

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DE DOS VARIEDADES DE TRITICALE COMO FORRAJE VERDE
HIDROPÓNICO (F.V.H.) CON APLICACIÓN DE TRES NIVELES DEL TE DE
HUMUS EN AMBIENTE CONTROLADO**

Humberto Huanqui Céspedes

La Paz – Bolivia

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**EVALUACION DE DOS VARIETADES DE TRITICALE COMO FORRAJE VERDE
HIDROPONICO (F.V.H.) CON APLICACIÓN DE TRES NIVELES DEL TE DE
HUMUS EN AMBIENTE CONTROLADO**

Tesis de grado presentado como requisito

Parcial para optar el título de

Ingeniero agrónomo

HUMBERTO HUANQUI CESPEDES

Asesor:

Ph. D. José Yakov Arteaga Garcia

Ing. Willy Mamani Condori

Tribunal Revisor:

Ing. Eloy Hernán Huacani Rivera

Ing. Willams Alex Murillo Oporto

Ing. Marcelo Tarqui Delgado

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2021

DEDICATORIA

Dedicado a toda mi familia que siempre me han acompañado durante todo el trayecto, todo el fruto de este esfuerzo fue gracias por ese apoyo incondicional. Con todo mi respeto, humildad y cariño se los dedico a cada uno de ustedes.

*Mamá Felicidad Cespedes Lopez
(2.E.P.D.), papá Humberto
Huanqui Perez, a mi esposa Marylin
Aro Mamani, hijo Lionel dylan y
todos mis hermanos Leonel, Jimena,
Leticia, Delli, Susana, a mi suegra
Hilaria, gracias por todo su apoyo.*

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a Dios nuestro creador, a mis padres quienes me dieron la vida y quienes sin limitar se sacrificaron para darme salud educación y bien estar.

A mi esposa y mi hijo por darme ese apoyo incondicional que me asieron salir adelante, a todos mis hermanos

A la casa superior de estudios que es la facultad de agronomía UMSA, a todo el plantel docente que fueron parte de mi formación académico.

A mis asesores por hacer posible la realización de mi tesis, y a todos mis amigos.

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Índice general.....	III
Índice de anexos.....	VI
Índice de cuadros.....	VII
Índice de figuras	VIII
Resumen.....	IX
Summary.....	XI

INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCION.....	1
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Justificación.....	3
1.3.	Objetivos	4
1.3.1.	Objetivo general	4
1.3.2.	Objetivos específicos.....	4
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA.....	5
2.1.	Hidroponía	5
2.1.1.	Contaminaciones ambientales	6
2.1.2.	Historia	7
2.2.	El forraje verde hidropónico.....	8
2.2.1.	Ventajas.....	8
2.3.	Factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico	9
2.3.1.	La luz	9
2.3.2.	La Temperatura.....	10
2.3.3.	La Oxigenación.....	11
2.3.4.	Fertilización Carbónica	12
2.3.5.	Humedad Ambiental.....	12
2.4.	Componentes básicos para el establecimiento del cultivo	13

2.4.1.	Instalaciones.....	13
2.4.2.	El invernadero.....	13
2.4.3.	Estanterías.....	14
2.4.4.	Recipientes de cultivo o bandejas.....	14
2.4.5.	Sistema de riego.....	14
2.5.	Proceso de producción del forraje hidropónico.....	15
2.5.1.	Selección de la semilla.....	15
2.5.2.	Lavado y desinfección de la semilla.....	16
2.5.3.	Periodo de remojo y pre germinación de la semilla.....	16
2.5.3.1.	Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico.....	17
2.5.3.2.	La germinación.....	18
2.5.3.3.	Absorción del agua.....	18
2.5.3.4.	movilización de nutrientes.....	18
2.5.3.5.	Crecimiento.....	19
2.6.	Té de humus.....	19
2.6.1.	Acción del té de humus como abono foliar.....	20
2.6.2.	Acción del té de humus en la hidroponía.....	21
2.7.	Triticale.....	21
2.7.1.	Origen.....	21
2.7.2.	Importancia del cultivo.....	23
2.7.3.	Características.....	24
2.7.4.	Características entre variedades.....	25
3.	LOCALIZACION.....	26
3.1.	Ubicación geográfica.....	27
3.2.	Superficie del municipio.....	27
3.3.	Fisiografía.....	27
4.	MATERIALES Y METODOS.....	27
4.1.	Materiales.....	27
4.1.1.	Biológico.....	27
4.1.2.	De campo.....	28
4.1.3.	De gabinete.....	28
4.2.	Metodología.....	28
4.2.1.	Procedimiento experimental.....	28
4.2.2.	Selección y localización de la carpa solar.....	29
4.2.2.1.	Construcción.....	29
4.2.2.2.	Habilitación de la carpa solar.....	29
4.2.2.3.	Construcción del estante hidropónico de un solo nivel.....	30
4.2.2.4.	Bandejas hidropónicas.....	32
4.2.3.	Siembra.....	32
4.2.3.1.	Prueba preliminar.....	32
4.2.3.2.	Prueba de viabilidad.....	34
4.2.4.	Post siembra.....	36
4.2.4.1.	Selección de las especies para el FVH.....	36
4.2.4.2.	Selección de la semilla.....	36
4.2.4.3.	Desinfección y lavado de la semilla.....	36

4.2.4.4.	Dosis de siembra.....	37
4.2.4.5.	Proceso pre germinativo de la semilla	37
4.2.4.6.	Proceso de germinación.....	38
4.2.5.	Riego	39
4.2.5.1.	Riego con aplicación del té de humus de lombriz.....	40
4.2.6.	Cosecha	41
4.3.	Variables de respuesta	42
4.3.1.	Altura de la planta	42
4.3.2.	Rendimiento kg/m ²	42
4.3.3.	Análisis fisicoquímico del FVH	43
4.3.4.	Costos de producción.....	43
4.4.	Diseño experimental	43
4.4.1.	Croquis experimental.....	45
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	46
5.1.	Temperatura.....	46
5.2.	Altura de la planta (cm).....	47
5.3.	Rendimiento de materia verde (kg/m ²)	50
5.4.	Rendimiento de materia seca (kg/m ²).....	53
5.4.1.	Porcentaje de materia seca (%)	56
5.5.	Análisis fisicoquímico del FVH	57
5.6.	Análisis económico.....	58
5.6.1.	Egresos	58
5.6.2.	Ingresos	60
5.6.3.	Beneficio/Costo	60
6.	CONCLUSIONES.....	62
7.	RECOMENDACIONES.	63
8.	BIBLIOGRAFIA.....	64
9.	ANEXOS	72

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Analisis Bromatologico del Te de Humus	72
Anexo 2. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Renacer con Agua.....	73
Anexo 3. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Renacer con 10% de Te de Humus.....	74
Anexo 4. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Renacer con 20% de Te de Humus.....	75
Anexo 5. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Renacer con 30% de Te de Humus.....	76
Anexo 6. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Vertiente con Agua.....	77
Anexo 7. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Vertiente con 10% de Te de Humus.....	78
Anexo 8. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Vertiente con 20% de Te de Humus.....	79
Anexo 9. Analisis Fisicoquimico de la Variedad Vertiente con 30% de Te de Humus.....	80

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Rendimiento y Comportamiento Fenológico a Secano	25
Cuadro 2. Volumen, Frecuencia y Periodo de Riego.....	39
Cuadro 3. Preparacion de la Dosis Aplicada por Tratamiento	40
Cuadro 4. Volumen Total de Riego por Tratamiento y Variedad	41
Cuadro 5. Descripcion de la Combinacion de los Tratamiento en Estudio	44
Cuadro 6. Analisis de Varianza para la Altura de la Planta	47
Cuadro 7. Prueba de Comparacion de Medias Duncan de la Solucion de Riego (Altura de la Planta).....	48
Cuadro 8. Prueba de Comparacion de Medias Duncan de la Variedad (Altura de la Planta)	48
Cuadro 9. Prueba de Comparacion de Medias Duncan de la Interaccion (Altura de la Planta)	49
Cuadro 10. Analisis de Varianza para el Rendimiento de Materia Verde	50
Cuadro 11. Prueba de Comparacion de Medias Duncan de la Solucion de Riego (Rendimiento de Materia Verde)	51
Cuadro 12. Prueba de Comparacion de Medias Duncan de la Variedad (Rendimiento de Materia Verde)	52
Cuadro 13. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la interacción (rendimiento de materia verde)	52
Cuadro 14. Análisis de Varianza para el Rendimiento de Materia Seca	54
Cuadro 15. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la Solución de Riego (Rendimiento de Materia Seca).....	54
Cuadro 16. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la Variedad (Rendimiento de Materia Seca).....	54
Cuadro 17. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la Interacción (Rendimiento de Materia Seca).....	55
Cuadro 18. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la Interacción (Porcentaje de Materia Seca).....	56
Cuadro 19. Análisis Fisicoquímico.....	57

Cuadro 20. Costos Totales de los Egresos de los Tratamientos en Estudio ...	59
Cuadro 21. Costos Totales de los Ingresos de los Tratamientos en Estudio ..	60
Cuadro 22. Evaluación Económica Mediante el Indicador Beneficio/Costo de los Tratamientos en Estudio	61

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicacion Geografica	26
Figura 2. Limpieza, Revoque y Desinfección.....	30
Figura 3. Demarcación del Área y Construcción del Estante Hidropónico	30
Figura 4. Armado y Partes del Estante y la Desinfección	31
Figura 5. Canales de Desagüe	31
Figura 6. Marcación Longitudinal y Medidas de la Bandeja	32
Figura 7. Utilización de Malla Semisombra.....	33
Figura 8. Enfermedades Fungosas y Diferencias en la Altura de la Planta.....	34
Figura 9. Perforación de la Bandeja y Porcentaje de Desnivel.....	34
Figura 10. Prueba de Viabilidad	35
Figura 11. Método de Flotación	36
Figura 12. Peso de la Semilla.....	37
Figura 13. Bandeja Cubierta con Tela Tocuyo y el Embolsado de la Bandeja	38
Figura 14. Riego con Pulverizador	40
Figura 15. Muestra la Cosecha a la Izquierda y Derecha la Alimentación con FVH en los Terneros	42
Figura 16. Distribución del Diseño Experimental.....	45
Figura 17. Temperaturas Máximas, Medias y Mínimas	46

RESUMEN

El presente trabajo se realizó a 3.823 m.s.n.m., a 16°04'20" latitud sur y 68°69'29" longitud oeste de la localidad Achacachi provincia Omasuyos del departamento de La Paz Estado Plurinacional de Bolivia, con el objetivo de evaluar el rendimiento del Triticale (Triticosecale Wittm. ex. A. Camus) en la variedad de renacer y vertiente con aplicación de tres niveles del té de humus de lombriz en un sistema de producción de FVH con ambiente controlado.

Para encontrar las respuestas a mi objetivo se trabajó primeramente con la medición de las variedades de renacer y vertiente en la altura de la planta, peso de materia verde, peso de materia seca, análisis bromatológico y análisis económico los cuales fueron utilizados como datos estadísticos de la investigación que nos llevó a adoptar un diseño experimental con arreglo bi factorial combinatorio en bloques al azar por existir condiciones homogéneas dentro el ambiente controlado, el diseño experimental se distribuyó de la siguiente manera:

Se utilizó 4 bloques cada uno con 8 tratamientos y 3 niveles de aplicación del té de humus de lombriz con 10%,20%, 30% y el testigo que fue agua pura, en las dos variedades en estudio de renacer y vertiente.

Tomando en cuenta los parámetros utilizados en la investigación nos dio como resultado lo siguiente, el rendimiento en altura, materia verde y materia seca fue mayor en la variedad renacer con la aplicación del 20% de té de humus de lombriz obteniendo una altura promedio de 18,3 cm, materia verde 13,63 kg/m² y la materia seca fue de 5,63 kg/m² o 40,56 % y el de menor rendimiento fue de la variedad vertiente con agua pura obtuvo una altura de 12,42 cm en promedio, materia verde 9,75 kg/m² y la materia seca fue de 1.75 kg/m² o 10,7% . Con un beneficio/costo para la variedad renacer con 20 % de té de humus de lombriz obtiene 1,24 Bs con una ganancia de 0,24 Bs en cambio la variedad vertiente al utilizar agua pura su relación B/C es de 0,91 Bs sin tener nada de ganancia, es mas no recupera lo invertido

Con respecto a la calidad nutricional, la cantidad de energía, proteína, grasa, carbohidratos y ceniza se vio influenciada por la variedad vertiente con solo agua pura obtiene los mayores resultados de 61kcal, 3,16g, 2,05g, 7,66g y 0,55g en 100g de forraje y el de menor resultado fue la variedad renacer con 30 % de aplicación del té de humus de lombriz obtiene valores de 30kcal en energía, proteína 2,22g, grasa 0,2g, carbohidrato 4,85g y ceniza con 0,42g por cada 100g de forraje.

SUMMARY

The present work was carried out at 3,823 meters above sea level, at 16°04'20" latitude south and 68°69'29" west longitude of the town Achacachi, Omasuyos province, department of La Paz, Plurinational State of Bolivia, with the objective of evaluating the performance of Triticale (*Triticosecale* Wittm. Ex. A. Camus) in the reborn variety and slope with application of three levels of the worm castings tea in a FVH production system with controlled environment.

To find the answers to my objective, we worked first with the measurement of the varieties of rebirth and slope in the height of the plant, weight of green matter, weight of dry matter, bromatological analysis and economic analysis which were used as statistical data of The research that led us to adopt an experimental design with a bi-factorial combinatorial arrangement in random blocks due to the existence of homogeneous conditions within the controlled environment, the experimental design was distributed as follows:

4 blocks were used each with 8 treatments and 3 levels of application of worm humus tea with 10%, 20%, 30% and the control that was pure water, in the two varieties under study of rebirth and slope.

