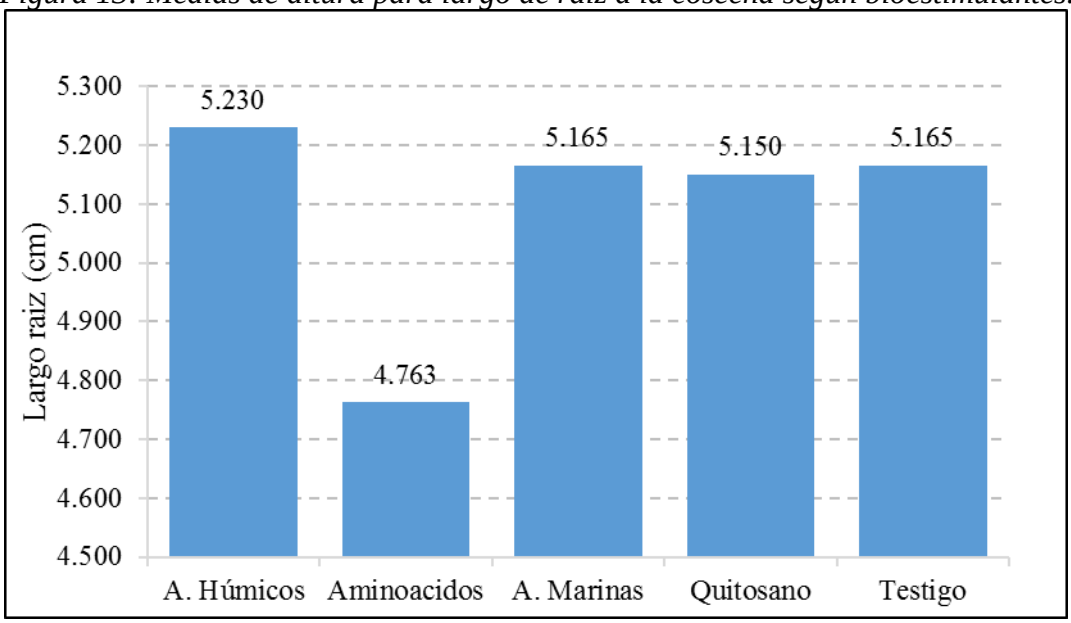
BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	5.27	5.22	5.01	5.16	**20.66**	**5.165**
Acidos Humicos	5.57	4.90	5.23	5.22	**20.92**	**5.230**
Algas Marinas	5.30	4.77	5.98	4.61	**20.66**	**5.165**
Aminoacidos	4.72	4.45	5.13	4.75	**19.05**	**4.763**
Quitosano	5.88	5.03	4.72	4.97	**20.60**	**5.150**
TOTAL	**26.74**	**24.37**	**26.07**	**24.71**	**101.9**	
MEDIA	**5.35**	**4.87**	**5.21**	**4.94**		**5.09**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	0.752	0.251	1.82	3.49	NS
Bioestimulante	4	0.566	0.142	1.03	3.26	NS
Error	12	1.656	0.138			
Total	19	2.975				
CV= 7.29%				**Media=** 5.095		

En la Tabla 8, se muestra el análisis de varianza para el largo de raíz (cm) a la cosecha, realizada a los 15 días después de la siembra, donde se observa la no existencia de diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación repeticiones y tratamientos

Por otro lado, como se observa en el Figura 13, los ácidos húmicos generan mayor largo de raíz, con un valor de 5.230 cm, seguido de las algas marinas y el testigo con 5.165 cm. En cuarto lugar, se ubica el quitosano con 5.150 cm y finalmente los aminoácidos con 4.763 cm.

Figura 13: Medias de altura para largo de raíz a la cosecha según bioestimulantes.



6.1.3. MATERIA SECA

Tabla 9: Valores y Análisis de Varianza para contenido de materia seca (%)

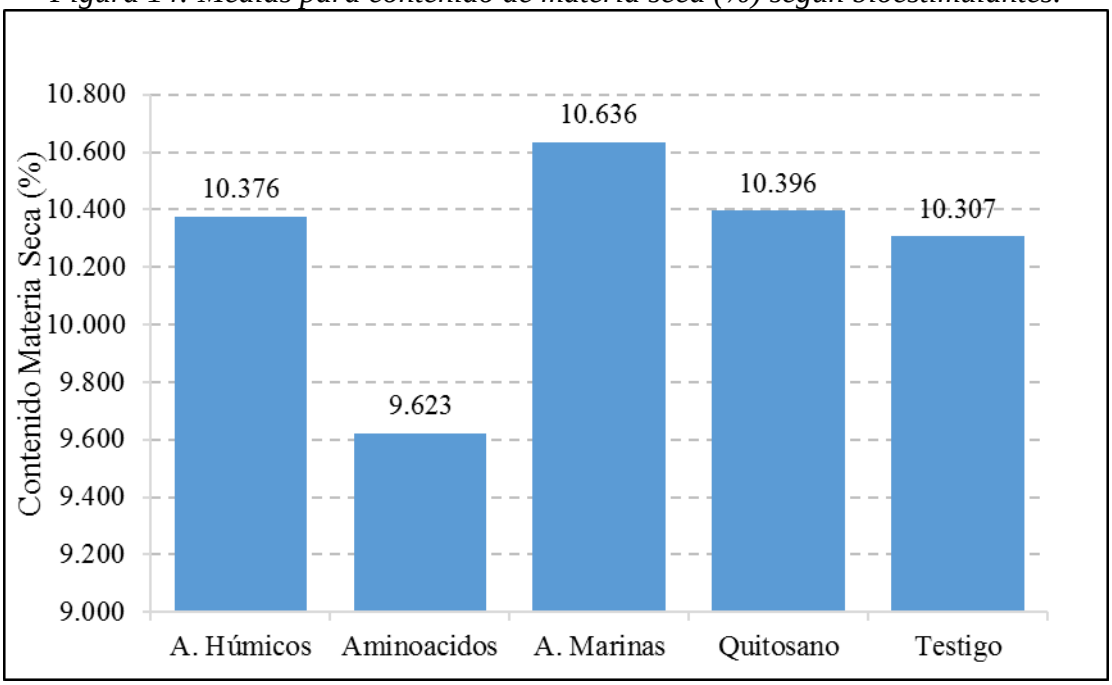
BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	9.45	9.86	11.48	10.43	**41.23**	**10.31**
Acidos Humicos	9.23	9.59	11.18	11.50	**41.50**	**10.38**
Algas Marinas	11.67	10.03	10.09	10.75	**42.54**	**10.64**
Aminoacidos	9.39	10.37	8.92	9.82	**38.49**	**9.62**
Quitosano	10.61	10.92	8.60	11.45	**41.58**	**10.40**
TOTAL	**50.3498**	**50.7811**	**50.271**	**53.9489**	**205.4**	
MEDIA	**10.07**	**10.16**	**10.05**	**10.79**		**10.27**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	1.848	0.616	0.62	3.49	NS
Bioestimulante	4	2.321	0.580	0.59	3.26	NS
Error	12	11.859	0.988			
Total	19	16.029				
CV= 9.68%				**Media=** 10.268		

En la Tabla 9 se muestra el análisis de varianza para el contenido de materia seca (%), donde se pone en manifiesto la no existencia de diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación repeticiones y tratamientos. Es decir, los bioestimulantes no generan efectos significativos en el contenido de materia seca.

Sin embargo, como se observa en el Figura 14, las algas marinas generan mayor contenido de materia seca con 10.636%; seguido del quitosano con 10.396 %, ácidos húmicos con 10.376%, testigo con 10.307% y finalmente los aminoácidos con 9.623% .

Figura 14: Medias para contenido de materia seca (%) según bioestimulantes.



6.1.4. CENIZAS TOTALES

En la Tabla 10, se muestra el análisis de varianza para el contenido de cenizas (%), donde también no se encontró efectos estadísticos significativos para la fuente de variación tratamientos en el contenido de cenizas. Sin embargo, si se encuentra significancia estadística para las repeticiones.

Sin embargo, como se observa Figura 15. Los aminoácidos generan un mayor contenido de cenizas con 5.284%, seguido del testigo con 5.183%, ácidos húmicos con 5.029%, quitosano con 4.951% y algas marinas con 4.774%. Es oportuno detallar, la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre los bioestimulantes.

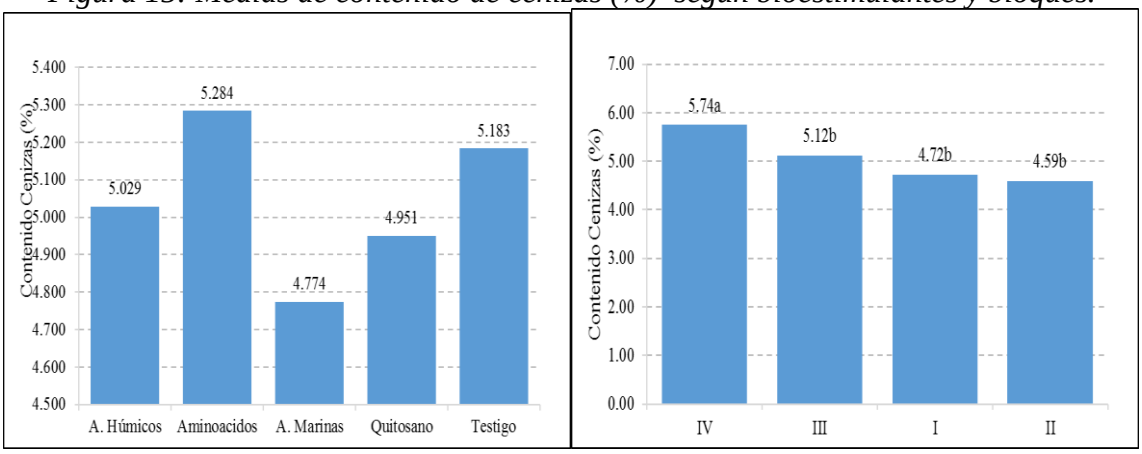
Prueba del rango múltiple de Duncan para los bloques, confirma la existencia de diferencias estadísticas entre bloques, siendo así el bloque 4 presenta un mayor contenido de cenizas, difiriendo estadísticamente de los otros bloques. Este bloque se ubicó en la zona de mayor iluminación.

Tabla 10: Valores y Análisis de Varianza para contenido de cenizas (%).

BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	5.13	4.34	5.26	6.00	**20.73**	**5.18**
A. Húmicos	4.60	4.52	4.82	6.17	**20.11**	**5.03**
A. Marinas	4.79	4.55	4.56	5.19	**19.10**	**4.77**
Aminoacidos	4.50	4.81	6.07	5.75	**21.13**	**5.28**
Quitosano	4.60	4.73	4.87	5.61	**19.80**	**4.95**
TOTAL	**23.6162**	**22.9597**	**25.5852**	**28.7202**	**100.9**	
MEDIA	**4.72**	**4.59**	**5.12**	**5.74**		**5.04**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	4.013	1.338	9.39	3.49	*
Bioestimulante	4	0.634	0.158	1.11	3.26	NS
Error Experimenta	12	1.709	0.142			
Total	19	6.356				
CV= 7.48%				**Media=** 5.044		

Figura 15: Medias de contenido de cenizas (%) según bioestimulantes y bloques.



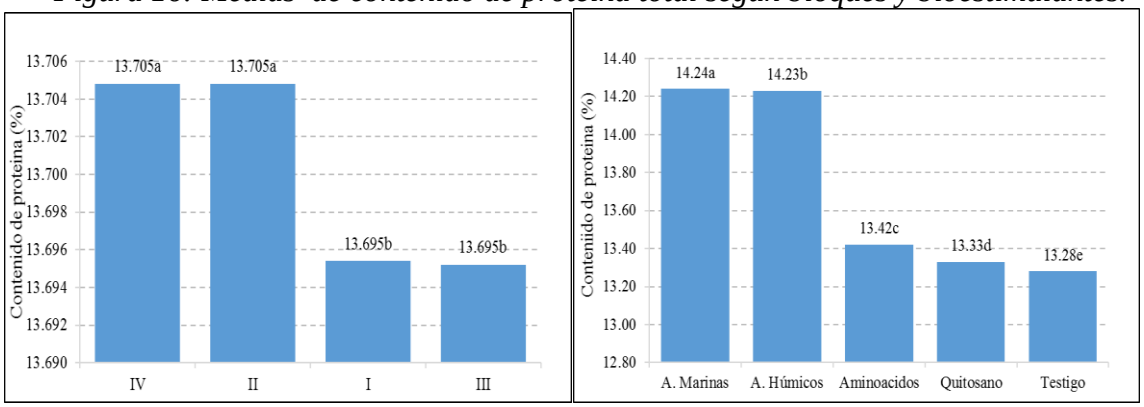
6.1.5. PROTEÍNA TOTAL

Tabla 11: Valores y Análisis de Varianza de proteína total.

BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	13.27	13.29	13.27	13.29	**53.12**	**13.280**
A. Húmicos	14.23	14.23	14.23	14.23	**56.92**	**14.230**
A. Marinas	14.24	14.24	14.24	14.24	**56.96**	**14.240**
Aminoacidos	13.41	13.43	13.41	13.43	**53.68**	**13.420**
Quitosano	13.33	13.33	13.33	13.33	**53.32**	**13.330**
TOTAL	**68.477**	**68.523**	**68.476**	**68.524**	**274.0**	
MEDIA	**13.6954**	**13.7046**	**13.6952**	**13.7048**		**13.70**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	0.000	0.000	7.13	3.49	*
Bioestimulante	4	3.857	0.964	46654.8	3.26	*
Error	12	0.000	0.000			
Total	19	3.857				
CV= 0.03%				**Media=** 13.70		

Figura 16: Medias de contenido de proteína total según bloques y bioestimulantes.



En la Tabla 11, se presenta los valores y análisis de varianza para el contenido de proteína total (%), se observa que hay efectos estadísticos significativos de la fuente de variación bioestimulantes y repeticiones en el contenido de proteína total.

Como se observa Figura 16, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de confianza, se confirma la existencia de diferencias estadísticas significativas entre bloques y tratamiento. Siendo así, los bloques IV y II presentan mayor contenido de proteína cruda y difieren de los bloques I y III. Por otro lado, los bioestimulantes generan diferencias estadísticas significativas en el contenido de proteína total, de tal modo que todos difieren entre sí, siendo las algas marinas las que generan un mayor y significativo contenido de

proteína total con un valor de 14.24%, seguido de los ácidos húmicos con un valor de 14.23%.

6.1.6. RENDIMIENTO DE BIOMASA FRESCA

Tabla 12: Valores y Análisis de Varianza de rendimiento de biomasa fresca (Ton/Ha).

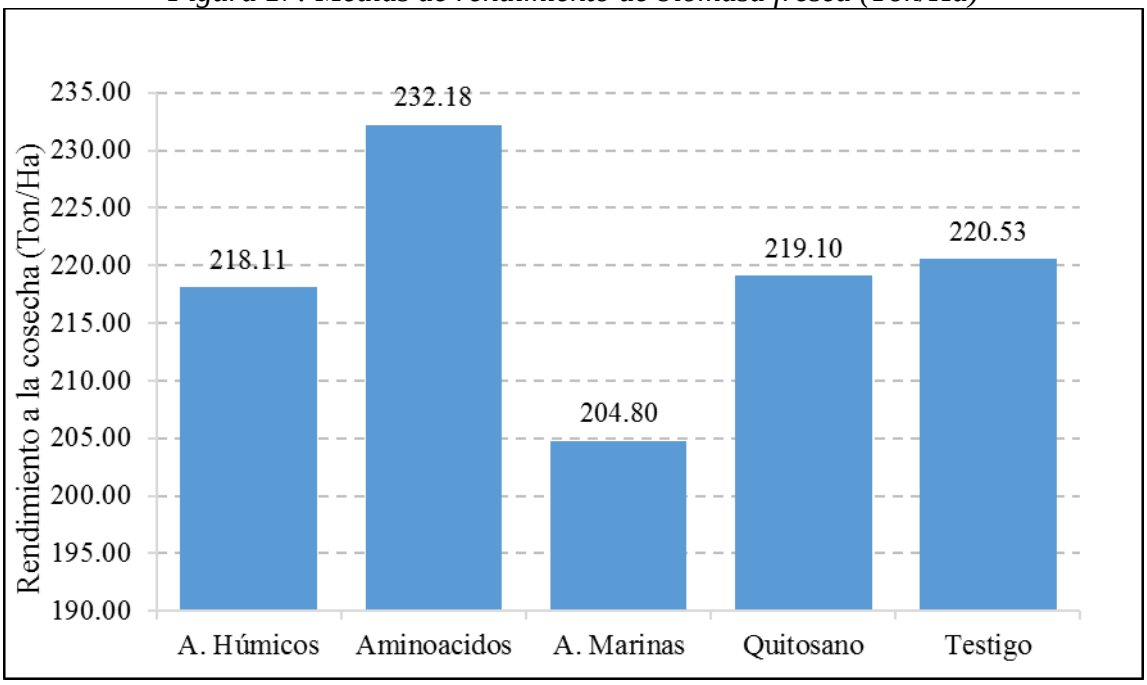
BIOESTIMULANTE	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Testigo	230.30	236.12	203.27	212.45	**882.14**	**220.535**
A. Húmicos	204.61	214.99	233.06	219.77	**872.43**	**218.108**
A. Marinas	153.76	222.01	216.78	226.64	**819.19**	**204.797**
Aminoacidos	254.05	232.02	250.01	192.66	**928.74**	**232.184**
Quitosano	224.03	240.68	221.79	189.90	**876.39**	**219.097**
TOTAL	**1066.74**	**1145.82**	**1124.91**	**1041.42**	**4378.9**	
MEDIA	**213.35**	**229.16**	**224.98**	**208.28**		**218.94**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F t 0.05	Sig.
Repeticiones	3	1429.224	476.408	0.83	3.49	NS
Bioestimulante	4	1514.773	378.693	0.66	3.26	NS
Error	12	6920.678	576.723			
Total	19	9864.675				
CV= 10.97%				**Media=** 218.944		

En la Tabla 12, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa fresca tal como ofrecido, donde no se encontró diferencias estadísticas significativas para la fuente de variación repeticiones y tratamientos, esto pone en manifiesto que la aplicación de bioestimulantes no genera diferencias estadísticas significativas en el rendimiento del forraje verde hidropónico.

Sin embargo, como se observa en el Figura 17, el mayor rendimiento de biomasa tal como ofrecido se obtuvo con los aminoácidos con un valor de 232 Ton/Ha, seguido del testigo con 220.535 Tom/Ha, quitosano con 219.097 Ton/Ha, ácidos húmicos con 218.108 Ton/Ha, y finalmente las algas marinas con 204.797 Ton/Ha.

Figura 17: Medias de rendimiento de biomasa fresca (Ton/Ha)



6.1.7. ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 13: Análisis económico de cada tratamiento en estudio.

INDICADOR	TESTIGO	ACIDOS HUMICOS	ALGAS MARINAS	AMINOACIDOS	QUITOSANO
Costos Fijos Unitarios (m2)	S/. 1.66	S/. 1.99	S/. 1.99	S/. 1.99	S/. 1.99
Costos Variables Unitarios (m2)	S/. 10.28	S/. 12.18	S/. 12.16	S/. 11.95	S/. 12.16
Costos Total de Producción (m2)	**S/. 11.94**	**S/. 14.16**	**S/. 14.15**	**S/. 13.94**	**S/. 14.15**
	$3.70	$4.38	$4.38	$4.31	$4.38
RENDIMIENTO (Kg FVH/m2)	19.20	30.67	28.80	32.65	30.81
COSTO/ Kg de Forraje TCO	S/. 0.62	S/. 0.46	S/. 0.49	S/. 0.43	S/. 0.46
Precio del producto sustituto (alfalfa)	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00	S/. 1.00
INDICE DE RENTABILIDAD	**37.8%**	**53.8%**	**50.9%**	**57.3%**	**54.1%**
PERIODO RECUPERO INVERSIÓN (años	**6.2**	**4.6**	**4.9**	**4.3**	**4.6**
RENTABILIDAD INCREMENTAL	**0.0%**	**16.0%**	**13.1%**	**19.5%**	**16.3%**
Rendimiento Anual (Kg/m2)	467.15	746.32	700.71	794.48	749.64
Rendimiento Anual de Forraje Fresco (ton/Ha)*	5395.53	8619.94	8093.18	9176.21	8658.31
Contenino de Materia Seca	10.31%	10.38%	10.64%	9.62%	10.40%
Rendimiento por Ha de Materia Seca (ton)	556.28	894.75	861.11	882.75	900.46
Costo de 1 Kg de Materia Seca	$1.72	$1.27	$1.32	$1.27	$1.26
	S/. 6.03	S/. 4.45	S/. 4.62	S/. 4.44	S/. 4.42
Contenido de Proteina Cruda	13.25%	14.23%	14.24%	13.42%	13.33%
Rendimiento por Ha de Proteina Cruda (ton)	73.71	127.32	122.62	118.47	120.03
Costo de 1 Kg Proteina Cruda	$13.01	$8.93	$9.26	$9.45	$9.46
	S/. 45.53	S/. 31.26	S/. 32.42	S/. 33.06	S/. 33.12

* Se considera que en 1 Ha de instalaciones hay un 15.5% mas de area productiva debido al uso de estanterias

En la Tabla 13, se presenta el análisis económico, donde se puede observar que con el tratamiento aminoácidos presenta un menor costo de producción de forraje verde hidropónico con un equivalente a S/. 0.43. Sigue el quitosano con los ácidos húmicos a un

costo total de S/ 0.46 por Kg, las algas marinas con un costo de S/ 0.49 y finalmente el testigo con un costo de S/ 0.62.