Taking into account the parameters used in the research gave us the following result, the yield in height, green matter and dry matter was higher in the renacer variety with the application of 20% of worm humus tea, obtaining an average height of 18 , 3 cm, green matter 13.63 kg / m² and the dry matter was 5,63 kg/m² or 40.56% and the one with the lowest yield was of the slope variety with pure water obtained a height of 12.42 cm on average, green matter 9, 75 kg / m² and the dry matter was 1,75 kg/m² or 10.7%. With a benefit / cost for the reborn variety with 20% worm humus tea, it obtains 1.24 Bs with a gain of 0.24 Bs, on the other hand, the slope variety when using pure water, its B / C ratio is 0.91 Bs without having any profit, it is but does not recover the invested.

With regard to nutritional quality, the amount of energy, protein, fat, carbohydrates and ash was influenced by the variety, with only pure water obtaining the highest results of 61kcal, 3.16g, 2.05g, 7.66g and 0 , 55g in 100g of forage and the one

with the lowest result was the renacer variety with 30% application of worm humus tea, obtaining values of 30kcal in energy, protein 2.22g, fat 0.2g, carbohydrate 4.85g and ash with 0.42g per 100g of forage.

1. INTRODUCCION

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) son derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante, la (FAO, 2001).

El forraje verde hidropónico es un tipo de pasto que sirve para la alimentación de animales como cuyes, vacuno, ovinos y otros herbívoros. Su producción es el resultado de la germinación de granos sobre bandejas o mantas plásticas, que se da luego de proveer a la semillas las condiciones adecuadas como humedad, temperatura, periodos de oscuridad y de luz tenue que hacen que las semillas inicien su desarrollo y crecimiento. El proceso toma entre 18 a 25 días, dependiendo de la temperatura ambiental, tomando en cuenta que el autor de esta edición realizó su investigación a 3,800 metros de altitud por (Alvarez, 2012).

El (INIA, 2016), recomienda al FVH, como una técnica sencilla, dinámica y rápida de producir, para la agricultura familiar campesina en periodos de escasez hídrica, pueden llegar a producir una fuente importante de alimentación para sus animales, y a un bajo costo.

La localidad de Achacachi presenta problemas de escasez de alimento para sus ganados debido a diferentes factores que principalmente son: límites territoriales, cambio climático, el poco conocimiento de alternativas de producción y otros.

Considerando lo señalado en los párrafos anteriores se planteó evaluar dos variedades de triticale (*Triticosecale Wittm. ex. A. Camus*) como forraje verde hidropónico con la aplicación de tres niveles del té de humus en ambiente controlado, con la finalidad de plantear como alternativas de producción en alimentación para animales domésticos según los resultados que se obtendrán en la presente investigación, ya que estos productos nos ayudaran a paliar los diferentes factores que afectan su desarrollo productivo social y económico.

1.1. Antecedentes

La investigación realizada por (cantuta, 2015), en la ciudad de la paz sobre el efecto de abono orgánico líquido en la producción de forraje verde hidropónico de cebada, referente a la evaluación de la variable altura de planta de FVH se observó una diferencia significativa entre variedades, donde la variedad de cebada IBTA-80, presento un mayor alcance de altura en las distintas dosis de humus lixiviado con un promedio de 15.34 cm superando a la variedad criolla con un promedio de 14.50 cm.

En el caso de longitud de raíz no existen diferencias significativas, lo que nos indica que el humus lixiviado no influyo significativamente en ambas variedades de cebada IBTA-80 y criolla, al igual que en la variable de rendimiento en materia verde y en cuanto al rendimiento en materia seca se destaca la variedad criolla con 20 ml de lixiviado de humus en 1Lt. de agua se ha obtenido 3kg/m².

Tito (2016), Según los resultados obtenidos en el estudio de la producción de forraje verde hidropónico del maíz (*Zea mays L.*) con abono orgánico líquido, lo cual fue realizado en la ciudad de la paz zona Bajo Pampahasi, determino que la producción de forraje verde hidropónico es una excelente alternativa en los periodos críticos de sequía, por otra parte si los aplicamos con abonos orgánicos ya que son ricos en macro y micronutrientes y son económicos y fáciles de preparar sin dañar el ecosistema.

El FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de diversas especies animales, entre ellas, ganado de leche y de carne, cerdos, gallinas, caballos y conejos. La utilización de forraje verde hidropónico por cosecharse en áreas reducidas aprovechando el espacio vertical, permite liberar terrenos en la propiedad para otro tipo de actividades, (programa cuenca Poopó, 2015).

El estudio realizado por (Chambi, 2005), en el municipio de Achacachi registró cosecha a secano del cultivo forrajero triticales de la variedad renacer a los 139 días con un rendimiento de materia seca de 3,93 ton MS/ha y un valor nutritivo de

proteína cruda de 4,86%, carbohidratos 20,96%, fibra 6.85%, ceniza 1,64%; lo que representa a un B/C de 1,38 Bs. Para chambi la presencia de enfermedades fue sin duda un factor que limito el rendimiento de los cultivares.

1.2. Justificación

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) se justifica en aquellas regiones en donde el agua y la tierra son escasas para la siembra de una pradera. En la mayoría de las regiones del altiplano y el chaco Boliviano tienen por lo general cambios bruscos en temperaturas y climatología, la producción de FVH, se presenta como una alternativa viable ya que el sistema de producción puede ser una forma sencilla y rustica aprovechando bodegas, cuartos o construcciones sin uso, hasta las más sofisticadas, usando invernaderos atemperados en forma automatizado (programa cuenca Poopó, 2015).

Barrientos, citado por (Chambi, 2005), en los meses de septiembre, octubre y noviembre existe déficit hídrico, aunque en los meses anteriores se registraron mayores precipitaciones pero debido a la temperatura del medio, intensa radiación solar y fuertes vientos aceleran la evapotranspiración.

El PDM del municipio de (Achacachi, 2014-2018), se ha identificado 3 pisos ecológicos que son: puna alta, altiplano y rivera lacustre.

En el ecosistema altiplánico donde se realizó la investigación, está caracterizada por desarrollar plenamente la actividad agrícola y especies forrajeras, favoreciendo asimismo la actividad pecuaria, especialmente en la crianza de ganado lechero. La temperatura difiere particularmente por su topografía accidentada con una máxima de 21,2°C, media 7,1°C y mínima de -14,4°C; la temporada de lluvias se presenta en los meses de diciembre a febrero y en ciertas ocasiones se extiende hasta abril esta precipitación tardía es perjudicial para algunos cultivos y en los meses de mayo a septiembre se hace notorio la disminución de lluvia, la evapotranspiración es mayor de octubre a diciembre lo

cual indica que existe déficit hídrico en los cultivos por lo tanto el abastecimiento de agua tiene que ser complementada con irrigación.

Los recursos hídricos del municipio son permanentes e intermitentes que provienen de los ríos Keka y Huana, además de ostentar lagunas con aguas de los deshilos de la cordillera.

Considerando lo señalado en los párrafos anteriores se identificó los problemas que atraviesa el municipio de Achacachi en la producción agropecuaria, a causa de los factores ambientales, plagas y enfermedades. Situación que nos obliga a adoptar estrategias efectivas de manera que mejore o aumente la producción de los cultivos.

Por lo que se evaluó dos variedades forrajeras de Triticale (Renacer y Vertiente) en un sistema de producción hidropónico, que se presentó como una alternativa de producción de alimentos para animales domésticos, ya que ayudara a apaliar los problemas agroambientales que sufre la región dentro la cadena productiva agropecuaria y ganadera según los resultados obtenidos en la investigación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento de dos variedades de Triticale (*Triticosecale wittm. ex. A. camus*) con la aplicación de tres niveles del té de humus de lombriz en un sistema de producción de forraje verde hidropónico con ambiente controlado de la localidad de Achacachi.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar el nivel óptimo del té de humus en función a las variables de respuesta.
- Evaluar la producción de las dos variedades de Triticale.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Hidroponía

Beltrano y Gimenez (2015), indican que la hidroponía es una técnica que permite cultivar en pequeñas o grandes escalas, sin la necesidad de suelo como sustrato, a la cual se debe incorporar los nutrientes que la planta necesita para crecer a través del riego mediante soluciones nutritivas se puede efectivizar el cultivo.

Ortiz, et al. (2009), señalan que las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua, las cuales contienen todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta, por otra parte pueden crecer en una solución mineral únicamente, o bien, en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita.

Alves, et al. (2011), Manifiestan que los investigadores en fisiología vegetal descubrieron en el siglo XIX que las plantas absorben los minerales esenciales por medio de iones inorgánicos disueltos en el agua, pero en condiciones naturales, el suelo actúa como reserva de nutrientes minerales, pero el suelo no es esencial para que la planta crezca, por esta razón cuando los nutrientes minerales de la tierra se disuelven en agua, las raíces de la planta son capaces de absorberlos.

Paulus, et al. (2010), mencionan que hoy en día esta actividad está tomando mucho auge en los países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas, combinando la hidroponía con un buen manejo de invernadero se llegan a obtener rendimientos muy superiores a los que se obtienen en cultivos a cielo abierto.

Del Moreno, et al. (2011), asevera que la hidroponía es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para producir vegetales de rápido crecimiento y generalmente ricos en elementos nutritivos, pudiendo con esta técnica de agricultura a pequeña escala utilizarla con los recursos que las personas tienen a la mano, como materiales de desecho, espacios sin utilizar, tiempo libre.

Sánchez, et al. (2014), Se puede decir que la hidroponía o cultivo sin suelo, ha conseguido estándares comerciales y que algunos alimentos, plantas ornamentales y plantas de tabaco se hacen de esta manera; esto ocurre por diversas razones que tienen que ver con la falta de suelos adecuados; por suelos contaminados por microorganismos que producen enfermedades a las plantas o por usar aguas subterráneas que degradaron la calidad de esos suelos.

Dias, et al. (2011), mencionan que la clasificación de los cultivos hidropónicos ha evolucionado más recientemente hacia formas abiertas o cerradas dependiendo de si vuelcan el efluente o reutilizan la solución nutritiva como forma de protección ambiental y una mayor economía en su utilización.

2.1.1. Contaminaciones ambientales

Ronzón, et al. (2012), señala que el cultivo sin suelo es justamente un conjunto de técnicas recomendables cuando no hay suelos con aptitudes agrícolas disponibles, debido al cansancio por factores como alta carga de patógenos, cultivos repetidos y la acumulación de iones que conllevan alcalinidad y la elevación del tenor de sodio, las cuales ha incitado a varios productores a realizar cultivos hidropónicos o sin suelo, sin tener en cuenta componentes ambientales desfavorables que acompañan este tipo de cultivos.

Ortega, et al. (2016), indica que los cultivos hidropónicos o sin suelo demandan mucha atención debido de que se realiza con el líquido efluente, por lo que las soluciones nutritivas son contaminantes del ambiente, pues tienen nitratos, nitritos, fosfatos, iones metálicos como cobre, manganeso, molibdeno y otros, debido a esto los métodos de cultivo sin suelo se hacen en medios generalmente de baja CIC (capacidad de intercambio catódico) y poca capacidad buffer para retener los iones que las raíces de las plantas no usan en el momento.

Theilig (2016), manifiesta que en cultivos comerciales se hace necesario seguir normas ambientales amigables con el ambiente y utilizar métodos de recirculación de las soluciones volviéndolas al cultivo tras equilibrarlas y desinfectarlas o

buscándoles un lugar de descarga que evite la llegada de los nutrientes efluentes al suelo, cursos de agua y a los acuíferos.

Doria (2010), menciona que la hidroponía es un sistema de producción agrícola que se emplea con éxito en condiciones ambientales diversas, debido a esto la posibilidad de cosechar plantas sin tierra fue considerada en la segunda mitad del siglo pasado; en la actualidad es uno de los sistemas más empleados en países del primer mundo.

2.1.2. Historia

Díaz (2010), asevera que la palabra Hidroponía deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua.

El mismo autor indica que la hidroponía no es una técnica moderna, sino una técnica ancestral, ya que en la antigüedad hubo culturas y civilizaciones que la usaron como medio de subsistencia, existen diversos ejemplos como los Jardines Colgantes de Babilonia eran hidropónicos porque se alimentaban de agua que fluía por unos canales, pero en China, India, Egipto, también la cultura Maya la utilizaba, y hoy en día tenemos como referencia a una tribu asentada en el lago Titicaca; es igualmente utilizada comercialmente, desarrollándose a niveles muy elevados, en países con limitaciones serias de suelo y agua.

Vázquez, et al. (2009), señalan que hoy en día las naves espaciales viajan seis meses o un año. Los tripulantes durante ese tiempo comen productos vegetales cultivados por medio de la hidroponía, en el espacio.

Beltrano (2010), menciona que muchos de los métodos hidropónicos actuales emplean algún tipo de sustrato como grava, arena, piedra pómez, aserrines, arcillas expansivas, carbones, cascarilla de arroz, y otros, a los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de la planta.

Según Vargas (2010), el crecimiento de plantas sin tierra, su desarrollo se debe a los hallazgos de experimentos llevados a cabo para determinar qué sustancias hacen crecer las plantas y su composición, donde el proceso hidropónico que causa el crecimiento de plantas en nuestros océanos data aproximadamente desde el tiempo que la tierra fue creada.

2.2. El forraje verde hidropónico

López, et al. (2009), exponen que es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida, manifiesta también que son cultivos sin suelo, el cual es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes (el alimento) que necesita la planta para vivir y producir son entregados en el riego.