El análisis de rentabilidad indica que en general todos los tratamientos en estudio son económicamente rentables. Sin embargo, la aplicación de aminoácidos genera una mayor rentabilidad, en comparación a otros tratamientos

Los rendimientos de materia seca (Ton/Ha), son superiores a los rendimientos convencionales de pastos, así por ejemplo la aplicación de quitosano genera un mayor rendimiento de materia seca con 882.75 Ton/Ha/año, con una reducción significativa de su costo unitario a S/ 4.44. En el caso de la proteína total, los ácidos húmicos generarían un mayor rendimiento anual del mismo con un valor de 127.32 Toneladas/Ha/año y un costo por Kg de S/ 31.26.

6.2. DISCUSÍON

Sotelo (2019) informa que en la produción de forraje verde hidroponico de cebada, a los 10 días obtuvo una altura de 11.18 cm, y 16.63 cm a los 15 días. Similarmente Romero (2017), en cebada centenario reporta a los 15 dias una altura de 11.25 cm. En comparación con estos casos la aplicación de aminoácidos, quitosano y ácidos húmicos genera una mayor altura de planta tanto a los 10 y 15 días, logrando alturas de 21.57, 19.87 y 19.54 cm a los 15 días para el caso del quitosano, aminoácidos y ácidos húmicos respectivamente. Inclusive se ha logrado superar los estándares de Rodríguez (2003), quien menciona que la cosecha del forraje verde hidroponico se debe realizar cuando la planta tenga una altura de 14 a 18 cm, incluyendo el colchon formado por las raices.

Efectos similares del quitosano han sido reportados por Tourian et al. (2013), quienes en hierba trigo (*Agropyron repens*), reportan que este bioestimulante tuvo un efecto positivo sobre la tolerancia a la sequía, especialmente en la etapa de final del crecimiento tuvieron más tolerancia, donde promovió una mayor elongación del tallo. Similarmente, Hu et al. (2018) determinaron un mecanismo favorables de las nanopartículas de quitosano en la germinación y el crecimiento de las plántulas de trigo (*Triticum aestivum* L.), encontrando que estas tienen un efecto positivo sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas de trigo.

En la presente investigación los ácidos húmicos generan un mayor desarrollo radicular, semejantes resultados fueron obtenidos por Guridi, Calderín, Louro, Martínez, & Rosquete (2017), quienes verificaron que el tratamiento previo con ácidos húmicos durante seis días, estimula la producción de biomasa radical en plantas de arroz. Por otro lado, Bolaños (2015) reporta que la aplicación foliar de algas marinas, respondió significativamente en la longitud de raíz, peso de raíz en el cultivo de cebada, esto concuerda con el segundo lugar obtenido por las algas marinas respecto al largo de la raíz

En cuanto al contenido de materia seca, reportes de Sotelo (2019), indican que para cebada centenario logro 11.9%; mientras que Rosario (2018), indica que obtuvo 11.5%, de materia seca en la misma variedad y condiciones semejantes del cultivo. Valores mayores son reportados por Romero (2017), quien reporta 16% de materia seca para la cebada centenario. En todos los casos anteriores, los valores son superiores a los logrados en la presente tesis, donde con el uso de las algas marinas se logró un valor 10.636%, siendo además el mayor valor de la investigación. Sin embargo; en todos los tratamientos estudiados los valores de contenido porcentual de materia seca, son superiores al reportado por Contreras, Tunque y Cordero (2015), quienes en forraje hidropónico de cebada reportan un contenido de materia seca de 8.48%. Inclusive el testigo obtuvo un mayor contenido de materia seca con un valor de 9.623%.

Rosario (2018), reporta 3.11% de contenido de cenizas en la producción de forraje verde hidropónico de cebada centenario. Mientras que Romero (2017), reporta un valor de 4.99%. En ambos casos los valores son inferiores a los obtenidos con la aplicación de aminoácidos, ácidos húmicos y el testigo. En caso del quitosano y algas marinas lo valores obtenidos son de 4.951% y 4.774%, siendo superiores al reportado por Rosario (2018) y menor al reportado por Romero (2017). Por otro lado, Dosal (1987) menciona que que el contenido de cenizas es de 2.5% para un ciclo de 15 dias y de 3.3% para un ciclo de 11 dias.

Rosario (2018) reporta un contenido de proteinas de 13.32%; mientras que Romero (2017) indica haber logrado un valor de 16.50%. Anteriormente, Dosal (1987) menciona que que el contenido de proteina cruda es de 15.6% para un ciclo de 15 dias. Contreras, Tunque y Cordero (2015) en forraje hidroponico de cebada reportan un contenido de 13.74% de proteina cruda. En caso del experiemnto, la aplicación de ácidos húmicos y algas marinas, generan un mayor contenido de proteina total con valores de 14.23% y 14.24% respectivamente. Los posibles efectos positivos son sutentados por Sapec Agro (2017), quien

considera que el uso de algas en los cultivos aporta efecto anti-estrés, hormonal y nutricional. Además, dichos autores indican que las algas marinas han ayudado a producir mejor calidad de forraje verde hidropónico, debido a que proporcionan macro y micronutrientes que las plantas requieren y además sustancias naturales con efectos comparados a los reguladores de crecimiento.

Sotelo (2019), reporta rendimienntos de biomasa fresca en forraje hidroponico de cebada centenario equivalente a 151.6 Ton/Ha; mientras que Rosario (2018) reporta rendimeintos de 55 Ton/Ha. Romero(2017) indica haber logrado rendimeintos de 103.8 Ton/Ha. En el caso de los tratamientos, se puede afirmar que la aplicación de aminoacidos y cualqueira de los tratamientos, incluyendo el testigo genera mayores rendimientos a los reportados anteriormente. Esto se debe, a los multiples ensayos desarrollados orientados a perfecionar el paquete tecnologico de produción de forraje verde hidroponico a nivel local.

Particularmente la aplicación de aminoacidos genera rendimientos de hasta 232.184 Ton/Ha, siendo a la fecha el mayor valor logrado localmente. Al respecto Timac Agro (2018), indica que los aminoácidos suponen una estimulación energética en los momentos de mayor demanda del cultivo. Estos promueven la síntesis de proteína e intervienen en procesos concretos para favorecer la síntesis de fitohormonas y clorofila, lo que permite lograr mayores rendimientos

De igual forma, los rendimientos de materia seca (ton/Ha) son superiores a los rendimientos logrados en sistemas convencionales de produción de pastos. Por ejemplo, en el cultivo de alfalfa el máximo rendimiento obtenido de materia seca es 16.5 ton/Ha por año (Gonzales, Lopez, & Guinez, 2015), en todos los casos se supera ampliamente este valor. A nivel de biomasa fresca los rendimientos de la alfalfa son variables, y están influenciadas por factores como el clima, variedad y manejo; pudiendo obtenerse rendimientos de 60 a 85 ton/Ha. Por otro lado, Chauca, Higaonna y Muscari (2016) reportan rendimientos de 70 ton/Ha por campaña de forraje fresco avena vilcanota, considerando un periodo vegetativo de 120 dias; de manera similar se tiene al triticale un forraje que tiene un periodo vegetivo de 89 dias y que presenta un rendimiento de 87.33 ton/Ha en el primer corte y otro segundo corte a los 137 dias con 35.83 ton/Ha. Estos valores analogamente son inferiores a los rendimientos obtenidos en la produccion de forraje verde hidroponico con la aplicación de los bioestimulantes. Finalmente, con los resultados logrados se puede afirmar que la aplicación de bioestimulantes genera costos menores y mayor rentabilidad de esta actividad.

Lo anterior se puede cosntatar con los valores logrados por Romero (2017) , quien indica un costo S/ 0.87 por Kg de biomasa de forraje hidroponico de cebada y una rentabilidad de 15%. Similarmente Rosario (2018), reporta un costo unitario de S/ 0.71 y una rentabilidad de 40%

VII. CONCLUSIONES

- La aplicación de bioestimulantes, inclusive frente al testigo, no generan efectos estadísticos significativos en la producción de forraje verde hidropónico de cebada centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz.
- La aplicación de los bioestimulantes no presenta diferencias estadísticas significativas en el crecimiento del forraje verde hidropónico de cebada centenario.
- La aplicación de bioestimulantes no genera diferencias estadísticas significativas en el contenido de cenizas y materia seca del forraje verde hidropónico. Sin embargo, los bioestimulantes generan diferencias estadísticas significativas en el contenido de proteína total, donde las algas marinas tiene un mayor contenido de proteína total con un valor global de 14.24%
- El tratamiento que genera mayor rentabilidad es el correspondiente a aminoácidos con un valor de 57.3%, seguido del uso de quitosano con una rentabilidad de 54.1%.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar investigaciones orientadas a evaluar el efecto de la iluminación en la producción de forraje verde hidropónico.
- Con el fin de optimizar el uso de los bioestimulantes se recomienda estudiar diferentes dosis de aplicación de aminoácidos.
- Considerando que los bioestimulantes no provocan diferencias estadísticas significativas en la producción de forraje verde hidropónico, sin embargo si hay diferencia significativa en la aplicación de algas marinas, por cuanto genera mayor proteína total en la producción de forraje, por lo que se recomienda desarrollar investigaciones orientadas a evaluar el efecto en diferentes dosis.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, P., Aguirre, C., Silva, L., Mora, D., & Carrasco, J. (2016). *Producción de forraje verde hidropónico para la pequeña agricultura.* Rengo, Chile: Gráfica Andes S.A.

Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía.* La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata.

Castillo, W., Lombardi, C., & Miranda, C. (2013). *Efecto del suministro de nutrientes en la producción de forraje de cebada hidropónico y su uso en el desempeño productivo de cuyes.* Pueblo Continente, 24, 413-423.

Clemente, G., & Vismara, M. (2017). *Bioestimulantes en el cultivo de papa: uso, alternativas y futuro.* Recuperado el 2019, de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: https://inta.gob.ar/documentos/bioestimulantes-en-el-cultivo-de-papa-uso-alternativas-y-futuro

Contreras, J., Tunque, M., & Cordero, A. (2015). *Rendimiento hidroponico de la arceja con cebada y trigo en la produccion de germinados*. Investigacion Veterianaria Peru, 9-19.

Dosal, J. (1987). *Efecto de la dosis de siembra, epcoa de cosecha y fertilizacion sobre la caldiad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de hidroponia.* Concepcion: Universidad de Concepcion.

Estrada, R. (2012). *Evaluación del Efecto de la Aplicación de dos Promotores de Crecimiento en la Germinación y Desarrollo Plantular de tres Especies Forrajeras Promisorias.* Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Técnica de Chimborazo.

FAO. (2002). *El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios.* Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/forraje.htm

FAO. (2002). *Métodos y factores que influyen en la producción de forraje verde hidroponico.* Obtenido de FAO: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/forraje.htm

Feliu, F. (2016). *Extractos de algas en la agricultura*. Recuperado el 2019, de AEFA: https://aefa-agronutrientes.org/extractos-de-algas-en-la-agricultura

Fertilizar. (2011). *Los productos bioestimulantes.¿Qué hay detrás?* Fertilizar Asociacion Civil, 19(2), 12-15.

Foncodes. (2014). *Siembra y manejo de pastos cultivados para las familias rurales.* Lima, Perú: FONCODES.

FRIMETS . (2019). *Reporte Termohidrometro de Invernadero Piloto de Producion de Forraje Verde Hidroponico*. Huaraz, Huaraz, Ancash.

Fuentes, F., Poblete, C., Huerta, M., & Palape, I. (2011). *Evalaución de la produccion y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidroponico en condiciones de desierto*. IDESIA, 75-81.

Gilsanz, J. (2007). *Hidroponia.* Montevideo, Uruguay: Prontográfica S.A.

Gonzales, M., Lopez, H., & Guinez, A. (2015). *Alfalfa de larga vida*. Tierra adentro, Inia Chile.

Granados, E. (2015). *Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; ocós, San Marcos - Tesis de pregrado.* Coatepeque, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

Guzmán, G. (2015). *Algunos aspectos en la producción de maíz como forraje verde hidropónico.* San Jose, Costa Rica: Imprenta Nacional.

Hernández , H., Águila , E., Flores , O., Flores , E., & Ramos, E. (2009). O*btención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón*. Superficies y Vacío, 22(3), 57-60.

INIA. (2015). *INIA La Cruz enseña a producir forraje verde hidropónico.* Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias: http://www.inia.cl/blog/2015/05/26/prodesales-de-petorca-ensenaran-a-los-productores-a-producir-forraje-verde-hidroponico/

Jisa. (2020). *Ácidos Húmicos | Acidos Humicos: Fertilizantes agrícolas Jisa*. Obtenido de https://www.acidoshumicos.com/acidos-humicos/

Lárez, C. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. Avances en Química, 1(2), 15-21.

López, V. (2014). *Los aminoácidos y su interacción con los vegetales*. 99, 32-40.

Maldonado, R., Álvarez , E., Cristóbal, D., & Ríos, E. (2013). N*utrición mineral de forraje verde hidropónico*. Chapingo. Serie horticultura, 19, 211-223.

Martinez, Bautista, Bermejo, Baigorri, San Francisco, & Quiñones. (2017). *SUPRACTYL, Un nuevo bioestimulante en citricos.* Recuperado el 2019, de Timac Agro: https://www.timacagro.es/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Separata-SUPRACTYL.pdf

Morales, C. (2018). *Uso de bioestimulantes.* Recuperado el 2019, de INIA: www.inia.cl/wp-content/uploads/.../17%20Manual%20Frutilla.pdf

Moreno, R. (Abril de 2020). *¿Es importante el uso de ácidos húmicos en la agricultura?* Obtenido de Redagricola: https://www.redagricola.com/pe/importante-uso-acidos-humicos-la-agricultura/

ORJUELA, W. (2015). *Evaluacion del uso de forraje verde hidroponico de trigo como alternativa nutricional en la produccion de leche del ganado bovino en turmeque* - Tesis de Pregrado. Tunja, Colombia: UNAD.

Rodríguez, A. (2003). *Como producir forraje verde hidropónico.* Mexico D.F.: Diana.

Rodríguez, A., Chang, M., Paqui, L., & Orosco, J. (2016). *Curso práctico de hidroponía.* Lima: UNALM.

Romero, J. (2017). *Estudio comparativo de cinco especies de gramíneas en la producción de forraje verde hidropónico bajo invernadero en la localidad de huaraz a 3070 m.s.n.m.* Huaraz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.

Rosario, R. (2018). *Efecto de cinco densidades de siembra de cebada (Hordeum vulgare L.) en y sin asociacion con arveja (pisum sativum l.) para producción de forraje verde hidropónico en condiciones de invernadero en Huaraz* . Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.

Ruixim, L., Jinxia, e., Hongguo, X., Wenxia, W., Santosh, B., Yeqing, S., . . . Heng, Y. (2019). E*fectos de las nanopartículas de quitosano sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de trigo (Triticum aestivum L.).* Int J Biol Macromol, 129, 91-100.

Sapec Agro. (2017). *Las algas: un nuevo recurso para estimular el crecimiento del maíz*. Recuperado el 2019, de Campo Galego.

Sotelo, J. (2019). *"Rendimiento de forraje verde hidroponico de cebada (Hordeum vulgare l.) cultivar variedad centenario, aplicando tres volúmenes de riego por microaspersión, bajo condiciones de invernadero en Huaraz, año 2019".* Huaraz: UNASAM.

Timac Agro. (2018). *Bioestimulantes; no basta con solo fertilizar.* Recuperado el 2019, de Timac Agro: https://www.timacagro.es/actualidad/novedades/por-que-usar-bioestimulantes/

Torres, J., Reyes, J., & González, J. (2016). E*fecto de un bioestimulante natural sobre algunos parametros de calidad en plántulas de tomate (Solanum Lycopersicum, L.) bajo condiciones de salinidad.* Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, 18(2), 11-15.

Tourian, N., Sinaki, J., Hasani, N., & Madani, H. (2013). C*ambio en la concentración de pigmento fotosintético de cultivares de pasto de trigo (Agropyron repens) en respuesta al estrés por sequía y aplicación foliar con quitosano.* Revista Internacional de Agronomía y Producción Vegetal, 4, 1084 - 1091.

UNASAM. 2017). *Analisis de agua con fines de rieg*o. Huaraz, Huaraz, Ancash.

Vasquez, V. (2013). *Experimentacion Agricola - Soluciones con SAS.* Cajamarca: CONCYTEC.

Vega , R., & Quispe, W. (2008). *Guia y Manual de Producción de forraje verde Hidroponico* . La Paz, Bolivia: Doble Creativa.

Zagal, M., Martínez, S., Salgado Socorro, Escalera, F., Peña, B., & Carrillo, F. (2016). *Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas*. Abanico vet, 6(1), 29-34.

X. ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de Acidos Húmicos

FICHA TECNICA
HUMITECH

DATOS DE LA EMPRESA
Empresa Comercializadora : FARMAGRO S.A.
Proveedor : VELLSAM MATERIAS BIOACTIVAS

IDENTIDAD

Composición:	Extractos Húmicos Totales	16.00	% p/p
	Ácidos Húmicos	10.00	% p/p
	Ácidos Fúlvicos	6.00	% p/p
	Potasio	4.00	% p/p
	pH	12	
	Densidad	1.12	g/cm^3

Formulación : Concentración soluble
Clase de Uso : Acondicionadores de suelo

CARACTERÍSTICAS

Humitech es un producto líquido constituido por ácidos húmicos y fulvicos totalmente activos y extraidos de Leonardita natural cuidadosamente seleccionada

Humitech es un producto con gran cantidad de materia organica aumentando, en general, la fertilidad del suelo, la capacidad de fertilización del abono y su absorción, acelerando la germinación de la semilla. Incrementa la actividad microbiana: hongos, bacterias y actinomicetos, estableciendo un equilibrio dinamico en los suelos (acción de los acidos húmicos) y facilitando el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces (acción de los ácidos fúlvicos).

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

•Densidad Especifica	: 1.12 g/cc a 20°C
•pH	: 12
•Estado Físico	: Líquido
•Color	: Marrón oscuro
•Olor Característico	:
•Explosividad explosivo	: No
•Corrosividad corrosivo	: No
•Estabilidad en Almacenamiento de	: Es estable bajo condiciones normales manipulación y almacenamiento por 2 años.

FARMAGRO
MEJORES PRODUCTOS PARA MEJORES COSECHAS

MODO DE ACCION

Humitech modifica las características del suelo favoreciendo el intercambio catiónico y la absorción de nutrientes, aumentando la solubilidad de los elementos metálicos mediante los grupos carboxílicos y fenólicos formando quelatos, favorece la absorción de quelato de hierro en suelos básicos o alcalinos con un pH elevado. Actúa también sobre los efectos hídricos, reteniendo mayor cantidad de agua en el terreno y en caso de aporte excesivo de agua, ayuda al drenaje creando a su vez porosidad en el terreno.

Humitech en la planta ejerce un efecto estimulante en las raíces aumentando el sistema radicular, su permeabilidad y su capacidad de absorción. La planta mejora el aspecto en general y en los cultivos ornamentales la vivacidad de las flores. Tambien las sustancias húmicas influyen en el contenido y distribución de los azucares mejorando la calidad en los frutos y flores, además de favorecer la resistencia al marchitamiento.

RECOMENDACIONES DE USO

Cultivo	Dosis	Momentos de uso
Hortalizas: Espárragos, ajíes, pimientos, jalapeños, paprika, sandia, melones, pepinillos, tomates, Lechugas, nabo, rabanito, poro, Apio, col, espinaca, coliflor Brócoli, cebollas, ajos.	**Fertirrigación:** 30 – 60 Lts/Ha. 3 a 5 aplicaciones con intervalos de 15 a 20 días.	1ª Luego del prendimiento de la plántula en el campo definitivo cuando su emergencia y desarrollo inicial haya concluido y repetir las aplicaciones cada 15 a 20 días.
Frutales Siempre verdes Cítricos, naranjos, mandarinas, limones, limas, toronjas, tangelos, plátanos, banano orgánico, mango, palto, etc **Frutales caducos:** Manzanas, melocotoneros, peros, ciruelos, vid, etc	**Fertirrigación:** 30 – 60 Lts/Ha. 4 a 6 aplicaciones con intervalos de 15 a 20 días. **Fertirrigacion:** 30 – 60 Lts/Ha. 4 a 6 aplicaciones	1ª al reinicio de la campaña, el resto de aplicaciones cada 15 a 20 días. 1ª al inicio del brotamiento con intervalo de 10 a 15 días.
Cultivos tropicales: Café, cacao, cítricos, sacha inchi, pijuayo, palma aceitera.	**Fertirrigacion:** 30 – 60 Lts/Ha. 4 a 6 aplicaciones con intervalos de 15 a 20 días.	1ª al reinicio de la campaña, el resto de aplicaciones cada 15 a 20 días.
Cultivos Extensivos: Caña de azúcar, algodón,	**Fertirrigacion:** 30 – 60 Lts/Ha.	1ª Luego de la emergencia con plantas de 5 a 10 cm. 2ª y

FARMAGRO

Anexo 2: Ficha técnica de Algas Marinas

tradecorp nutri-performance	**Phylgreen**	Página 1 de 9
		Fecha de emisión: 16/09/2011
		Número de revisión: 3.0
		Fecha de revisión: 01/06/2015
		Remplaza a: 2.0

1. SECCIÓN 1: Identificación del producto y de la sociedad o la empresa

1.1. Identificador del producto

Nombre comercial: **Phylgreen**

Nombre químico: Extracto puro de Ascophyllum nodosum.

Nº EC: No disponible

Nº CAS: No disponible

1.2. Usos pertinentes identificados del producto y usos desaconsejados

Usos identificados: Fertilizante (Agricultura).