Herrera (2010), indica que en un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como por ejemplo tenemos a las hortalizas, las flores, los pastos para forraje, plantas ornamentales, los condimentos, plantas medicinales y hasta cactus.

Salas (2010), menciona que el Forraje Verde Hidropónico es el resultado de un proceso de germinación de granos, como la cebada, trigo, avena, maíz y otros, el cual se desarrolla en un período de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva.

2.2.1. Ventajas

Romero et al. (2009), señala que las siguientes ventajas del forraje hidropónico son:

- Es totalmente diferente a los alimentos tradicionales para los animales como los pastos, alfalfas, tréboles, henos, ya que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, que constituyen una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteínas.
- Su aspecto, color, sabor y textura le confieren gran palatabilidad, a la vez que

aumenta la asimilación de otros alimentos por parte del animal.

- El uso de FVH puede evitar la necesidad de vitaminas sintéticas y cualquier otro suplemento nutritivo, ya que todas las vitaminas se presentan libres y solubles, lo que no ocurre con el grano seco.
- Eficiencia en el uso de espacio y mayor producción de forraje, puesto que el sistema de producción de FVH puede ser instalado en módulos y cada kilogramo de semilla produce de 7 a 9 kilogramos de FVH.
- Eficiencia en el tiempo de producción, ya que la cosecha se realiza 10 a 15 días.
- Ahorro de agua, puesto que utilizan la quinta parte de agua que la de un cultivo convencional.
- Inocuidad, representa un forraje limpio sin la presencia de hongos e insectos.
- Con el uso de FVH se han obtenido excelentes resultados en la alimentación de vacunos, porcinos, caprinos y conejos.

2.3. Factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico

2.3.1. La luz

Rivera, et al. (2010), indica que la luz es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que necesitan para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción, pero Torres y Karina (2012) aseveran que cuando carece de luz, las hojas palidecen y se tornan quebradizas, se detiene su crecimiento y pueden morir, le llama fototropismo a la capacidad que tiene la planta para orientar sus hojas y dirigir su crecimiento hacia la fuente de luz, es por esta razón que la luz directa es la energía que en forma de rayos solares cae directamente libre las plantas.

Juárez, et al. (2013), Indica que la luz indirecta, es cuando los rayos de energía no llegan directamente a la planta, sino que solo llega a ella la luminosidad que produce estos rayos, que pueden ser del sol o de luz artificial, este tipo de luz se llama luz media, y conforme los rayos se alejan, la luminosidad se va debilitando, pero esta luz se llama luz débil, y a medida que esto ocurre sirve menos a cierto tipo de plantas, aunque para otras es excelente. Maldonado, et al. (2013), Manifiestan que la luz filtrada es aquella que llega a los cultivos a través de paredes translúcidas, cuando es a través de un vidrio, esto no permite el paso de los rayos ultravioletas, pero si el paso de los rayos infrarrojos, lo que produce una luz desbalanceada (lo que no quiere decir que tal tipo de luz no sirva para nuestro propósito).

El mismo autor indica que las plantas necesitan, como término medio, de 9 a 12 horas de luz diariamente, pero al igual que los seres humanos, requieren de un período de descanso letargo por la noche, sin embargo, cuando se pretende acelerar un cultivo, se les debe proveer durante las horas nocturnas de una buena iluminación continua, pero en los espacios para cultivos se recomienda utilizar colores claros, pues los colores oscuros absorben la luz, también el color blanco, en especial, produce luz intensa, pues la refleja toda.

Gómez (2012), indica que la colocación de las lámparas fluorescentes se aconseja a una distancia de 40 cm aproximadamente de la planta, cuando son de 15 a 25 voltios, pero en caso de que se usen tubos de 100 voltios, se debe colocarlas a unos 60 cm; y si la lámpara es de 250 voltios, no se deberá poner a menos de 75 cm de distancia. Mientras que cuando se utilicen lámparas de luz mercurial de 250 voltios, la distancia habrá de ser de 1,2 a 1,5 metros, pero en los cultivos de follaje, aunque sea abundante, necesitan de 10 a 12 horas de luz de día o artificial.

2.3.2. La Temperatura

Rivera, et al. (2010), señalan que la temperatura incide de forma definitiva en la vida de las plantas; aunque estas según su clase y variedad, presentan

diferentes requerimientos de calor. Generalmente las plantas se desarrollan bien entre los 18 y 24°C, temperatura que coincide con la del ambiente que suelen guardar las habitaciones de las casas. Juárez, et al. (2013), Manifiestan que las plantas resisten los cambios de temperatura solo si son mínimos; si estos son bruscos pueden dañarse seriamente, se considera alteraciones bruscas cuando hablamos de 8 a 10°C de diferencia respecto de su temperatura habitual, aunque las plantas que se encuentran permanentemente en temperaturas bajas, soportan mejor el frío, pero la mayoría de las plantas, sin embargo resisten más el calor.

Maldonado, et al. (2013), aseveran que las temperaturas extremas afectan el rango de adaptación y la distribución de las especies, debe ser lo más constante posible; un exceso de temperatura puede causar hongos y una temperatura baja retarda el crecimiento.

2.3.3. La Oxigenación

Saavedra (2018), explica que a través de la oxigenación la función de transportar nutrientes y acumular elementos dentro de su sistema celular, donde el oxígeno al oxidar los minerales, se convierte en el catalizador para generar la energía metabólica mediante su sistema de respiración radicular. Gomez, (2012), determina que para su correcto funcionamiento, las raíces dependen fundamentalmente de una óptima oferta de oxígeno, pues de lo contrario, aunque se les aporta los nutrientes adecuados, se tendrá un cultivo precario o en casos más graves podrán morir las raíces en una palabra necesitan respirar.

Para Rivera, et al. (2010), la técnica hidropónica de forrajes, una forma natural sería colocar cerca del sistema de riego un "paso bruto" o cascada de la solución nutritiva, para que al caer, provoque su oxigenación, pero esta velocidad de caída no debe llegar al contenedor, pues la velocidad de circulación para alimentación de las plantas debe ser lenta, también puedes usar un tubo a lo largo de tu contenedor, con perforaciones de 2 mm de diámetro y distanciadas unas de otras a 20 cm aproximadamente y con una presión mínima de 4 y 5 kg,

pero de la misma manera se logra buena oxigenación a nivel doméstico, si se usa una bomba pequeña de las que se emplean en los acuarios, pero a nivel mediano y comercial se recomienda utilizar una bomba de recirculación en el tanque mismo, que además de proporcionar una perfecta oxigenación, no permite la sedimentación y contribuye a evitar la creación de algas.

2.3.4. Fertilización Carbónica

Torres y Karina (2012), expresan que es indispensable una buena aireación para obtener el intercambio gaseoso, ya que de acuerdo con el sitio en que se vaya a construir el invernadero, hay que tener en cuenta estos factores para adoptar los correctivos necesarios. Gomez (2012), muestra que el contenido natural de CO₂ en el ambiente del invernadero suele ser en muchas ocasiones insuficiente para alcanzar una elevada asimilación y crecimiento, ocurre esto principalmente en las plantas con mucho follaje y de rápido crecimiento.

2.3.5. Humedad Ambiental

Rivera, et al. (2010), declaran que es de gran importancia para procurar condiciones de asimilación adecuadas, ya que ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan las hojas, debe haber una humedad cercana al 100% para asegurar un adecuado desarrollo del sistema radicular, pero las radículas de las plantas jóvenes son incapaces de crecer en ambiente secos, debido a que el cultivo de FVH es un cultivo a raíz desnuda, es decir sin sustrato, se deberá realizar en una ambiente con una alta humedad relativa, por encima del 85%, por ello esta humedad se consigue con la frecuencia de los riegos y de la evapotranspiración de las plantas.

Mora (2009), revela que para adecuar la condiciones de asimilación es de gran importancia el sostenimiento de una humedad ambiente suficiente, puesto que esta ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan los estomas, pero en el caso de no existir suficiente humedad ambiente no sería posible la absorción de CO₂, y por lo tanto no tendría lugar la asimilación.

2.4. Componentes básicos para el establecimiento del cultivo

2.4.1. Instalaciones

Para palomino (2008), la localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la producción de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal y que exista déficit nutricional debido a las condiciones agro meteorológicas desfavorables para la producción normal del forraje o suelos malos y empobrecidos.

Para iniciar la construcción se debe nivelar bien el suelo, sitios protegidos de vientos fuertes, disponibilidad de agua de calidad aceptable para el cultivo y fácil acceso a la energía eléctrica. Palomino (2008), también menciona que existe un amplio rango de posibilidades para las instalaciones, desde construcciones simples hechas artesanalmente de palos y plástico, hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se usa la mano de obra para la posterior producción de FVH.

2.4.2. El invernadero

Ortiz, et al. (2009), enseña que el invernadero deberá construirse de acuerdo con la cantidad de forraje que se quiera producir diariamente, dejando un margen de seguridad. Se sabe que 4 m² son suficientes para producir 15 kg por día de forraje.

Para López, et al. (2011), la ubicación debe estar cerca al establo, para facilitar el suministro de forraje a los animales, su manejo, control y supervisión constante, también dependerá de la funcionalidad de las instalaciones de agua y luz.

Gavilán (2015), señala que el piso, es preferible que sea de concreto, ya que por la frecuencia de riegos y alta humedad relativa es más funcional para evitar encharcamientos, proliferación de hongos y enfermedades, es ideal para un correcto manejo sanitario de la explotación.

2.4.3. Estanterías

Gomez (2012), determina que la estantería para soportar las bandejas en que se va a cultivar el forraje, puede ser de madera, metal, PVC, con una altura que ofrezca comodidad en las diferentes labores del cultivo, donde debe tener pendiente longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos.

Alfaro y Morales (2011), indican que se debe construir módulos de 4 a 6 niveles, separados entre sí por calles de 1 m. para facilitar las labores de siembra, cosecha y aseo. Los niveles van separados entre sí cada 50 cm y el primer nivel dista 30 cm del suelo, cada nivel debe tener una pendiente del 10% para drenar la solución sobrante de las bandejas.

Torres (2013), asevera que la estructura donde crecen es simple, bandeja de plástico negro, que deben estar colocadas con una pequeña inclinación, para evitar que el agua se encharque y se formen hongos.

2.4.4. Recipientes de cultivo o bandejas

Gavilán (2015), declara que los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, puede ser de diferentes materiales, como asbesto-cemento, lámina galvanizada, fibra de vidrio, material plástico o formaletas de madera cubiertas de polietileno. Sus medidas varían de 40 a 60 cm de ancho y 80 a 120 cm de largo, profundidad es de 2 a 5 cm.

2.4.5. Sistema de riego

López, et al. (2009), manifiestan que existen varios sistemas para proporcionar a la planta la humedad y alimento que requiere para una producción óptima, debido a que en la técnica de cultivo hidropónico, describiremos las formas más fáciles, usuales y económicas de hacerlo, donde los sistemas más usuales son:

- Riego por aspersión superficial
- Riego por goteo

- Riego por subirrigación
- Riego por capilaridad

Romero, et al. (2009), determinan que el riego por aspersion superficial es recomendable para instalaciones domésticas, o cuando no se dispone de bombas eléctricas o de gasolina, y se prefiere el riego manual, para irrigar, se puede utilizar una regadera manual o algún otro recipiente que la sustituya, en este sistema se puede o no reciclar la solución nutritiva, si ha si lo deseará bastará con colocar un recipiente debajo del tubo o agujero de desagüe del contenedor, y para regar, se puede emplear una regadera manual o algún utensilio que suplante a esta. Juárez, et al. (2013), manifiestan que es muy importante que al recoger la solución nutritiva, se tape de inmediato protegiéndola de los rayos del sol para ser usada el día siguiente, cuando se vaya agregando la cantidad de agua natural que va mermando, puesto que las plantas consumen más agua que nutrientes.

Gavilán (2015), determina que el riego debe hacerse por la mañana, entre las 6 y las 10 a.m. o por la tarde, entre las 5 y las 7 p.m., esto es porque si se riega el cultivo cuando la temperatura ambiente es muy elevada, se corre el riesgo de que las plantas se quemen, pues ya se sabe que cuando hace mucho calor, el proceso de evaporación es más intenso. Fuentes et al. (2011), Señalan que el riego de la bandeja de crecimiento FVH debe realizarse solo a través de micro aspersores, nebulizadores, y hasta con una sencilla pulverizadora o mochila, también el riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente excesos de agua que estimulan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo.

2.5. Proceso de producción del forraje hidropónico

2.5.1. Selección de la semilla

Salas, et al. (2010), declara que se debe seleccionar cuidadosamente la semilla, atendiendo a que los granos estén en buen estado (ni rotos, ni maltratados) y,

particularmente, a que no hayan sido tratados con pesticidas o productos tóxicos. El mismo autor manifiesta que la humedad de la semilla debe estar en un 12% y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica.

2.5.2. Lavado y desinfección de la semilla

López, et al. (2009), deduce que el grano se inunda en el tanque o recipiente, con el fin de retirar todo el material que flote, como lanas, basuras, granos partidos y cualquier otro tipo de impurezas.

Juárez, et al. (2013), exterioriza que las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % (diluyendo 10 mililitros de hipoclorito de sodio por cada litro de agua), por otra parte el lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias, también el tiempo que dejamos las semillas en la solución de hipoclorito no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos, pero el dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas, finalizado el lavado procederemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.