Usos desaconsejados No se han identificado.

1.3. Datos del proveedor del documento de seguridad de producto

TRADE CORPORATION INTERNATIONAL, S.A.U.
c/ Alcalá, 498 - 2ª planta
28027 – Madrid (España)
Teléfono: +34 91 327 32 00 Fax: +34 91 304 71 72
e-mail: sds@tradecorp.sapec.pt

1.4. Teléfono de emergencia

Tel.: +34 91 327 32 00 (9:00 - 17:00h, CET - Hora de Europa Central).

2. SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1. Clasificación del producto

Clasificación de acuerdo al Reglamento Europeo (CE) No. 1272/2008:
El producto no es peligroso.

2.2. Elementos de la etiqueta

El producto no está clasificado como peligroso, por tanto no se requieren elementos específicos de la etiqueta.

2.3. Otros peligros

No hay datos disponibles

3. SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

Identificador del producto: **Phylgreen**

Nombre químico	Nº CAS	Nº EC
Extracto puro de Ascophyllum nodosum.	No disponible	No disponible

4. SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1. Descripción de los primeros auxilios

En caso de inhalación:
Mantener al paciente en reposo y conservar su temperatura corporal. Sacar al afectado de la zona contaminada y trasladarlo al aire libre. Obtener atención médica.

En caso de contacto con la piel:
Quitar la ropa contaminada y lavar inmediatamente las zonas afectadas con abundante agua y jabón. Si la irritación persiste, consultar al médico.

En caso de contacto con los ojos:
Lavar inmediatamente los ojos, también por debajo de los párpados, con abundante agua limpia durante al menos 15 minutos. Solicitar de inmediato asistencia médica especializada.

En caso de ingestión:
Enjuagar la boca con agua abundante. No inducir el vómito. Consultar al médico.

4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

No hay datos disponibles.

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Todos los tratamientos deben basarse en los signos y síntomas observados.

5. SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1. Medios de extinción

Medios de extinción apropiados: Utilizar polvo químico seco, CO_2, agua pulverizada o espuma resistente al alcohol.
Medios de extinción no apropiados: Chorro de agua directo.

5.2. Peligros específicos derivados del producto

Anexo 3: Ficha técnica Aminoácidos

Bio Fertilizantes Perú

ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.

FICHA TÉCNICA
ACTUALIZADO
ENERO 2019

Eco Representaciones

AMINOVIGOR PREMIUM

BIOESTIMULANTE
100% ORGANICO

DATOS DE LA EMPRESA : ECOCAMPO REPRESENTACIONES S.A.C.
NOMBRE DEL PRODUCTO : AMINOVIGOR PREMIUM BIOESTIMULANTE

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS:

NATURALEZA FISICA : Suspensión Uniforme.
INGREDIENTE ACTIVO : Complejo de Aminoácidos
GRUPO QUIMICO : Aminoácidos
CONCENTRACION : Aminoácidos, Macro y Micro Nutrientes
MODO DE ACCION : Absorción foliar y radicular.
CERTIFICACIÓN ORGÁNICA : Control Unión. CU 81327 bajo las normas NOP, EU, RTPO

CARACTERISTICAS:

Aminovigor Premium es obtenido a través de hidrólisis enzimáticas y proceso fermentativo de especies marinas ricos en aminoácidos biológicamente activos, péptidos, ácidos orgánicos, vitaminas, materia orgánica liquida, microorganismos benéficos, enzimas, macro y micro elementos en forma asimilable. Aminovigor Premium es un activador de los procesos fisiológicos de la planta, además en un regulador natural del equilibrio nutricional mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas, revitaliza y activa a las plantas después de situaciones de estrés biótico y abiótico.

COMPOSICIÓN QUÍMICA GARANTIZADA:

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL GARANTIZADA:			
AMINOACIDOS LIBRES, ACIDOS ORGANICOS, VITAMINAS, MACRO Y MICRO ELEMENTOS			
PH	**4.22**	Glicina	1.09 %
Materia Orgánica Soluble	277.72 gr/L	Leucina	0.54 %
Nitrógeno (N total)	21.36 gr/L	Valina	0.64 %
Fósforo (P total)	2.00 gr/L	Isoleucina	0.73 %
Potasio (K total)	10.20 gr/L	Fenilalanina	1.08 %
Calcio (Ca total)	4.80 gr/L	Prolina	0.67 %
Magnesio (Mg total)	0.92 gr/L	Metionina	0.38 %
Azufre (S total)	1.97 gr/L	Triptófano	0.021 %
Fierro (Fe total)	57.00 mg/L	Arginina	0.36 %
Cobre (Cu total)	1.20 mg/L	Tirosina	0.29 %
Zinc (Zn total)	7.00 mg/L	Serina	0.41 %
Manganeso (Mn total)	1.50 mg/L	Alanina	0.36 %
Boro (B total)	3.33 mg/L	Histidina	0.18 %
Ácido Húmico	4.68 %	Acido Glutámico	1.27 %
Ácido Fúlvico	4.83 %	Acido Aspártico	3.16 %

*Análisis en Laboratorio de Suelos UNALM. Calidad total

Avenida Alfredo Franco No 240 INT.302 - Urb.Chama - Santiago de Surco
Telf: 2711262 - Cel: 996528363 - 924017348
contacto@biofertilizantesperu.com
www.biofertilizantesperu.com

CARACTERISTICAS DE LOS AMINOACIDOS QUE CONTIENE:

1. Glicina. Interviene en la síntesis de las porfirinas, pilares estructurales de la clorofila y los citocromos, siendo el principal aminoácido con acción quelatante, favoreciendo la formación de nuevos brotes.
2. Leucina. Incrementa la producción, ayudando en la fecundación y amarre de fruto, y mejora la calidad del fruto.
3. Valina. Interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones adversas.
4. Isoleucinas. Interviene en la síntesis de las porfirinas, siendo el principal aminoácido con acción quelatante. Favoreciendo la formación de nuevos brotes, participa en los sistemas de resistencia de la planta junto con la lisina.
5. Fenilalanina. Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros, ayuda y mejora los problemas de pigmento de las plantas.
6. Prolina. Equilibrio hídrico de la planta. Mantiene la fotosíntesis en condiciones adversas. Se acumula considerablemente bajo tensiones ambientales, pudiéndose incrementar hasta 25 veces de los normales, bajando ARGININA y SERINA. Aumenta el por ciento de germinación del grano de polen, sobre todo bajo temperaturas adversas.
7. Metionina. Precursor de etileno, incrementa calidad y producción. Aplicando al suelo favorece el crecimiento radical.
8. Triptófano. Precursores de alcaloides contra patógenos y herbívoros.
9. Sérina. Interviene en mecanismos de resistencia bajo condiciones ambientales adversas.
10. Alalina. Potencia la síntesis de clorofila.
11. Histidina. Protege a las plantas por daño de radiación, mantiene los tejidos sanos, se involucre en la biosíntesis del Triptófano.
12. Ác. Glutámico. Precursor de otros aminoácidos, estimula el crecimiento y estimula los procesos fisiológicos en hojas jóvenes. Interviene en los

Avenida Alfredo Franco No 240 INT.302 - Urb.Chama - Santiago de Surco
Telf: 2711262 - Cel: 996528363 - 924017348
contacto@biofertilizantesperu.com
www.biofertilizantesperu.com

Anexo 4: Ficha técnica Quitosano

Código: HA – FT018
Revisión: 01
Aprobado: LR
Fecha: 15 – 04 - 2018

HATUN AGRO S.A.C.

"Calidad para su cultivo y cuidando el medio ambiente"

RUC 20603069685

FICHA TÉCNICA

QT REPARADOR

Nombre Comercial: **QT REPARADOR**

Formulación: Líquido soluble

Ingrediente Activo: Quitosano (Derivado de la quitina)

Procedencia: La quitina se obtiene de caparazones de Centollas y Centollones.

Distribuidor: **HATUN AGRO S.A.C.**

Composición Química:	**P/P**	**P/V**
Poli-D-glucosamina (quitosano)	5 %	6 %

QT REPARADOR, caracteriza por ser un producto que protege a los cultivos frente a ataques de patógenos y plagas, de forma directa o indirecta, como a mejorar la calidad del cultivo, o mantener la estabilidad de la producción durante el almacenamiento después de la recolección.

QT REPARADOR, es un elicitor que activa la capacidad de autodefensa de la planta. Los patógenos penetran en las plantas a través de tres mecanismos: Por sus propios medios, por heridas y por aperturas naturales (incluidas estomas). Las aperturas estomáticas en las plantas proporcionan una vía de entrada para muchos patógenos, la reducción de estas aperturas puede proporcionar un método efectivo para evitar el ataque de patógenos que tienen quitina como componente de su pared celular. **QT REPARADOR**, activa mecanismos en la planta que ordenan el cierre de estomas.

PRINCIPALES EFECTOS

Elicitor y Bioestimulante (aumento del desarrollo del sistema radicular), fungistá- tico (defensa contra ataque de hongos), nematostático (protección contra nemá- todos fitoparásitos) y protector de las enfermedades aéreas. Modula actividad de La PAL.

MODO DE ACCIÓN

QT REPARADOR, activa el metabolismo secundario de la planta. Se activan mecanismos de defensa de las plantas (SAR), aumenta la producción de proteínas anti stress y aumenta la producción endógena de hormonas del crecimiento.

RECOMENDACIÓN PARA MODO DE APLICACIÓN RADICULAR

Riego por Goteo u otro similar al suelo: Aplicar 20 litros por hectárea en una sola parcialidad. Diluir en agua previamente acidificada a pH 5,5-6 y una concentración de entre 1 y 5% Debe inyectarse 24 horas después de un riego profundo (18 horas continuas con goteo de 2 L/hora y 12 horas continua de riego con goteo de 4L/hora).

Los momentos en que debe aplicarse el **QT REPARADOR** radicular en general son dos. La primera aplicación se recomienda efectuarla cuando las raíces se encuentren en el primer pick de actividad radical en primavera, y la segunda aplicación debe efectuarse en igual forma, en el pick radical de post-cosecha. De manera complementaria se recomienda aplicar 20 litros por hectárea, en el segundo pick radical en post-cosecha en una sola aplicación.

CULTIVO	DOSIS L / Ha	NÚMERO DE APLICACIONES	MOMENOS DE APLICACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
Vides y frutales	20	1 – 2	Flash radicular de primavera y luego flash radicular de post-cosecha (dependiendo del frutal que se trate).	Inyección
Hortalizas	10	2	De 15 a 30 días después de la plantación. Repetir a los 15 días	

RECOMENDACIÓN PARA MODO DE APLICACIÓN FOLIAR

En forma complementaria y preventiva como protección de las enfermedades aéreas se recomienda efectuar aplicaciones foliares, diluyendo el **QT REPARADOR** en agua de riego, según el objetivo, entre 0,5% a 1,0.