2.5.3. Periodo de remojo y pre germinación de la semilla

Juárez, et al. (2013), considera que como en cualquier cultivo cuya producción se pretende acelerar, después de lavar la semilla con agua limpia natural, se mantendrá en remojo durante 5 a 10 horas en un recipiente con agua tibia (entre 21°C y 25 °C), a continuación se sacan y se colocan en una caja o contenedor, en el cual se iniciará la actividad enzimática dentro de la semilla y una vez que hayan despuntado los brotes (al cuarto día aproximadamente), se colocaran en charolas de 50 a 80 cm.

Torres y Karina (2012), revelan que esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un periodo no mayor a las 24 horas, para lograr una completa inhibición, donde este

tiempo lo dividiremos a su vez en dos periodos de 12 horas cada uno, y a las 12 horas de estar las semillas sumergidas procedemos a sacarlas y orearlas durante una hora, finalmente realizarles el último oreado, mediante este fácil proceso estamos induciendo la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando a su embrión, 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.

Gomez (2012), señala que realizados los pasos previos se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción, para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre germinadas, la cual no deberá sobrepasar los 1,5 cm. de altura o espesor, luego de la siembra se coloca por encima de las semillas una capa de papel periódico el cual también se moja, posteriormente tapamos todo con un plástico negro recordando que las semillas deben estar en semi-oscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación, pero una vez detectada la brotación completa de las semillas retiramos el plástico negro y el papel.

2.5.3.1. Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico

Rivera, et al. (2010), señalan que el embrión de la futura planta, despierta de su vida latente provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol (fotosíntesis) y absorber elementos minerales de la solución nutritiva, ya que la germinación se inicia desde el momento en que se somete a imbibición o hidratación, donde las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas y posteriormente, se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación para la semilla de un cultivo.

2.5.3.2. La germinación

López, et al. (2009), revelan que es el conjunto de cambios que experimenta la semilla. Durante este período el embrión rompe la cutícula de la semilla y emerge la radícula. Pero rivera, et al. (2010), determinan que las semillas poseen sustancias que inhiben la germinación y que durante el remojo quedan disueltas en el agua pudiendo ser extraídas; entonces conviene cambiar el agua repetidas veces, también se indica que el tiempo de germinación varía entre 24 y 48 horas, que es cuando el grano alcanzado estructuras radiculares notorias, formando de tres a cuatro raicillas, este se puede considerar que el proceso de germinación ha terminado cuando los cotiledones han salido del tegumento de la semilla.

Maldonado, et al. (2013), Manifiestan que el proceso de germinación las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas, donde posteriormente se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación en el que podemos diferenciar tres fases importantes que son: absorción del agua, movilización de nutrientes y crecimiento y diferenciación.

2.5.3.3. Absorción del agua

Juárez, et al. (2013), menciona que durante la fase de absorción de agua se inicia la actividad vital de la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno, y una vez unidos estos factores la semilla va aumentando de volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle.

2.5.3.4. movilización de nutrientes

Ordoñez y Dolores (2011), determinan que en la fase de movilización de nutrientes los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume

sus reservas, el alimento almacenado en ellos es digerido por la acción del agua, se descompone mediante la respiración, o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras.

Valoy, et al. (2012), indican que los alimentos almacenados en los cotiledones generalmente se encuentran en cantidades suficientes para sostener el crecimiento de las plántulas hasta cuando éstas puedan empezar a fabricar su propio alimento.

2.5.3.5. Crecimiento

Maldonado, et al. (2013), Definen el crecimiento como la síntesis del material vegetal (biomasa), que normalmente viene acompañada de un cambio de forma y un aumento irreversible de la masa del organismo, aumento de la longitud o de los diámetros del cuerpo del vegetal y su aumento en peso, el crecimiento de las diferentes partes de la planta suele determinarse por la altura, el área foliar o el peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida.

Herrera, et al. (2010), determinan que la diferenciación es el proceso mediante el cual se forman y reproducen las diferentes clases de células, debido a que en una planta el crecimiento y diferenciación transcurren paralelamente y por eso parecería tratarse de un solo proceso que llamamos desarrollo, pero una vez que han aparecido las raicillas y las primeras hojas, la planta está capacitada para realizar la fotosíntesis, motivo por el cual se debe exponer a condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrientes.

2.6. Té de humus

El té de humus es una difusión líquida de una rica composta siendo un abono muy potente para la alimentación de cualquier tipo de planta, con el proceso de “extraer” los minerales y microorganismos que están en el humus de la composta se produce un líquido de manera 100% natural, orgánico y además rico en minerales y así se hacen disponibles para las plantas (García, 2013).

2.6.1. Acción del té de humus como abono foliar

Toapanta (2016), muestra que los nutrientes se absorben directamente a través de las hojas de la planta ellos se abren camino por las raíces, pero también estimulan la actividad en las hojas, que a su vez estimula el desarrollo de raíces, ya que la planta comienza a exigir más agua.

Dorado (2017), menciona que el humus de lombriz sólido puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo a lo que se denomina comúnmente como “humus líquido” que al ser aplicado foliarmente actúa como estimulador del crecimiento, además de proveer al cultivo de algunos de los principales nutrientes solubles en el mismo.

El té de composta se ha utilizado en la agricultura con dos objetivos preferentes, la adición de nutrientes y la supresión de enfermedades fundamentalmente para inhibir el crecimiento de hongos. Puede ser aplicado al suelo por medio de sistemas de goteos continuos o irrigación por inundación para aumentar del desarrollo radicular. También vía foliar, con equipos aspersores convencionales de alta precisión en las primeras horas de la mañana o al final de la tarde. Comparando el té de composta con la composta sólida, este da un control de patógenos inmediato, pero de corto plazo en las superficies tratadas; por el contrario, los compost sólidos aplicados al suelo actúan más lento por un largo periodo de tiempo (Donoso y Fernando, 2012).

Dorado (2017), menciona que las terminologías que se aplica a los lixiviados, extractos y té de compost, es a veces confusa, por lo que vale la pena precisar lo siguiente:

Lixiviados de compost, se obtienen directamente de las pilas de compostaje, son ricos en sustancias nutritivas y contienen abundantes microorganismos.

Extractos de compost, proviene de la mezcla fermentada que se obtiene al colocar en un saco o bolsa el material de compost y llevarlo a un recipiente con

agua durante un periodo de 7 a 14 días. El primer beneficio es como fertilizante líquido.

Té de compost, es una técnica moderna, donde se coloca material maduro de compost en agua y se recoge un extracto fermentado, por lo general es alimentado con una fuente energética (melaza), que permite un mayor crecimiento de microorganismos.

2.6.2. Acción del té de humus en la hidroponía

El humus de lombriz es considerado el abono orgánico con mejor potencial de la utilización, ya que se produce fácilmente en bajos costos. Ollo (2014), informa que la utilización de abonos orgánicos, como humus de lombriz, tiene signos muy favorables en la producción de forraje hidropónico, en México Dorado (2017), trabajando con vermicompost, llegó a la conclusión de que esta se puede utilizar como fuente nutricional a la lechuga cultivo en sistema hidropónico, pero si se utiliza aislada, que no ofrece una adecuada concentraciones para el crecimiento del cultivo, debido a la baja concentración de nitrógeno, siendo necesarios complementación con nutrientes inorgánicos además de elegir la solución nutritiva, la determinación del período ideal de cosecha es también importante en el sistema de producción de forraje hidropónico.

2.7. Triticale

2.7.1. Origen

Mendoza, et al. (2011), determinan que es un cereal de autofecundación, es decir, que proviene de la fecundación del óvulo de una flor por el polen de la misma planta, este fue obtenido artificialmente por el hombre a partir del cruzamiento de trigo (*Triticum ssp.*) con centeno (*Secale ssp.*), debido a esto el nombre triticale es una combinación del prefijo de Tritico (derivado de *Triticum*) y el sufijo *Secale*, por ello al crear este nuevo cereal se pretendió combinar la calidad del grano, principalmente nivel proteico y aminoácidos y la productividad aportada por el

trigo, con el vigor de la planta del centeno, resistencia a la sequía, bajas temperaturas, y limitantes de suelo.

Kloster, et al. (2013), señalan que para obtener esta nueva especie de planta se ha utilizado como madre al trigo harinero, o el trigo duro o candeal y como padre (aportando el polen) al centeno, por otra parte el mismo autor señala que el triticales fue descrito por primera vez en el decenio de 1870, donde en aquella época se trataba de una planta de mal tipo agronómico (sobre todo muy alta) y estéril (no producía semilla), como consecuencia de las diferencias en el número y estructura de los cromosomas de los dos padres o progenitores, lo que producía una progenie haploide, pero en efecto, el trigo harinero tiene 42 cromosomas distribuidos en los genomas A, B y D; el trigo duro 28 cromosomas distribuidos en los genomas A y B, en tanto el centeno tiene 14 cromosomas distribuidos en el genoma R.

Trigo (2015), enseña que el avance fundamental en la creación de triticales llegó en 1937, cuando se determinó que una sustancia química llamada colchicina podía duplicar los cromosomas de las células tratadas. Pero Fernández (2018), determina que el triticales es un híbrido intergenérico poliploide producido al duplicar el número de cromosomas del híbrido estéril que resulta de cruzar el trigo harinero o el trigo duro con el centeno.

Pero Kloster, et al. (2013), mencionan que en la mayoría de las cruzas dirigidas a obtener triticales es más fácil obtener semilla híbrida al usar como progenitor a los trigos hexaploides que a los trigos tetraploides. En el caso de usar trigos tetraploides es necesario usar obligatoriamente la técnica del cultivo de embriones para obtener el desarrollo de la planta híbrida.

Mendoza, et al. (2011), indican que después de más de 100 años de investigación en esta especie artificial (creada por el hombre), los progresos han sido muy grandes, ya que se han mejorado muchas características agronómicas de la planta, entre ellas: la rusticidad aportada por el centeno; disminución de la altura de planta debido a la introducción de genes de enanismo aportados por el

progenitor trigo; mayor rendimiento de grano y mejor llenado del grano también aportados por el trigo, aspecto muy importante dado que los primeros triticales tenían un grano muy arrugado y un surco ventral profundo, lo que se traducía en un pobre rendimiento de grano, bajo peso del hectolitro y un nivel de extracción de harina muy inferior al del trigo.

Llerena, et al. (2013), muestra que actualmente las variedades de triticales tienen un grano bien desarrollado, bastante similar al del trigo y una planta de buen tipo agronómico considerando su altura, resistencia a la tendencia y amplia adaptación, pero inicialmente fueron varios los países donde se empezaron trabajos de investigación en triticales, entre ellos Canadá, Polonia, España y Alemania.

Sin embargo, a comienzos de la década de 1960, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en México, se constituyó en la base del mejoramiento de triticales a nivel internacional.

2.7.2. Importancia del cultivo

Para Soto, et al. (2009) la producción mundial de cereales en 1996 fue de 2,049,548.000 ton. El trigo, el maíz y el arroz son los tres principales cereales que contribuyen con más del 80% de la producción total de cereales.

Paccapelo, et al. (2017), Aseveran que el triticales a pesar de ser un cultivo relativamente nuevo este se encuentra dentro de los 310 principales cereales y ocupa el décimo lugar en superficie cultivada con un total de 2,256.969 hectáreas, por otra parte la producción el triticales participa con menos de 1% del total y ocupa el noveno lugar, pero en rendimiento este cereal está dentro de los más altos y solo es superada por el maíz y el arroz.

Gomez y Graciela (2011), indican que durante el año 2002 a nivel mundial se sembraron alrededor de 3 millones de hectáreas de triticales, con una producción de 11 millones de toneladas, las que se comparan con 21 millones de toneladas de centeno para ese mismo año. Según esta publicación el aumento promedio

anual en rendimiento a nivel mundial, desde 1985, ha sido aproximadamente de 100 kg/ha/año, comparado con 28 kg/ha/año del trigo. Los principales países productores de triticales son Polonia, Alemania, Francia y China

Plana, et al. (2016), Manifiestan que hay varios factores que confluyen para que la superficie de siembra de triticales no haya aumentado de manera significativa, entre ellos ha influido la falta de una norma que regule su comercio para que el precio pueda ser semejante o levemente inferior al del trigo, ya que si bien tiene algunas desventajas respecto al trigo, como es el menor peso del hectolitro y rendimiento de harina, también posee ciertas ventajas, entre ellas un mejor balance de aminoácidos

2.7.3. Características

Llerena, et al. (2013), enseñan que la planta de triticales tiene una apariencia intermedia entre el trigo y el centeno. Los triticales completos se parecen más al centeno, en tanto los triticales sustituidos son más semejantes al trigo.

Pero Mendoza, et al. (2011), señala que normalmente el triticales es más alto y vigoroso que el trigo, de igual manera las hojas son más gruesas, más grandes y de mayor longitud. La lígula es pronunciada y semidentada, las aurículas son de tamaño mediano, semiabrazadoras y sin pelos o cilios.

Lozano, et al. (2009), Manifiesta que en la zona del tallo próxima a la espiga presenta una franja con pubescencia o vellosidad, y cierto GL de curvatura, donde la altura de planta que en las primeras variedades sobrepasaba los 120 cm, se ha ido reduciendo significativamente en la medida que se han incorporado genes de enanismo a través de la cruce con trigos harineros semienanos.

El mismo autor asevera que en general las espigas son semicompactas, semidecumbentes, más largas que las del trigo, y de color café claro, donde el grano es alargado, más parecido al grano de centeno que al de trigo, de color café claro y con una cierta rugosidad en la cubierta, debido a chupadura, esta última característica, que resultaba muy negativa desde el punto de vista comercial e

industrial en las primeras variedades, ha ido desapareciendo en las nuevas variedades de triticale.