CULTIVO	DOSIS L/ Ha	NUMERO DE APLICACIONES	MOMENTOS DE APLICACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
Vid Vinífera y Vid de mesa	2 a 5	2 a 6	Aplicación pre-cosecha (Septiembre en adelante).	Asperjado foliarmente
Limonero Naranjo Clementinas	2 a 5	2 a 6	Aplicaciones otoñales, especialmente después de llu-vias.	
Duraznero Nectarino Damasco Cerezo	2 a 5	2 a 6	De yema algodonosa en adelante. Post cosecha a inicio de caída de hojas.	

Anexo 5: Resultados de evaluación de proteínas

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año de la Universalización de la Salud"

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0215/2020

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ20-0215/01	AQ20-0215/02	AQ20-0215/03	AQ20-0215/04	AQ20-0215/05
MUESTRA	T1 QUETOSANO	T2 AMINOÁCIDOS	T3 ÁCIDOS HÚMICOS	T4 EXTRACTO ALGAS MARINAS	T5 TESTIGO
PESO (gramos)	46	36	44	40	41
g - PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	13.33	13.42	14.23	14.24	13.28

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Telefonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-6838

Anexo 6: Panel fotográfico

Fotografía 1: Visita a la instalación del ensayo por parte del patrocinar y jurado

Fotografía 2: Visita a la instalación del ensayo por parte del presidente de jurado de tesis.

Fotografía 3: preparación de las soluciones nutritivas para el fertirriego.

Fotografía 4: Aplicación de los bioestimulantes a los 5 días según el tratamiento en estudio.

Fotografía 5: Aplicación de los bioestimulantes a los 10 días según el tratamiento en estudio.

Fotografía 6: Evaluación de rendimiento a la cosecha.

Anexo 7: Matriz de datos de crecimiento

Repeticion	Tratamiento	Altura de planta a la cosecha (cm)																				
		Muestra																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Testigo	20.3	18.7	19.1	17.4	19.2	18.7	17.3	20.3	18.7	19.6	18.1	20.7	19.1	17.4	19.2	18.7	17.3	19.6	18.1	20.7	18.91
1	Acidos Humicos	17.2	16.5	18.4	18.9	17.9	19.3	21.4	17.2	16.5	20.6	21.3	20.2	18.4	18.9	17.9	19.3	21.4	20.6	21.3	20.2	19.17
1	Algas Marinas	20.6	21.7	19.8	17.9	21.2	24.8	23.7	20.6	21.7	21.5	21.8	23.7	19.8	17.9	21.2	24.8	23.7	21.5	21.8	23.7	21.67
1	Aminoacidos	21.6	22.8	19.9	21.8	23.8	22.1	24.1	21.6	22.8	21.7	20.9	22.6	19.9	21.8	23.8	22.1	24.1	21.7	20.9	22.6	22.13
1	Quitosano	18.2	17.9	20.6	21.3	19.8	22.9	22.6	18.2	17.9	21.8	90.9	18.7	20.6	21.3	19.8	22.9	22.6	21.8	90.9	18.7	27.47
2	Testigo	22.3	21.0	19.7	23.5	20.4	22.1	19.7	22.3	21.0	16.5	19.1	18.7	19.7	23.5	20.4	22.1	19.7	16.5	19.1	18.7	20.30
2	Acidos Humicos	21.4	17.5	19.6	22.3	21.6	20.1	20.7	21.4	17.5	17.5	18.6	18.1	19.6	22.3	21.6	20.1	20.7	17.5	18.6	18.1	19.74
2	Algas Marinas	21.6	20.7	17.9	15.9	20.7	17.5	18.2	21.6	20.7	19.5	17.8	18.2	17.9	15.9	20.7	17.5	18.2	19.5	17.8	18.2	18.80
2	Aminoacidos	22.9	21.4	19.8	18.6	18.9	19.2	20.6	22.9	21.4	19.7	21.8	21.3	19.8	18.6	18.9	19.2	20.6	19.7	21.8	21.3	20.42
2	Quitosano	18.6	22.7	21.9	23.4	21.7	20.6	19.9	18.6	22.7	18.6	19.2	19.4	21.9	23.4	21.7	20.6	19.9	18.6	19.2	19.4	20.60
3	Testigo	18.9	18.1	14.2	15.8	16.9	18.2	18.6	18.9	18.1	16.5	14.9	16.2	14.2	15.8	16.9	18.2	18.6	16.5	14.9	16.2	16.83
3	Acidos Humicos	22.4	21.2	18.6	21.4	20.8	18.7	20.4	22.4	21.2	19.6	16.5	18.9	18.6	21.4	20.8	18.7	20.4	19.6	16.5	18.9	19.85
3	Algas Marinas	17.4	17.1	18.1	17.8	18.4	18.6	16.7	17.4	17.1	18.6	18.2	17.6	18.1	17.8	18.4	18.6	16.7	18.6	18.2	17.6	17.85
3	Aminoacidos	19.1	18.7	19.3	18.7	17.4	21.1	18.9	19.1	18.7	20.3	18.6	19.2	19.3	18.7	17.4	21.1	18.9	20.3	18.6	19.2	19.13
3	Quitosano	20.9	18.7	21.4	20.8	18.7	20.4	19.6	20.9	18.7	16.5	18.9	20.3	21.4	20.8	18.7	20.4	19.6	16.5	18.9	20.3	19.62
4	Testigo	18.9	16.8	17.4	20.4	17.8	19.6	17.5	18.9	16.8	14.3	15.8	16.9	17.4	20.4	17.8	19.6	17.5	14.3	15.8	16.9	17.54
4	Acidos Humicos	18.8	19.4	20.9	18.7	17.1	18.6	22.8	18.8	19.4	21.1	20.6	21.3	20.9	18.7	17.1	18.6	22.8	21.1	20.6	21.3	19.93
4	Algas Marinas	18.6	19.1	19.3	20.5	17.0	18.3	21.0	18.6	19.1	22.5	21.1	20.8	19.3	20.5	17.0	18.3	21.0	22.5	21.1	20.8	19.82
4	Aminoacidos	19.4	18.9	20.5	21.3	13.0	14.5	19.1	19.4	18.9	17.3	16.1	17.8	20.5	21.3	13.0	14.5	19.1	17.3	16.1	17.8	17.79
4	Quitosano	19.6	20.3	18.9	21.4	17.6	18.5	19.7	19.6	20.3	16.4	16.2	17.1	18.9	21.4	17.6	18.5	19.7	16.4	16.2	17.1	18.57

Repeticion	Tratamiento											Altura de planta a los 10 dias (cm)										
		Muestra																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Testigo	11.1	10.7	11.3	11.7	10.3	12.4	13.9	11.2	10.5	12.3	11.1	10.7	11.3	11.7	10.3	12.4	13.9	11.2	10.5	12.3	11.54
1	Acidos Humicos	10.7	10.5	8.4	10.1	9.2	14.3	12.1	10.7	11.2	9. 7	10.7	10.5	8.4	10.1	9.2	14.3	12.1	10.7	11.2	9. 7	10.80
1	Algas Marinas	11.4	12.1	10.8	13.7	8.2	15.3	12.2	11.8	10.9	10.2	11.4	12.1	10.8	13.7	8.2	15.3	12.2	11.8	10.9	10.2	11.66
1	Aminoacidos	17.4	15.3	14.7	16.8	13.8	12.1	14.2	12.4	13.1	11.4	17.4	15.3	14.7	16.8	13.8	12.1	14.2	12.4	13.1	11.4	14.12
1	Quitosano	12.7	14.4	13.8	12.7	13.1	11.4	13.2	12.7	12.2	11.7	12.7	14.4	13.8	12.7	13.1	11.4	13.2	12.7	12.2	11.7	12.79
2	Testigo	12.1	11.9	13.1	11.7	11.2	10.7	9.6	11.2	11.6	12.3	12.1	11.9	13.1	11.7	11.2	10.7	9.6	11.2	11.6	12.3	11.54
2	Acidos Humicos	12.4	12.2	13.8	12.7	12.1	13.3	13.9	15.2	14.1	14.8	12.4	12.2	13.8	12.7	12.1	13.3	13.9	15.2	14.1	14.8	13.45
2	Algas Marinas	7.6	9.4	9.1	7.1	5.2	9.3	9.5	7.6	9.7	8.8	7.6	9.4	9.1	7.1	5.2	9.3	9.5	7.6	9.7	8.8	8.33
2	Aminoacidos	11.3	12.5	14.6	13.7	13.9	15.2	12.4	13.2	12.5	14.8	11.3	12.5	14.6	13.7	13.9	15.2	12.4	13.2	12.5	14.8	13.41
2	Quitosano	9.9	11.2	13.8	11.7	10.6	11.3	12.8	12.1	12.6	11.8	9.9	11.2	13.8	11.7	10.6	11.3	12.8	12.1	12.6	11.8	11.78
3	Testigo	11.3	9.5	8.6	9.3	9.1	8.7	12.1	8.5	8.9	9.3	11.3	9.5	8.6	9.3	9.1	8.7	12.1	8.5	8.9	9.3	9.53
3	Acidos Humicos	11.2	10.8	8.7	10.5	9.1	8.5	7.3	9.6	10.8	7.9	11.2	10.8	8.7	10.5	9.1	8.5	7.3	9.6	10.8	7.9	9.44
3	Algas Marinas	12.2	12.4	12.1	11.4	13.5	12.2	10.4	12.2	12.8	12.4	12.2	12.4	12.1	11.4	13.5	12.2	10.4	12.2	12.8	12.4	12.16
3	Aminoacidos	10.6	9.2	11.4	10.6	8.6	10.2	11.9	9.1	9.6	8.7	10.6	9.2	11.4	10.6	8.6	10.2	11.9	9.1	9.6	8.7	9.99
3	Quitosano	14.8	14.1	12.7	13.8	11.1	10.7	11.3	9.5	13.7	12.5	14.8	14.1	12.7	13.8	11.1	10.7	11.3	9.5	13.7	12.5	12.42
4	Testigo	8.8	9.3	11.3	10.2	7.5	9.0	7.8	9.1	10.7	10.2	8.8	9.3	11.3	10.2	7.5	9.0	7.8	9.1	10.7	10.2	9.39
4	Acidos Humicos	14.6	14.5	13.3	12.1	11.8	13.1	14.4	13.7	14.2	14.3	14.6	14.5	13.3	12.1	11.8	13.1	14.4	13.7	14.2	14.3	13.60
4	Algas Marinas	13.3	13.9	11.2	8.3	9.0	11.3	7.6	6.5	9.8	10.2	13.3	13.9	11.2	8.3	9.0	11.3	7.6	6.5	9.8	10.2	10.11
4	Aminoacidos	11.9	10.9	8.4	9.3	9.8	15.6	15.2	14.3	12.4	12.8	11.9	10.9	8.4	9.3	9.8	15.6	15.2	14.3	12.4	12.8	12.06
4	Quitosano	10.5	9.8	10.7	10.3	11.2	10.8	9.6	10.2	11.6	11.1	10.5	9.8	10.7	10.3	11.2	10.8	9.6	10.2	11.6	11.1	10.58