También Núñez, et al. (2010), determinan que los triticales tienen una tolerancia genética a los suelos ácidos, la cual es superior a la tolerancia que presentan los trigos harineros y duros, debido a la resistencia a la acidez transmitida por el centeno, pero respecto a la tolerancia a condiciones de déficit hídrico del suelo, el triticale presenta un comportamiento satisfactorio, a pesar de tener un período de desarrollo más prolongado entre espigadura y madurez comparado con el trigo, pero esta propiedad podría estar asociada a su sistema radical bien desarrollado, en efecto, la longitud radical de plántulas de centeno, triticale y trigo de 8 días de edad, se observa que, la raíz del triticale es mayor que la del trigo y levemente inferior a la del centeno.

2.7.4. Características entre variedades

Variedad Renacer: liberada el año 1990, con un rendimiento de 5.93 ton MS/ha, 138.83 días al corte en estado lechoso y una altura de planta de 112.81 cm.

Cuadro 1. Rendimiento y comportamiento fenológico a secano

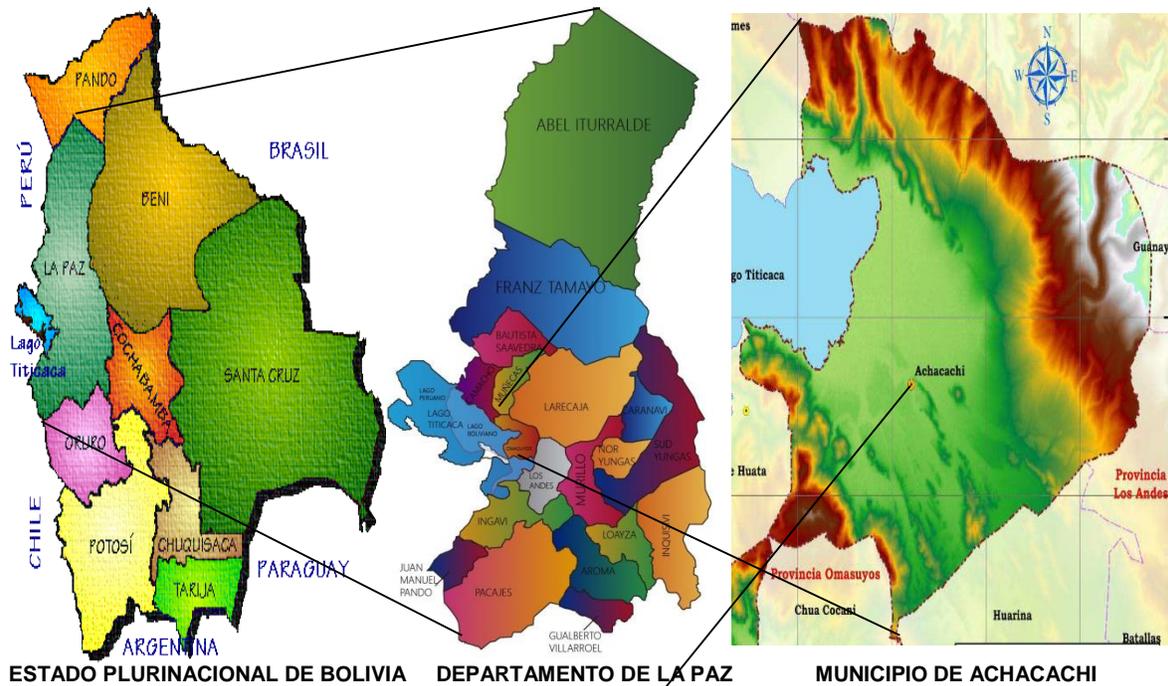
VARIABLES	TRITICALE VARIEDAD RENACER
Rdto. promedio en materia seca	5,5 (tn/ha)
Nro. de días a la cosecha para forraje	73 (días)
Nro. de días a la madurez fisiológica	123 (días)
Altura de la planta	1,12 (m)

Fuente: proyecto altagro 2010

Variedad Vertiente: Fue liberada el año 1991, con un rendimiento de 3.80 ton MS/ha, 133.33 días al corte en estado lechoso y a una altura de planta de 82.78 cm.

3. LOCALIZACION

Figura 1. Ubicación geográfica



La localización de la carpa solar que muestra la imagen de (google Earth, 2019). Donde se enmarco el área de estudio (carpa solar) en el círculo rojo y también se realizó la siembra del triticale en sus dos variedades renacer y vertiente como forraje verde hidropónico para su investigación.

3.1. Ubicación geográfica

El municipio de Achacachi perteneciente a la provincia Omasuyos, se encuentra al norte del departamento de La Paz, distante a 96 Km de la ciudad de La Paz, alrededor del río Keka. Área influenciada por el lago Titica (Camacho y Quispe, 2014). Se encuentra en las coordenadas, latitud Sur 16° 02' 32,72" y longitud Oeste 68° 41' 06,01", está localizada en la zona geográfica 19 del sistema WGS-84, a una altitud de 3.826,0 m.s.n.m., (PDM de Achacachi 2014-2018).

3.2. Superficie del municipio

El Municipio de Achacachi presenta en la actualidad una superficie de 715,335 km² (71.533,52 ha). Por consiguiente, porcentualmente representa el 34,64% de la Provincia Omasuyos, el 0,53% del Departamento de La Paz y el 0,065% con relación al total de territorio del Estado Plurinacional de Bolivia.

3.3. Fisiografía

Las características de la fisiografía del Municipio de Achacachi aluden a la cordillera oriental, a la zona altiplánica y a la zona circunlacustre que la conforman. En la zona cercana a la cordillera oriental presenta montañas y serranías escarpadas a medianamente empinadas que bajan hasta llegar al pie de monte para dar inicio a la zona de la planicie altiplánica, compuesta en parte por un área lacustre (PDM de Achacachi 2014-2018).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Biológico

Para la investigación se utilizó la semilla de triticale procedente de la empresa productora de semilla forrajera SEFO de la ciudad de Cochabamba del estado plurinacional de Bolivia en dos variedades que son:

- Variedad Vertiente —————> peso de 2,736 kg
- Variedad Renacer —————> peso de 2,736 kg

- Se utilizaron 2 litros del Té de humus de lombriz en toda su aplicación, que fue procedente de la estación experimental de Cota Cota UMSA.

4.1.2. De campo

Los materiales empleados durante la investigación para la construcción de las bandejas e infraestructura hidropónica y aplicaciones que fueron de apoyo durante su proceso, son los siguientes:

a) 2 Estante hidropónico

- | | | |
|----------------------------|------------|----------|
| • Listones | • Martillo | • Azadón |
| • Flexómetro | • Nivel | • Sierra |
| • Malla semi-sombra de 30% | • Barreno | • Clavos |

b) 2 Rodillos de pintura

e) Bañadores.

c) Alambre de amarro

f) Hipoclorito de sodio.

d) Tela de tocuyo.

g) Balanza analítica.

h) Cajas Petri.

i) Se utilizó 32 Bandejas hidropónicas (32 x 21) cm.

j) 2 Regaderas, pulverizador de 2 litros

k) 2 Termómetro de máximas y mínimas.

l) 32 bolsas negras de polietileno (35x65) cm

4.1.3. De gabinete

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| • Planilla de evaluación | • Material de escritorio |
| • Computador | • Cámara fotográfica |

4.2. Metodología

4.2.1. Procedimiento experimental

Los pasos descritos en la metodología fue en base al manual técnico de la (FAO, 2001) que fueron fundamentales para llegar al objetivo de la investigación

4.2.2. Selección y localización de la carpa solar

Para la selección y localización de la carpa solar se tomó en cuenta la guía de la (FAO 2012), construcción de invernaderos o fitotoldos para lo cual fue localizado en un predio del hospital municipal de Achacachi, con la disponibilidad de agua potable de calidad aceptable para el cultivo y con fácil acceso a la energía eléctrica lo que nos permitió seleccionar el ambiente controlado para la investigación.

4.2.2.1. Construcción

La construcción fue realizada de estructura de adobe, puertas metálicas, ventanas de vidrio, techos de plástico de color amarillo y el piso de tierra. Con una orientación de este a oeste en su parte longitudinal para que tenga mayor tiempo de exposición al sol, por lo tanto se cumple con las exigencias de construcción de invernaderos o carpa solar en el altiplano la (FAO 2012) y cumpla el ciclo de producción en el cultivo.

4.2.2.2. Habilitación de la carpa solar

Para la habilitación del ambiente de la carpa solar se realizó la limpieza interior y exterior de la carpa solar, se tomó en cuenta la guía de construcción de invernaderos de la (FAO 2012) para su aceptación o rechazo de la infraestructura, para lo cual se ajustó realizando el proceso del revoque de los orificios de la pared, para evitar entradas o fugas de aire y mejorar las condiciones de temperatura dentro del invernadero, como también se puede evitar el hospedaje de plagas y enfermedades en los orificios de la pared.

Posteriormente se realizó la desinfección con cal viva que es un componente activo que mata virus, bacterias, hongos, etc. Se preparó la mezcla de cal con agua potable para activar al componente y se homogenizó la mezcla, para la aplicación se utilizó un rodillo colocando la mezcla a las cuatro paredes interiores y exterior de la construcción completamente y los estantes de madera para evitar

cualquier tipo de infección que pueda perjudicar al cultivo como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Limpieza, revoque y desinfección

4.2.2.3. Construcción del estante hidropónico de un solo nivel

Los materiales fueron recolectados de una construcción demolida, posteriormente se niveló bien la superficie y luego se marcó el área de trabajo en base a la cantidad y superficie de las bandejas en estudio, fueron tomados en cuenta 12 metros cuadrado con tres divisiones iguales de 1mx4m, los laterales serán para el cultivo y el centro funciona como pasillo, nos facilitara para la circulación del personal de trabajo como se muestra en la figura 3.

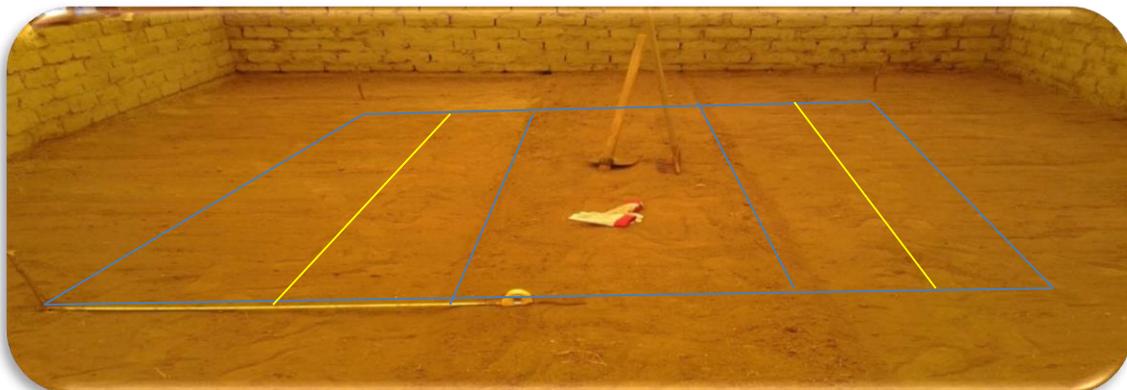


Figura 3. Demarcación del área y construcción del estante hidropónico

Para la construcción del estante hidropónico se utilizó 4 listones de 2"x2"x2.40 m. para las cuatro esquinas, 20 listones de 2"x2"x1.40m los cuales fueron plantados a una profundidad de 40cm. que funcionaron como soporte y unión de 4 listones de

1"x2"x1m y 6 tablas de 1"x10cm x 4m que fueron clavados bien a los listones obteniendo la firmeza y resistencia, a 1m. de altura desde la superficie del suelo, que nos ayudara para sostener las bandejas de forraje verde hidropónico con una pendiente del 10% que por recomendaciones del manual de la (FAO, 2001) se lograra el escurrimiento del agua en las bandejas y se evite la presencia de hongos por efecto de la humedad, una vez ya armado se pintó con cal viva para desinfectar como se muestra en la figura. La estructura del estante hidropónico.

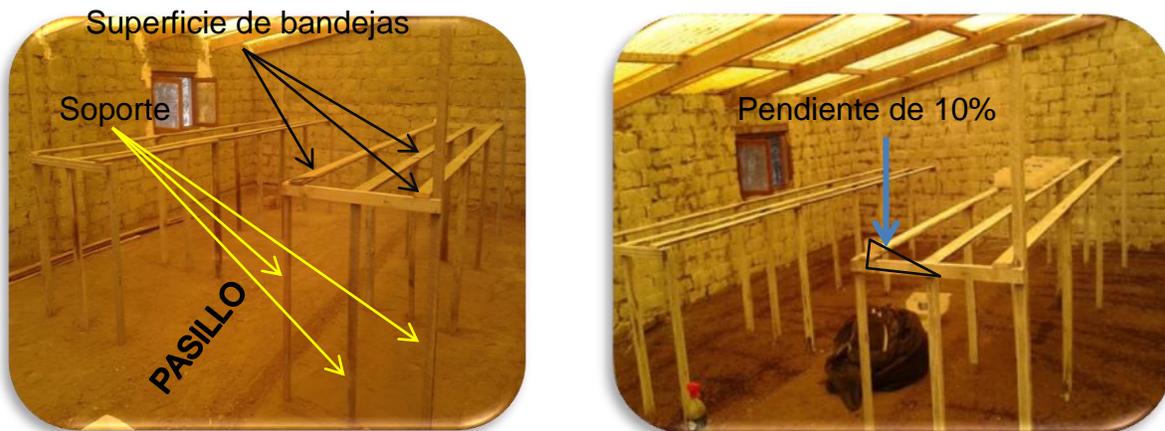


Figura 4. Armado y partes del estante y la desinfección

Como parte de nuestra estrategia fue el colocado de canales de desagüe, para que el excedente del agua de riego no moje el suelo y así se pueda evitar la presencia de hongos en nuestro cultivo debido a la humedad.



Figura 5. Canales de desagüe

La figura 5 muestra los canales de desagüe que se colocaron por debajo de las bandejas lo cual impedirá que el agua sobrante no se desperdicie.

4.2.2.4. Bandejas hidropónicas.

De acuerdo a la (FAO, 2001) el material de la bandeja puede ser de cualquier tipo y origen. Para el trabajo de investigación se habilitaron bandejas de bidones plásticos desechables de capacidad de 15 litros, se cortaron a la mitad 16 bidones en forma longitudinal obteniendo 2 bandejas de cada bidón como muestra la figura, haciendo un total de 32 bandejas hidropónicas, con una medida de 32cm de largo y 21cm de ancho con una altura de 5cm, como se observa en la figura 6.

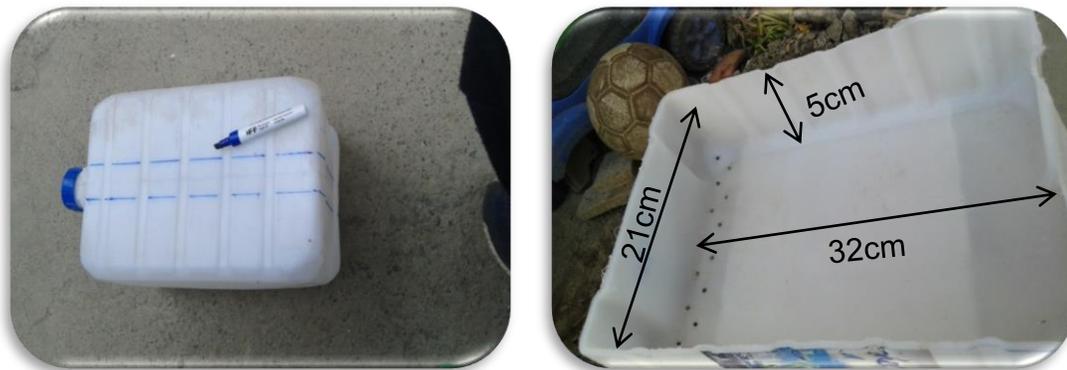


Figura 6. Marcación longitudinal y medidas de la bandeja

Las perforaciones se realizaron a un extremo de la bandeja para el desagüe tal como promueve la (FAO, 2001) métodos y factores que influyen en la producción de FVH

4.2.3. Siembra

4.2.3.1. Prueba preliminar

Con el fin de mejorar las condiciones del ambiente hidropónico y el establecimiento del diseño de trabajo de investigación se evaluaron las condiciones del módulo productivo, la temperatura, calidad del agua de riego, humedad y se observó la fenología del cultivo.

a) Temperatura. La variación de la temperatura optima en un invernadero para la (FAO, 2001) varía entre 18°C Y 26°C, y los granos como trigo, avena, cebada y otros el rango oscila entre 18°C A 21°C. Para nuestro ambiente controlado la temperatura fue de 28°C como máximo, la media 15°C y la baja 5°C por lo que se

realizó un ajuste en la temperatura utilizando la malla semisombra del 30% como se muestra en figura 7, a 2.40m de altura desde el nivel del suelo y 1.40m desde el nivel de las bandejas, lo que nos permitió mejorar la temperatura y proteger de la alta radiación solar para evitar la evapotranspiración del cultivo.

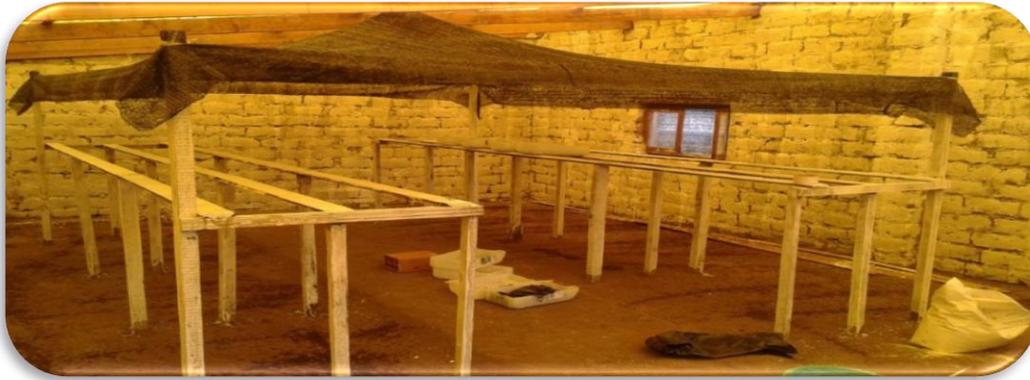


Figura 7. Utilización de malla semisombra

b) riego. El agua potable fue utilizado para el riego en la investigación lo cual es permitido y mencionado por la (FAO, 2001) que el agua de riego debe tener características de potabilidad para ser usadas en sistemas de hidroponía.

c) humedad. Se tomó en cuenta el manual de la (FAO, 2001) que la humedad relativa no debe ser superior o inferior al 90% en nuestro ambiente controlado, la humedad relativa fue de 70% y con el agua de riego se incrementó llegando a la humedad recomendada.

d) observación fenológica del cultivo. Se observó en el cultivo un porcentaje de germinación muy buena, pero el cultivo en la bandeja presento algunos problemas como son.

* Crecimiento. La altura de la planta es mayor en la parte superior y menor en la parte inferior de la bandeja ver figura 8.

* Enfermedades. Presencia de hongos en el cultivo a causa de la humedad por una mala filtración del agua en la parte inferior de la bandeja como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Enfermedades fungosas y diferencias en la altura de la planta

Por lo tanto se tuvo que hacer un ajuste en las bandejas, se realizó más perforaciones para el desagüe ya que el agua de riego no se filtraba bien provocando exceso de humedad con presencia de hongos en el cultivo, también se redujo la pendiente de 10% al 8% en las bandejas para que exista mayor aprovechamiento del agua de riego y uniformidad en el desarrollo del cultivo ver figura 9.



Figura 9. Perforación de la bandeja y porcentaje de desnivel

4.2.3.2. Prueba de viabilidad

Método flotación. Esta prueba fue descrito por Espinoza, (s.f.). protocolo de viabilidad y fue aplicado para nuestra investigación utilizando un recipiente de vidrio con 1/2 litro de agua potable a temperatura de ambiente y se sumergió 200 semillas de triticale durante 24 horas, posteriormente se observó y se contabilizo las semillas que no son viables es decir los que flotaban en el agua y las que se sumergieron son semillas viables, para Rodríguez, (2012) el fundamento del

método se basa en que las semillas vacías, son aquellas que no han desarrollado convenientemente el embrión y el endospermo y flotan en el agua, como también podemos observar en la figura 10.



Figura 10. Prueba de viabilidad

El método se realizó en las dos variedades en estudio la vertiente y renacer, para obtener el porcentaje de viabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%viabilidad = \frac{nro\ total\ de\ semillas - nro\ de\ semillas\ flotantes}{nro\ total\ de\ semillas} \times 100$$

Se realizaron tres pruebas solo se tomó en cuenta las semillas flotantes (SF) y se contaron en unidades (Unid.) de la siguiente manera.

Reemplazando datos en la fórmula para la variedad Renacer.

Semilla total (ST) = 200unid.

$$\%viabilidad = \frac{200-4}{200} \times 100 = 98\%$$

Reemplazando datos en la fórmula para la variedad Vertiente.

$$\%viabilidad = \frac{200-2,33}{200} \times 100 = 98.83\%$$

El porcentaje de viabilidad en la prueba de flotación, se obtuvo para la variedad renacer el 98% de confiabilidad y para la variedad vertiente fue de 98,83% de confiabilidad lo que significa que habrá un porcentaje óptimo de germinación en el cultivo.

4.2.4. Post siembra

4.2.4.1. Selección de las especies para el FVH

Para la producción de FVH se utilizaron las semilla de triticale de la variedad renacer y vertiente, tomando en cuenta la recomendación del INIA (2016) en la producción de forraje verde hidropónico para la pequeña agricultura, menciona que para este tipo de forraje se utiliza principalmente semillas de gramíneas, como trigo, avena, centeno, triticale, cebada, o maíz.

4.2.4.2. Selección de la semilla

La semilla fue adquirida de la empresa SEFO que nos brindó una semilla certificada con un porcentaje de germinación de la variedad renacer del 87% y la variedad vertiente con 87%, como también en la semilla se realizó la prueba de viabilidad por el método de flotación que nos ayudó a seleccionar las semilla viables y de buena calidad, al mismo tiempo nos ayudó a limpiar las impurezas de la semilla, ya que también flotaban en el agua.



Figura 11. Método de flotación

4.2.4.3. Desinfección y lavado de la semilla

Durante el proceso de lavado y desinfección se utilizó lavandina X5 de industria argentina que es una solución de hipoclorito de sodio, fue preparado al 1% es

decir para 1 litro de agua se utiliza 10ml de lavandina, en nuestro caso se preparó en 3 litros se agregó 30ml de lavandina para 3 kg de semilla que fue el total de la semilla a utilizar, con el objetivo de eliminar los microorganismos patógenos que atacan al FVH, como lo menciona la (FAO, 2001) en su manual técnico de FVH. Se sumergió la semilla en la solución de hipoclorito de sodio en su totalidad durante 1,30 minutos que se encuentra dentro el rango permitido por la (FAO, 2001) que es de 30 segundos a 3 minutos no debe ser superior a este ya que puede perjudicar la viabilidad de las mismas, posteriormente se enjuago con abundante agua limpia repitiendo tres veces la misma operación, el procedimiento se realizó para las dos variedades en estudio.

4.2.4.4. Dosis de siembra

Para la dosis de siembra, lo cual fue relacionado en base al peso del manual técnico de la (FAO, 2001) que recomienda de 2,2Kg/m² a 3,4Kg/m² a una altura no superior a 1,5cm en la bandeja, para nuestro estudio se trabajó con un promedio de 2,56Kg/m² que corresponde a una dosis de siembra de 171g. por bandeja en estudio de una superficie 32cm x 21cm con altura de 5cm, estas dosis de siembra fueron tomados en cuenta para las dos variedades.

Figura 12. Peso de la semilla



4.2.4.5. Proceso pre germinativo de la semilla

Para este proceso se utilizó una tela tocuyo que nos ayudó a escurrir el agua y una vez pesado la semilla para cada tratamiento, se sumergió en un bañador de

plástico con agua limpia potable durante 11 horas y 30 minutos y luego se sacó para orear u oxigenar la semilla durante 1 hora, se volvió a sumergir la semilla durante 11 horas y 30 minutos con una nueva agua en bañador, ya que en este proceso se inhibe a la semilla para su germinación finalmente se realizó el ultimo oreado para luego proceder a la siembra en bandeja.

4.2.4.6. Proceso de germinación

Se dio inicio a este proceso con la siembra definitiva en las bandejas hidropónicas y la dosis de siembra ya calculada anteriormente de 171g. se esparció las semillas de forma homogénea en toda la bandeja hidropónicas, utilizando los guantes como medida de bioseguridad para no contaminar el cultivo, se utilizó tela tocuyo cortadas y humedecidas del tamaño de la bandeja para cubrir la semilla completamente el cual también se mojó con agua potable para mantener constante la humedad, posteriormente se colocó bolsas negras a todas las bandejas y cada uno de los tratamientos de forma independiente como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Bandeja cubierto con tela tocuyo y el embolsado de la bandeja

Para que se cumpla la etapa denominada fase oscura, mediante esta técnica se proporciona a la semilla condiciones de alta humedad y una óptima temperatura para favorecer una completa germinación y crecimiento inicial manual técnico de FVH (FAO 2001), que nos dio como resultado una germinación a los 4 días.

4.2.5. Riego

Para la aplicación de riego se utilizó un pulverizador de 2 litros de capacidad y el volumen a aplicar fue relacionado con el manual técnico de FVH de la (FAO, 2001) que nos recomienda no aplicar mayor a 0,5 L/m² por día durante los primeros 4 días y aumentar el volumen de riego promedio de 0,9 a 1,5 L/m² según el requerimiento del cultivo, para lo cual se tomó en cuenta el indicador práctico citado por la (FAO, 2001) que consiste en no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas al igual que su masa radicular.

Vol. de riego Por bandeja (ml/bandeja/día)	Vol. de riego por m ² (L/m ² /día)	Frecuencia de riego (horas)	Altura promedio de la planta (cm)	Periodo de riego (Días)
34	0,5	10:00am,16:00pm	Proceso de germinado	4
54	0,8	08:00am,12:00pm Y 16:00pm	5	2
68	1	08:00am,12:00pm Y 16:00pm	12	3
88	1,3	08:00am,12:00pm Y 16:00pm	15	2
102	1,5	08:00am,12:00pm Y 16:00pm	17	3
134	2	08:00am,12:00pm Y 16:00pm	20	2

Cuadro 2. Volumen, frecuencia y periodo de riego

El cuadro 2 nos detalla el volumen de riego por bandeja y las horas de riego en un periodo de aplicación según el desarrollo de cultivo.

4.2.5.1. Riego con aplicación del té de humus de lombriz.

Previamente a la aplicación se realizó un análisis bromatológico del té de humus en el laboratorio SELADIS de la ciudad de La Paz, ya que el fertilizante a usar en forraje hidropónico es definitiva para una mejor calidad y de desarrollo proteínico (Duran, 2009). El tiempo de riego con fertilizante duro 11 días y el porcentaje de aplicación se dio de acuerdo a los tratamientos en las dos variedades renacer y vertiente de 10%,20%,30%, la mezcla fue realizado por tratamiento para un volumen de riego inicial de 2 litros como se muestra en el cuadro 3.