Repeticion	Tratamiento	Largo de raiz a la cosecha (cm)																				
		Muestra																				Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	6	7	8	9	3	4	5	10	
1	Testigo	4.5	5.1	5.0	5.2	4.6	6.1	5.9	6.0	5.5	4.8	4.5	5.1	6.1	5.9	6.0	5.5	5.0	5.2	4.6	4.8	5.27
1	Acidos Humicos	6.1	6.2	5.8	6.2	6.3	4.7	5.2	5.6	4.7	4.9	6.1	6.2	4.7	5.2	5.6	4.7	5.8	6.2	6.3	4.9	5.57
1	Algas Marinas	5.1	5.6	5.3	5.4	5.0	5.1	4.9	5.2	5.6	5.8	5.1	5.6	5.1	4.9	5.2	5.6	5.3	5.4	5.0	5.8	5.30
1	Aminoacidos	4.7	4.6	6.1	5.8	4.9	4.5	5.7	2.1	3.9	4.9	4.7	4.6	4.5	5.7	2.1	3.9	6.1	5.8	4.9	4.9	4.72
1	Quitosano	5.6	5.1	4.8	4.5	5.7	7.1	7.4	6.4	5.9	6.3	5.6	5.1	7.1	7.4	6.4	5.9	4.8	4.5	5.7	6.3	5.88
2	Testigo	5.5	5.1	4.9	5.3	5.1	6.1	4.9	5.7	4.7	4.9	5.5	5.1	6.1	4.9	5.7	4.7	4.9	5.3	5.1	4.9	5.22
2	Acidos Humicos	3.9	4.2	5.2	5.5	4.6	4.9	4.0	5.1	6.3	5.3	3.9	4.2	4.9	4.0	5.1	6.3	5.2	5.5	4.6	5.3	4.90
2	Algas Marinas	4.5	5.0	4.1	5.0	4.8	5.2	4.9	4.3	4.7	5.2	4.5	5.0	5.2	4.9	4.3	4.7	4.1	5.0	4.8	5.2	4.77
2	Aminoacidos	3.6	4.3	3.9	4.5	5.2	4.3	5.0	3.9	4.6	5.2	3.6	4.3	4.3	5.0	3.9	4.6	3.9	4.5	5.2	5.2	4.45
2	Quitosano	4.8	5.5	5.9	4.5	4.1	4.3	5.0	5.2	4.9	6.1	4.8	5.5	4.3	5.0	5.2	4.9	5.9	4.5	4.1	6.1	5.03
3	Testigo	5.1	4.9	5.3	4.7	4.1	5.3	4.9	5.1	5.2	5.5	5.1	4.9	5.3	4.9	5.1	5.2	5.3	4.7	4.1	5.5	5.01
3	Acidos Humicos	5.6	4.6	5.5	5.1	5.4	4.0	5.1	5.7	5.2	6.1	5.6	4.6	4.0	5.1	5.7	5.2	5.5	5.1	5.4	6.1	5.23
3	Algas Marinas	6.1	7.0	6.3	6.0	5.5	5.9	6.1	5.4	5.2	6.3	6.1	7.0	5.9	6.1	5.4	5.2	6.3	6.0	5.5	6.3	5.98
3	Aminoacidos	5.6	5.2	3.5	4.5	4.3	4.1	6.5	6.1	5.8	5.7	5.6	5.2	4.1	6.5	6.1	5.8	3.5	4.5	4.3	5.7	5.13
3	Quitosano	5.6	4.3	3.4	4.8	5.2	4.7	4.9	4.1	4.9	5.3	5.6	4.3	4.7	4.9	4.1	4.9	3.4	4.8	5.2	5.3	4.72
4	Testigo	5.8	5.2	4.4	5.4	4.9	4.3	5.2	5.6	4.7	6.1	5.8	5.2	4.3	5.2	5.6	4.7	4.4	5.4	4.9	6.1	5.16
4	Acidos Humicos	4.4	4.8	3.9	5.2	5.3	4.7	6.3	6.8	5.6	5.2	4.4	4.8	4.7	6.3	6.8	5.6	3.9	5.2	5.3	5.2	5.22
4	Algas Marinas	5.4	5.9	4.7	4.3	4.2	5.1	4.8	3.7	4.1	3.9	5.4	5.9	5.1	4.8	3.7	4.1	4.7	4.3	4.2	3.9	4.61
4	Aminoacidos	5.6	4.9	5.2	5.2	4.6	4.4	5.1	3.9	5.2	3.4	5.6	4.9	4.4	5.1	3.9	5.2	5.2	5.2	4.6	3.4	4.75
4	Quitosano	6.0	5.3	4.3	5.2	4.7	4.4	4.8	5.2	5.0	4.8	6.0	5.3	4.4	4.8	5.2	5.0	4.3	5.2	4.7	4.8	4.97

Anexo 8: Matriz de datos de evaluaciones de calidad

Repeticion	Tratamiento	Peso (g)			Rendimiento (Kg/Ha)	
		Cosecha	TCO	Indice	Cosecha	TCO
1	Testigo	3225	3084	6.17	240.828	230.30
1	Acidos Humicos	3149	2740	5.48	235.153	204.61
1	Algas Marinas	3406	2059	4.12	254.344	153.76
1	Aminoacidos	3600	3402	6.80	268.831	254.05
1	Quitosano	3314	3000	6.00	247.474	224.03
2	Testigo	3295	3162	6.32	246.055	236.12
2	Acidos Humicos	2861	2879	5.76	213.646	214.99
2	Algas Marinas	3049	2973	5.95	227.685	222.01
2	Aminoacidos	3196	3107	6.21	238.662	232.02
2	Quitosano	3274	3223	6.45	244.487	240.68
3	Testigo	3061	2722	5.44	228.581	203.27
3	Acidos Humicos	3462	3121	6.24	258.526	233.06
3	Algas Marinas	2997	2903	5.81	223.802	216.78
3	Aminoacidos	3445	3348	6.70	257.256	250.01
3	Quitosano	3297	2970	5.94	246.205	221.79
4	Testigo	3144	2845	5.69	234.779	212.45
4	Acidos Humicos	3303	2943	5.89	246.653	219.77
4	Algas Marinas	3737	3035	6.07	279.062	226.64
4	Aminoacidos	2893	2580	5.16	216.036	192.66
4	Quitosano	3004	2543	5.09	224.325	189.90

Anexo 9: Matriz de datos de rendimiento

Repeticion	Tratamiento	Materia Seca			Cenizas			% Proteina Total
		Peso gr	Peso Seco gr	% MS	Peso antes Cenizas gr	Peso cenizas gr	% CENIZAS	
1	Testigo	201.00	19.00	9.45%	5.655	0.290	5.13%	13.27
1	Acidos Humicos	214.00	19.755	9.23%	7.927	0.365	4.60%	14.229
1	Algas Marinas	196.00	22.876	11.67%	8.124	0.389	4.79%	14.237
1	Aminoacidos	193.00	18.114	9.39%	7.380	0.332	4.50%	13.414
1	Quitosano	190.00	20.154	10.61%	6.853	0.315	4.60%	13.327
2	Testigo	213.00	21.007	9.86%	5.760	0.250	4.34%	13.29
2	Acidos Humicos	204.00	19.571	9.59%	8.398	0.380	4.52%	14.231
2	Algas Marinas	186.00	18.655	10.03%	7.597	0.346	4.55%	14.243
2	Aminoacidos	188.00	19.501	10.37%	9.060	0.436	4.81%	13.426
2	Quitosano	208.00	22.719	10.92%	6.832	0.323	4.73%	13.333
3	Testigo	193.00	22.153	11.48%	8.856	0.466	5.26%	13.271
3	Acidos Humicos	194.00	21.690	11.18%	7.887	0.380	4.82%	14.229
3	Algas Marinas	214.00	21.601	10.09%	8.237	0.376	4.56%	14.238
3	Aminoacidos	196.00	17.483	8.92%	6.803	0.413	6.07%	13.41
3	Quitosano	201.00	17.283	8.60%	7.167	0.349	4.87%	13.328
4	Testigo	210.00	21.912	10.43%	8.431	0.506	6.00%	13.289
4	Acidos Humicos	197.00	22.650	11.50%	8.286	0.511	6.17%	14.231
4	Algas Marinas	205.00	22.034	10.75%	11.774	0.611	5.19%	14.242
4	Aminoacidos	189.00	18.551	9.82%	6.745	0.388	5.75%	13.43
4	Quitosano	198.00	22.678	11.45%	7.077	0.397	5.61%	13.332

Anexo 10: Análisis económico de los tratamientos en estudio

ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

TESTIGO	
Consumo de agua (l/m2/dia)	2.55
Ciclo productivo (dias)	15
Dias de fertirriego (dias)	13

Dosis siembra (Kg/m2)	3.250
Capacidad Productiva (Bandejas)	150
Capacidad Productiva (m2)	23.1
Cosechas al año	24.3

COSTOS FIJOS

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Sub-Total	Vida Util (año)	Depreciacion (S/./M2/año)	Depreciacion (S/./M2/cosecha)
1.01	Invernadero	m2	20	S/. 471.15	S/. 9,423.04	10	S/. 40.79	S/. 1.68
1.02	Modulos Forrajeros Automaticos de 50 Bandejas	Und.	3	S/. 1,822.03	S/. 5,466.09	10	S/. 23.66	S/. 0.97
1.03	Balanza	Und.	1	S/. 127.12	S/. 127.12	5	S/. 1.10	S/. 0.05
1.04	Medidor de pH y CE	Und.	1	S/. 296.61	S/. 296.61	5	S/. 2.57	S/. 0.11
1.05	Equipamiento de invernadero	Global	1	S/. 315.26	S/. 315.26	3	S/. 4.55	S/. 0.19
	Total Costos Fijos							S/. 2.99

COSTOS VARIABLES

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo/M2
2.01	Semilla Cebada	Kg	3.25	S/. 1.70	S/. 5.53
2.02	Bioestimuante	Aplicación	0.00	S/. -	S/. -
2.03	Agua	L	33.09	S/. 0.0002	S/. 0.007
2.04	Sales para Solucion Hidroponica	Juego	0.03	S/. 15.30	S/. 0.51
2.05	Lejia	L	0.07	S/. 2.54	S/. 0.17
2.06	Mano de Obra	Jornal	0.1000	S/. 35.00	S/. 3.50
2.07	Energia Electrica	Global	1.00	S/. 0.09	S/. 0.09
	Sub Total Costos Variables				**S/. 9.79**
	Inprevistos (5%)				**S/. 0.49**
	Total Costos Variables				**S/. 10.28**

Costos Fijos Unitarios (m2)	**S/. 2.99**
Costos Variables Unitarios (m2)	**S/. 10.28**
Costos Totales	**S/. 13.27**
RENDIMIENTO (Kg FVH/Kg Semilla)	**5.91**
RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO Kg/m2	**19.20**
COSTO POR Kg de Forraje Fresco/m2	**S/. 0.69**
Rendimiento Anual (Kg/m2)	**467.15**
Rendimiento Anual (ton/Ha)*	**5395.5**