Tratamientos	% te de humus de lombriz	Vol. te de humus de lombriz (ml)	Vol. de agua (ml)
Testigo	0	0	2000
T1	10	200	1800
T2	20	400	1600
T3	30	600	1400

Cuadro 3. Preparación de la dosis aplicada por tratamiento



Figura 14. Riego con pulverizador

El volumen total de riego utilizado en el ciclo de vida del cultivo es decir desde la siembra hasta la cosecha que duro un periodo de 16 días para las dos variedades vertiente y renacer fue de acuerdo al volumen total de agua utilizado más el

volumen total del té de humus de lombriz utilizado como se muestra en el cuadro 4 la diferencia en consumo de agua y del té de humus de lombriz, se mostró en los tratamientos pero no así en las variedades ya que la aplicación fue lo mismo para la variedad renacer y vertiente.

Tratamiento	Volumen de agua potable (L)	volumen del té de humus de lombriz (L)	Volumen total (L)
T0	4,75	0	4,75
T1	4,441	0,314	4,75
T2	4,127	0,628	4,75
T3	3,812	0,943	4,75
Volumen total de riego de la variedad Renacer			19
Volumen total de riego de la variedad Vertiente			19
Sumatoria de volumen total de riego consumido en las dos variedades renacer y vertiente			38

Cuadro 4. Volumen total de riego por tratamiento y variedad

4.2.6. Cosecha

Para el periodo de la cosecha se tomó como indicador la altura de la planta que fue recomendado por (Duran, 2009) de 25 cm en promedio y entre los 9 y 25 días. En el caso de nuestro cultivo se cosecho a los 16 días cuando la planta alcanzo la altura de 22 cm en promedio, se realizó de forma manual sacando el cultivo de la bandeja por completo es decir raíz, tallo, hojas y semillas que no germinaron,

como también semillas semi germinas. Listo para ser suministrado como alimento de ganado de carne, vacas lecheras, caballos, cerdos, pollos, conejos, cuyes, terneros, gallina ponedora. Es recomendable utilizar o consumir el FVH recién cosechado ya que podría perder su valor nutricional la (FAO 2001).



Figura 15. Muestra la cosecha a la izquierda y derecha la alimentación con FVH en los terneros.

4.3. Variables de respuesta

4.3.1. Altura de la planta

Se tomaron datos de altura de la planta a partir del día 5 hasta el día 16, se seleccionaron al azar 5 plantas de cada bandeja y con la ayuda de una regla milimétrica se midió la longitud desde el cuello de la planta hasta el ápice.

4.3.2. Rendimiento kg/m²

Materia verde: El rendimiento de la materia verde se obtuvo luego de la cosecha del forraje verde hidropónico a los 18 días, se pesó en una balanza digital por tratamiento y variedad.

Materia seca: se determinó mediante la técnica de secado en horno microondas citado por (Rolando et al. 2004-2007) programa Desarrollo de proveedores, se utilizó una balanza digital para pesar la muestra, se mezcló las repeticiones de los tratamientos del forraje verde hidropónico y se tomó 100 gramos cortándolos en trozos pequeños de 2 centímetros para el proceso de secado en horno microondas durante 5 minutos con una potencia de 850 watts y para evitar que se

cuando el forraje se colocó un vaso de cristal con un volumen de agua fría de 150ml. Una vez terminado el tiempo establecido se sacó la muestra para pesar y nuevamente se introdujo al horno microondas durante 3 minutos con el mismo procedimiento de secado y se repitió 4 veces tomando los datos de peso en cada repetición para encontrar un resultado homogéneo o igual que correspondió al resultado de la materia seca, este proceso se realizó para cada tratamiento y variedad.

4.3.3. Análisis fisicoquímico del FVH

Para este análisis se llevaron muestras de forraje verde hidropónico de 300 gramos por tratamiento y variedad el día 18 al Instituto Nacional de Laboratorio de Salud (INLASA) del departamento de La Paz Estado Plurinacional de Bolivia para el análisis de los siguientes parámetros: valor energético, humedad, proteína, grasa, carbohidratos, cenizas.

4.3.4. Costos de producción.

Los costos de producción se realizó de acuerdo al análisis económico de la investigación con un método de evaluación económica propuesta por (Delgado et al. 2013), indicando que a partir del presupuesto parcial se determinó el costo y beneficio de los tratamientos.

$$B/C = \frac{BT}{CT}$$

BT: Beneficio total, es el ingreso económico total obtenido por la venta del producto final.

CT: Costo total, es la sumatoria total de todos los egresos en el proceso de producción.

4.4. Diseño experimental

De acuerdo al objetivo en estudio y la infraestructura de la carpa solar, se utilizó el diseño experimental con arreglo bi factorial combinatorio llevado a cabo en un diseño de bloques al azar ya que este nos permite interactuar con las dos

variedades en estudio de renacer y vertiente, como también se puede bloquear la temperatura por la colocación del estante hidropónico que se encuentra a un solo nivel, por lo tanto las bandejas hidropónicas tendrán la misma temperatura y humedad por otro lado las condiciones micro climáticas dentro de la carpa solar se puede controlar de acuerdo a las exigencias del cultivo y así obtener un buen manejo de las unidades experimentales.

Modelo lineal

$$Y_{ij} = \mu + Y_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ij}$$

Dónde

Y_{ij} = Observación cualquiera

μ = Media general

Y_k = Efecto de la k

α_i = Efecto de la i – esimo nivel del factor A

β_j = Efecto de la j– esimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la i – esimo nivel del factor A, con el j – esimo nivel del factor B (interacción A x B)

E_{ijk} = Error experimental

Factor A (granos forrajeros)

a = Renacer

v = vertiente

Factor B (niveles té de humus de lombriz)

T0 = té de humus 0%

T2 = té de humus 20%

T1 = té de humus 10%

T3 = té de humus 30%

Cuadro 5. Descripción de la combinación de los tratamientos en estudio

TRATAMIENTOS	TIPO DE FORRAJE	SOLUCIÓN DE RIEGO
T0a	Renacer	Agua
T1a	Renacer	10% té de humus
T2a	Renacer	20% té de humus
T3a	Renacer	30% té de humus
TRATAMIENTOS	TIPO DE FORRAJE	SOLUCIÓN DE RIEGO
T0v	Vertiente	Agua
T1v	Vertiente	10% té de humus
T2v	Vertiente	20% té humus
T3v	Vertiente	30% té de humus

4.4.1. Croquis experimental

La distribución de los tratamientos y bloques que representan al diseño experimental de bloques al azar con arreglo bi factorial combinatorio fueron representados de la siguiente manera, ver figura 16.

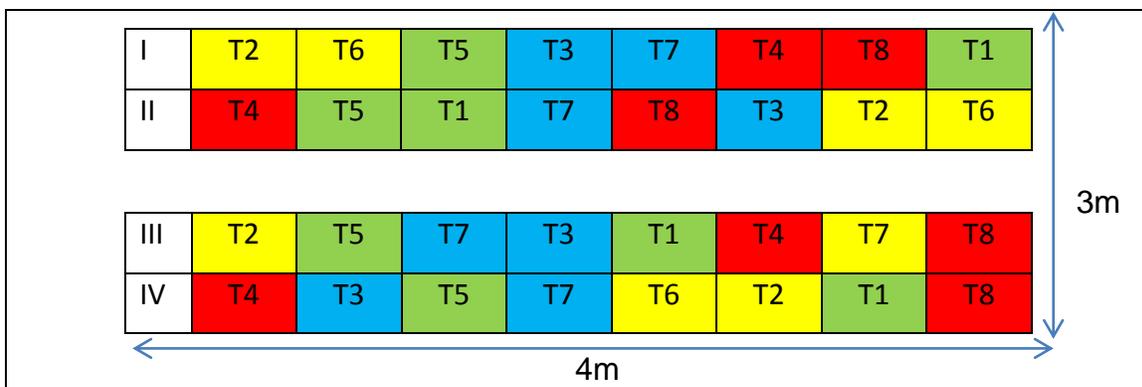


Figura 16. Distribución del diseño experimental

30 % de aplicación del té de humus de lombriz

- 20 % de aplicación del té de humus de lombriz
- 10 % de aplicación del té de humus de lombriz
- Testigo agua pura

5. RESULTADOS Y DISCUSION

La presente investigación muestra los resultados a los diferentes procedimientos realizados antes y durante el ciclo de vida de cultivo del Triticale (*Triticosecale* Wittm. ex. A. Camus) en las variedades de Renacer y Vertiente con aplicación de 0%; 10%; 20% y 30% del té de humus de lombriz para la producción de forraje verde hidropónico.

5.1. Temperatura

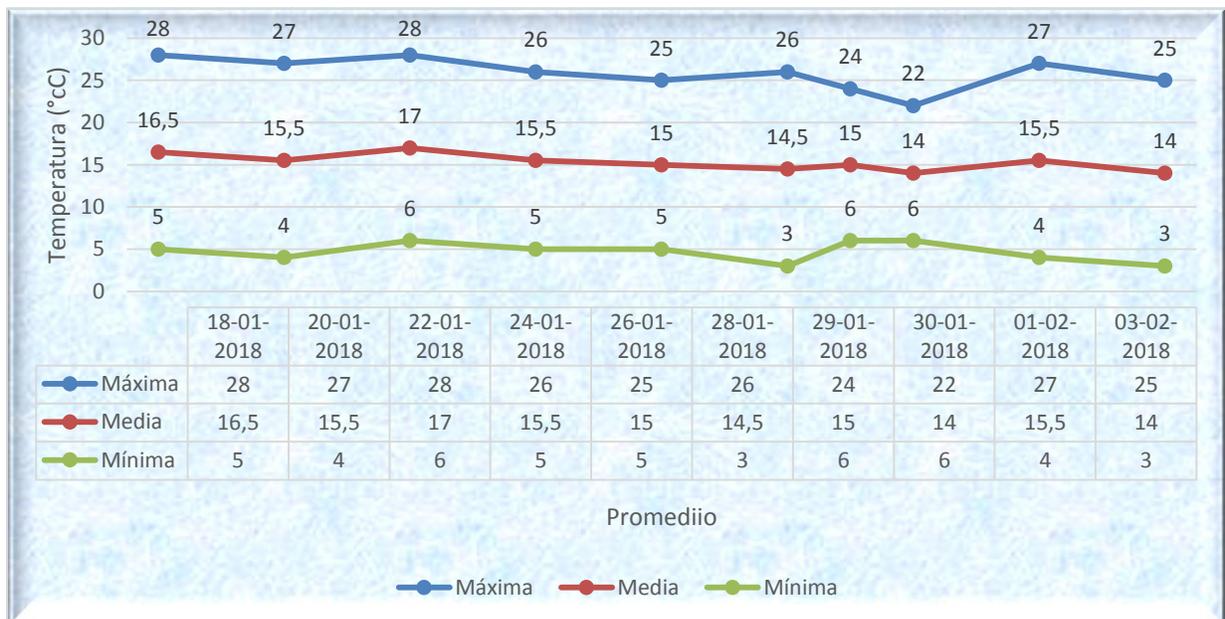


Figura 17. Temperaturas máximas, medias y mínimas

En la figura 17 se observa las variaciones de las temperaturas máximas, medias y mínimas ocurridas durante el periodo de la investigación que fue desde el 18 de enero de 2018 al 3 de febrero del 2018, con una temperatura máxima promedio de 25,8°C, como temperatura media promedio de 15,25°C y una mínima de 4,7 como promedio.

Efectivamente comparando con la bibliografía Rivera, et al. (2010), señalan que generalmente las plantas se desarrollan bien entre los 18 y 24 °C, pero Gómez (2013), enseña que la producción, está relacionada con las temperaturas máxima y mínima, debido a las bajas temperaturas que se presentaron existieron algunos problemas en cuanto a la producción, así mismo Juárez, et al. (2013), Establecen que la temperatura en la producción de forraje verde hidropónico, debe tener un rango óptimo de 18 a 26 °C, por otra parte en mismo autor señala que la temperatura se encuentra estrechamente relacionada con la absorción de nutrientes, a medida que la temperatura del aire se eleva, la absorción de agua y nutrientes aumenta, teniendo en cuanto a la temperatura solo problemas por las bajas temperaturas.

5.2. Altura de la planta (cm)

Cuadro 6. Análisis de Varianza para la altura de la planta

Origen	S.C.	GL	C.M.	F	Sig.
Bloque	3,71	3	1,05	3,03	**
Solución de riego	48,74	3	16,25	46,82	*
Variedad	42,04	1	42,04	121,16	**
Interacción	3,08	3	1,03	2,96	**
Error	7,29	21	0,35		
Total	104,3	31			
Coefficiente de Variación			3,71		

En el cuadro 6 de análisis de variancia respecto a la altura de las plantas en el desarrollo de la investigación, existe diferencia estadística altamente significativa en la altura entre los bloques, la variedad e interacción, en cuanto a la solución de riego da un valor significativo estadísticamente, por lo que se supone que existen

diferencias entre tratamientos. Por otra parte el coeficiente de variación es de 3,71%, está dentro de una precisión experimental confiable.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias Duncan de la solución de riego (Altura de la planta)

Solución de riego	Promedio(cm)	Subconjunto
20% de té de humus	17,38	A
30% de té de humus	16,48	B
10% de té de humus	15,62	C
Agua pura	14,04	D

En el cuadro 7 de la comparación de medias Duncan de la solución de riego se observa que efectivamente el tratamiento con 20% de té de humus gana una mayor altura con un valor promedio de 17,38 cm, seguido del tratamiento 30% de té de humus con un valor de 16,48 cm, con un valor de 15,62 cm el tratamiento 10% de té de humus y el que obtuvo una menor altura fue el tratamiento de agua pura con un promedio de 14,04 cm.