* Se considera que en 1 Ha de instalaciones hay un 15.5% mas de area productiva debido a que se usan estanterias

ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

ACIDOS HUMICOS	
Consumo de agua (l/m2/dia)	2.55
Ciclo productivo (dias)	15
Dias de fertirriego (dias)	13

Dosis siembra (Kg/m2)	3.250
Capacidad Productiva (Bandejas)	150
Capacidad Productiva (m2)	23.1
Cosechas al año	24.3

COSTOS FIJOS

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Sub-Total	Vida Util (año)	Depreciacion (S/./M2/año)	Depreciacion (S/./M2/cosecha)
1.01	Invernadero	m2	20	S/. 471.15	S/. 9,423.04	20	S/. 20.40	S/. 0.84
1.02	Modulos Forrajeros Automaticos de 50 Bandejas	Und.	3	S/. 1,822.03	S/. 5,466.09	12	S/. 19.72	S/. 0.81
1.03	Balanza	Und.	1	S/. 127.12	S/. 127.12	5	S/. 1.10	S/. 0.05
1.04	Medidor de pH y CE	Und.	1	S/. 296.61	S/. 296.61	5	S/. 2.57	S/. 0.11
1.05	Equipamiento de invernadero	Global	1	S/. 315.26	S/. 315.26	3	S/. 4.55	S/. 0.19
	Total Costos Fijos							S/. 1.99

COSTOS VARIABLES

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo/M2
2.01	Semilla Cebada	Kg	3.25	S/. 1.27	S/. 4.13
2.02	Bioestimuante	Aplicación	2.00	S/. 1.60	S/. 3.20
2.03	Agua	L	33.09	S/. 0.0002	S/. 0.007
2.04	Sales para Solucion Hidroponica	Juego	0.03	S/. 15.30	S/. 0.51
2.05	Lejia	L	0.07	S/. 2.54	S/. 0.17
2.06	Mano de Obra	Jornal	0.1000	S/. 35.00	S/. 3.50
2.07	Energia Electrica	Global	1.00	S/. 0.09	S/. 0.09
	Sub Total Costos Variables				**S/. 11.60**
	Inprevistos (5%)				**S/. 0.58**
	Total Costos Variables				**S/. 12.18**

Costos Fijos Unitarios (m2)	**S/. 1.99**
Costos Variables Unitarios (m2)	**S/. 12.18**
Costos Totales	**S/. 14.16**
RENDIMIENTO (Kg FVH/Kg Semilla)	**5.842**
RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO Kg/m2	**30.67**
COSTO POR Kg de Forraje Fresco/m2	**S/. 0.46**
Rendimiento Anual (Kg/m2)	**746.32**
Rendimiento Anual (ton/Ha)*	**8619.9**

* Se considera que en 1 Ha de instalaciones hay un 15.5% mas de area productiva debido a que se usan estanterias

ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

AMINOACIDOS	
Consumo de agua (l/m2/dia)	2.55
Ciclo productivo (dias)	15
Dias de fertirriego (dias)	13

Dosis siembra (Kg/m2)	3.250
Capacidad Productiva (Bandejas)	150
Capacidad Productiva (m2)	23.1
Cosechas al año	24.3

COSTOS FIJOS

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Sub-Total	Vida Util (año)	Depreciacion (S/./M2/año)	Depreciacion (S/./M2/cosecha)
1.01	Invernadero	m2	20	S/. 471.15	S/.9,423.04	20	S/. 20.40	S/. 0.84
1.02	Modulos Forrajeros Automaticos de 50 Bandejas	Und.	3	S/. 1,822.03	S/.5,466.09	12	S/. 19.72	S/. 0.81
1.03	Balanza	Und.	1	S/. 127.12	S/. 127.12	5	S/. 1.10	S/. 0.05
1.04	Medidor de pH y CE	Und.	1	S/. 296.61	S/. 296.61	5	S/. 2.57	S/. 0.11
1.05	Equipamiento de invernadero	Global	1	S/. 315.26	S/. 315.26	3	S/. 4.55	S/. 0.19
	Total Costos Fijos							S/. 1.99

COSTOS VARIABLES

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo/M2
2.01	Semilla Cebada	Kg	3.25	S/. 1.27	S/. 4.13
2.02	Bioestimuante	Aplicación	2.00	S/. 1.50	S/. 3.00
2.03	Agua	L	33.09	S/. 0.0002	S/. 0.007
2.04	Sales para Solucion Hidroponica	Juego	0.03	S/. 15.30	S/. 0.51
2.05	Lejia	L	0.07	S/. 2.54	S/. 0.17
2.06	Mano de Obra	Jornal	0.1000	S/. 35.00	S/. 3.50
2.07	Energia Electrica	Global	1.00	S/. 0.07	S/. 0.07
	Sub Total Costos Variables				**S/. 11.38**
	Inprevistos (5%)				**S/. 0.57**
	Total Costos Variables				**S/. 11.95**

Costos Fijos Unitarios (m2)	**S/. 1.99**
Costos Variables Unitarios (m2)	**S/. 11.95**
Costos Totales	**S/. 13.94**
RENDIMIENTO (Kg FVH/Kg Semilla)	**6.219**
RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO Kg/m2	**32.65**
COSTO POR Kg de Forraje Fresco/m2	**S/. 0.43**
Rendimiento Anual (Kg/m2)	**794.48**
Rendimiento Anual (ton/Ha)*	**9176.2**

* Se considera que en 1 Ha de instalaciones hay un 15.5% mas de area productiva debido a que se usan estanterias

ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

ALGAS MARINAS	
Consumo de agua (l/m2/dia)	2.55
Ciclo productivo (dias)	15
Dias de fertirriego (dias)	13

Dosis siembra (Kg/m2)	3.250
Capacidad Productiva (Bandejas)	150
Capacidad Productiva (m2)	23.1
Cosechas al año	24.3

COSTOS FIJOS

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Sub-Total	Vida Util (año)	Depreciacion (S/./M2/año)	Depreciacion (S/./M2/cosecha)
1.01	Invernadero	m2	20	S/. 471.15	S/.9,423.04	20	S/. 20.40	S/. 0.84
1.02	Modulos Forrajeros Automaticos de 50 Bandejas	Und.	3	S/. 1,822.03	S/.5,466.09	12	S/. 19.72	S/. 0.81
1.03	Balanza	Und.	1	S/. 127.12	S/. 127.12	5	S/. 1.10	S/. 0.05
1.04	Medidor de pH y CE	Und.	1	S/. 296.61	S/. 296.61	5	S/. 2.57	S/. 0.11
1.05	Equipamiento de invernadero	Global	1	S/. 315.26	S/. 315.26	3	S/. 4.55	S/. 0.19
	Total Costos Fijos							S/. 1.99

COSTOS VARIABLES

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo/M2
2.01	Semilla Cebada	Kg	3.25	S/. 1.27	S/. 4.13
2.02	Bioestimuante	Aplicación	2.00	S/. 1.60	S/. 3.20
2.03	Agua	L	33.09	S/. 0.0002	S/. 0.007
2.04	Sales para Solucion Hidroponica	Juego	0.03	S/. 15.30	S/. 0.51
2.05	Lejia	L	0.07	S/. 2.54	S/. 0.17
2.06	Mano de Obra	Jornal	0.1000	S/. 35.00	S/. 3.50
2.07	Energia Electrica	Global	1.00	S/. 0.07	S/. 0.07
	Sub Total Costos Variables				**S/. 11.58**
	Inprevistos (5%)				**S/. 0.58**
	Total Costos Variables				**S/. 12.16**

Costos Fijos Unitarios (m2)	**S/. 1.99**
Costos Variables Unitarios (m2)	**S/. 12.16**
Costos Totales	**S/. 14.15**
RENDIMIENTO (Kg FVH/Kg Semilla)	**5.485**
RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO Kg/m2	**28.80**
COSTO POR Kg de Forraje Fresco/m2	**S/. 0.49**
Rendimiento Anual (Kg/m2)	**700.71**
Rendimiento Anual (ton/Ha)*	**8093.2**

* Se considera que en 1 Ha de instalaciones hay un 15.5% mas de area productiva debido a que se usan estanterias

ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

QUITOSANO	
Consumo de agua (l/m2/dia)	2.55
Ciclo productivo (dias)	15
Dias de fertirriego (dias)	13

Dosis siembra (Kg/m2)	3.250
Capacidad Productiva (Bandejas)	150
Capacidad Productiva (m2)	23.1
Cosechas al año	24.3

COSTOS FIJOS

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Sub-Total	Vida Util (año)	Depreciacion (S/./M2/año)	Depreciacion (S/./M2/cosecha)
1.01	Invernadero	m2	20	S/. 471.15	S/.9,423.04	20	S/. 20.40	S/. 0.84
1.02	Modulos Forrajeros Automaticos de 50 Bandejas	Und.	3	S/. 1,822.03	S/.5,466.09	12	S/. 19.72	S/. 0.81
1.03	Balanza	Und.	1	S/. 127.12	S/. 127.12	5	S/. 1.10	S/. 0.05
1.04	Medidor de pH y CE	Und.	1	S/. 296.61	S/. 296.61	5	S/. 2.57	S/. 0.11
1.05	Equipamiento de invernadero	Global	1	S/. 315.26	S/. 315.26	3	S/. 4.55	S/. 0.19
	Total Costos Fijos							S/. 1.99

COSTOS VARIABLES

Item	Detalle	U.M.	Cantidad	Costo Unitario	Costo/M2
2.01	Semilla Cebada	Kg	3.25	S/. 1.27	S/. 4.13
2.02	Bioestimuante	Aplicación	2.00	S/. 1.60	S/. 3.20
2.03	Agua	L	33.09	S/. 0.0002	S/. 0.007
2.04	Sales para Solucion Hidroponica	Juego	0.03	S/. 15.30	S/. 0.51
2.05	Lejia	L	0.07	S/. 2.54	S/. 0.17
2.06	Mano de Obra	Jornal	0.1000	S/. 35.00	S/. 3.50
2.07	Energia Electrica	Global	1.00	S/. 0.07	S/. 0.07
	Sub Total Costos Variables				**S/. 11.58**
	Inprevistos (5%)				**S/. 0.58**
	Total Costos Variables				**S/. 12.16**

Costos Fijos Unitarios (m2)	**S/. 1.99**
Costos Variables Unitarios (m2)	**S/. 12.16**
Costos Totales	**S/. 14.15**
RENDIMIENTO (Kg FVH/Kg Semilla)	**5.868**
RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO Kg/m2	**30.81**
COSTO POR Kg de Forraje Fresco/m2	**S/. 0.46**
Rendimiento Anual (Kg/m2)	**749.64**
Rendimiento Anual (ton/Ha)*	**8658.3**

* Se considera que en 1 Ha de instalaciones hay un 15.5% mas de area productiva debido a que se usan estanterias