Cuadro 8. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la variedad (Altura de la planta)

Variedad	Promedio (cm)	Subconjunto
Renacer	17,03	A
Vertiente	14,73	b

El cuadro 8 para la variedad en la prueba Duncan se observa que la variedad renacer estadísticamente gana mayor altura, la cual gana una altura de 17,03 cm, mientras que la variedad vertiente tiene un valor promedio de 14,73cm.

Para la variedad * la solución de riego en cuanto a la prueba Duncan se determina que el tratamiento de la variedad renacer con 20% de té de humus es el que gana mayor altura estadísticamente, y el que gana menor altura estadísticamente es el tratamiento de la variedad vertiente con agua pura.

Cuadro 9. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la interacción (Altura de la planta)

Variedad	Solución de riego	Promedio (cm)	Subconjunto
Renacer	20% de té de humus	18,13	A
Renacer	30% de té de humus	17,57	a b
Renacer	10% de té de humus	16,76	b c
Renacer	Agua	16,64	C
Vertiente	20% de té de humus	15,65	D
Vertiente	30% de té de humus	15,39	D
Vertiente	10% de té de humus	14,49	E
Vertiente	Agua	12,42	f

El cuadro 9 muestra que el tratamiento de la variedad renacer con 20% de té de humus tiene un valor de 18,13 cm de altura, siendo el tratamiento con mayor ganancia, el tratamiento de la variedad renacer con 30% de té de humus tuvo un valor promedio de 17,57 cm, con un valor de 16,76 cm el tratamiento de la variedad renacer con 10% de té de humus, un valor de 16,64 cm el tratamiento con agua pura, por parte de los tratamiento de la variedad vertiente con 20% de té de humus, 30% de té de humus y 10% de té de humus con valores promedio de 15,65cm, 15,39 cm y 14,49 cm respectivamente, mientras que el tratamiento de la variedad vertiente con agua pura tuvo una menor ganancia en la altura con un valor de 12,42 cm.

Sua (2015), menciona que la solución nutritiva es agua con una mezcla de nutrientes y en una concentración de ppm adecuadas, de manera que suplan las necesidades nutricionales de las plantas para su crecimiento y desarrollo. Por otro lado Ramírez, F., Gómez, J.J. y Flórez, V.J. (2011), indican que los mecanismos sugeridos para considerar la estimulación del crecimiento de las plantas por los ácidos húmicos son la mejora en la absorción de iones metálicos e incremento en la permeabilidad celular, como también puede ser ocasionado por la producción de reguladores de crecimiento vegetal por parte de los microorganismos presentes en el vermicompuesto.

Juárez, et al. (2013), el forraje verde hidropónico es un suculento forraje de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del periodo de crecimiento) y de plena amplitud comestible para nuestros animales. pero debido al estrés, la semilla del triticale, son muy susceptible a la temperatura dentro de la bandeja y al proceso de lavado, la estructura de la semilla se vuelve frágil, que afecta en el desarrollo de la planta (Margarita, 2010), además las bajas temperaturas afectan en la altura en la planta es menor al rango establecido. Si bien el biol trabaja como fungicida, las semillas lastimadas no germinan, y también son susceptibles al riego, puesto que las gotas de agua por aspersion, a una altura de 15 cm son suficiente para lastimar al triticale (Mendoza, et al., 2011).

5.3. Rendimiento de materia verde (kg/m²)

Cuadro 10. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde

Origen	S.C.	GL	C.M.	F	Sig.
Bloque	0,05	3	0,02	0,15	N.S.
Solución de riego	41,57	3	13,86	124,95	**
Variación	4,88	1	4,88	44,03	**
Interacción	0,43	3	0,14	1,29	*
Error	2,33	21	0,04		
Total	49,26	31			
Coefficiente de Variación	2,82				

El cuadro 6 que muestra el análisis de variancia respecto al rendimiento de las plantas al momento de la cosecha muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas en el peso de la biomasa entre la solución de riego y la variedad, para la variedad por la solución de riego es estadísticamente significativo, mientras que para los bloques nos da un resultado no significativo, indicando que no presenta diferencias estadísticas. El coeficiente de variación de 2,82%, está dentro de una precisión experimental confiable.

Cuadro 11. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la solución de riego (rendimiento de materia verde)

Solución de riego	Promedio (kg/m²)	Subconjunto
20% de té de humus	13,25	A
30% de té de humus	12,14	B
10% de té de humus	11,40	C
Agua pura	10,20	D

En la prueba de Duncan el cuadro 11 muestra los resultados obtenidos, muestra diferencias significativas entre las soluciones de riego, teniendo un mayor rendimiento el tratamiento con 20% de té de humus (13,25 kg/m²), con una diferencia de 3,05 kg/m² con el tratamiento con agua pura, que el de menor rendimiento de materia verde, a diferencia de los otros tratamiento de 30% de té de humus y 10% de té de humus que tuvieron valores promedios de 12,14 kg/m² y 11,40 kg/m² respectivamente.

Tito, (2016), menciona que el Nitrógeno en los abonos orgánicos es un elemento móvil dentro de la planta, y es transferido hacia el follaje y es esencial para promover un alto rendimiento. Los abonos orgánicos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, aminoácidos y ácidos húmicos y fúlvicos, también son fertilizantes foliares que contienen principios hormonales vegetales como las Auxinas y Giberelinas.

Cuadro 12. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la variedad
(rendimiento de materia verde)

Variedad	Promedio (kg/m ²)	Subconjunto
Renacer	12,21	A
Vertiente	11,43	B

El cuadro 12 nos muestra que estadísticamente utilizar la variedad renacer o la vertiente genera diferente rendimiento en este caso el de mayor rendimiento es el de la variedad renacer, tiene un rendimiento de 12,21 Kg/m² y la variedad vertiente de 11,43 Kg/m², con una diferencia de 0,78 Kg/m².

Cuadro 13. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la interacción
(rendimiento de materia verde)

Variedad	Solución de riego	Promedio (kg/m ²)	Subconjunto
Renacer	20% de té de humus	13,63	A
Vertiente	20% de té de humus	12,88	B
Renacer	30% de té de humus	12,63	b c
Vertiente	30% de té de humus	12,20	c d
Renacer	10% de té de humus	11,93	d
Vertiente	10% de té de humus	10,88	e
Renacer	Agua pura	10,65	e
Vertiente	Agua pura	9,75	f

En la prueba Duncan para la interacción se observa que estadísticamente existen diferencias entre los tratamientos, el tratamiento de la variedad renacer con la aplicación de 20% de té de humus tiene un mayor rendimiento con un valor

promedio de 13,63 Kg/m² y el menor la variedad vertiente con agua pura que dio un valor de 9,75 Kg/m², por otra parte los tratamiento de la variedad renacer con 30% de té de humus, 10% de té de humus y con agua pura tienen valores promedios de 12,63 Kg/m², 11,93 Kg/m² y 10,65 Kg/m² respectivamente, y los de la variedad vertiente obtuvieron valores de 12,88 Kg/m², 12,2 Kg/m² y 10,88 Kg/m², en los tratamientos de 20% de té de humus, 30% de té de humus y 10% de té de humus.

Maldonado, et al. (2013) Afirma que el humus; contiene buenos porcentajes de N, P, K, C, y enzimas, que continúan ayudando a desintegrar la materia orgánica después de haber sido expulsado por las lombrices, contiene además hormonas de crecimiento de plantas en buenas concentraciones de auxinas, dado por esto que el aplicar poco y demasiado afecta al rendimiento, ya que aplicando poco no satisface al cultivo y en alta cantidad no es eficiente para el cultivo.

5.4. Rendimiento de materia seca (kg/m²)

Cuadro 14. Análisis de Varianza para el rendimiento de materia seca

Origen	S.C.	GL	C.M.	F	Sig.
Bloque	0,05	3	0,02	0,15	N.S.
Solución de riego	41,57	3	13,86	124,95	**
Variedad	4,88	1	4,88	44,03	**
Interacción	0,43	3	0,14	1,29	**
Error	2,33	21	0,11		
Total	49,26	31			
Coefficiente de Variación	8,73				

El cuadro 14 donde se observa el análisis de varianza para el rendimiento de materia seca los resultados estadísticos altamente significativos, señalando que existen diferencias estadísticas entre bloques, solución de riego, variedad y de la

interacción. El coeficiente de variación de 8,73%, está dentro de una precisión experimental confiable.

Cuadro 15. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la solución de riego (rendimiento de materia seca)

Solución de riego	Promedio (kg/m ²)	Subconjunto
20% de té de humus	5,25	a
30% de té de humus	4,41	b
10% de té de humus	3,40	c
Agua pura	2,20	d

La prueba Duncan de la solución de riego en el rendimiento de materia seca (cuadro 15) muestra que existen diferencias estadísticas, señalando que no es lo mismo usar agua pura o incorporar té de humus; estadísticamente el tratamiento con 20% de té de humus es el que presenta mayor rendimiento (5,25 kg/m²), el menor rendimiento fue de 2,20 kg/m² del tratamiento con agua pura, mientras que los otros dos tratamientos con 30% de té de humus (4,41 kg/m²) y 10% de té de humus (3,40 kg/m²) obtienen valores intermedios.

Cuadro 16. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la variedad (rendimiento de materia seca)

Variedad	Promedio (kg/m ²)	Subconjunto
Renacer	4,21	A
Vertiente	3,43	B

La prueba Duncan para la variedad como se observa en el cuadro 16 se observa que estadísticamente la variedad renacer genera mayor rendimiento a comparación de la variedad vertiente. También se determina que variedad renacer

tiene un mayor rendimiento de materia seca (4,21 kg/m²), y la variedad vertiente tiene un valor de 3,43 kg/m².

Cuadro 17. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la interacción (rendimiento de materia seca)

Variedad	Solución de riego	Promedio(kg/m ²)	Subconjunto
Renacer	20% de té de humus	5,63	a
Vertiente	20% de té de humus	4,88	b
Renacer	30% de té de humus	4,63	b c
Vertiente	30% de té de humus	4,20	c d
Renacer	10% de té de humus	3,93	d
Vertiente	10% de té de humus	2,88	e
Renacer	Agua pura	2,65	e
Vertiente	Agua pura	1,75	f

En el cuadro 17 se observa que el tratamiento de la variedad renacer con 20% de té de humus estadísticamente es el que obtiene mayor rendimiento en cuanto a la materia seca, y el que tiene menor valor es el de la variedad vertiente con agua pura. Por otra parte, nos indica que cada tratamiento da diferentes valores de rendimiento.

Además, se determina que el tratamiento 20% de té de humus de la variedad renacer tuvo un mayor rendimiento en cuanto a la materia seca con un valor de 5,63 kg/m², y con una diferencia de 3,88 kg/m² en el tratamiento de la variedad vertiente con agua pura, por otra parte los otros tratamientos se encuentran intermedios entre estos.

Los tratamientos de la variedad renacer con 30% de té de humus, 10% de té de humus y Agua pura presentan valores de 4,63 kg/m², 3,93 kg/m², 2,65 kg/m² respectivamente, en cuanto a la variedad vertiente con 20% de té de humus, 30%

de té de humus y 10% de té de humus presenta valores de 4,88 kg/m², 4,22 kg/m² y 2,88 kg/m².

Así mismo Soto, et al. (2009), manifiesta que la fertilización (inorgánica y orgánica) superó significativamente al testigo, lo anterior es debido al bajo aporte nutrimental del agua potable.

5.4.1. Porcentaje de materia seca

De la misma manera se realizó el cálculo para el porcentaje de materia seca con un coeficiente de variación de 3,94% que se encuentra dentro los valores de una precisión experimental confiable, por lo tanto llegamos a la conclusión que se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba de Comparación de Medias Duncan de la interacción (porcentaje de materia seca)

Variedad	Solución de riego	Promedio (%)	Subconjunto
Renacer	20% de té de humus	40,56	A
Renacer	30% de té de humus	38,07	B
Renacer	10% de té de humus	33,88	C
Vertiente	20% de té de humus	29,57	D
Vertiente	30% de té de humus	27,12	E
Renacer	Agua pura	22,62	f
Vertiente	10% de té de humus	18,65	g
Vertiente	Agua pura	10,7	h

En el cuadro 18 se observa que el tratamiento de la variedad renacer con 20% de té de humus estadísticamente es el que obtiene mayor porcentaje de materia seca con 40 ,56 %, y el que tiene menor valor es el de la variedad vertiente con agua pura con 10,7 %. Como también se puede observar la diferencia en tratamientos.

Para la variedad * la solución de riego se determina que el tratamiento 20% de té de humus de la variedad renacer tuvo un mayor rendimiento en cuanto a la materia seca con un valor de 40,56 %, y con una diferencia de 29,86 % en el tratamiento de la variedad vertiente con agua pura, lo que nos indica que la aplicación de té de humus tuvo efecto en los tratamientos y no así en la variedad.

5.5. Análisis fisicoquímico del FVH

Cuadro 19. Análisis fisicoquímico

Variedad	Solución de Riego	V. Energético (kcal)	Humedad (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidratos (g)	Ceniza (g)
Renacer	Agua pura	31	92,07	2,47	0,21	4,8	0,45
Renacer	10% de té de humus	43	89,41	2,52	0,48	7,15	0,44
Renacer	20% de té de humus	34	91,66	2,32	0,51	5,08	0,43
Renacer	30% de té de humus	30	92,31	2,22	0,2	4,85	0,42
Vertiente	Agua pura	61	86,58	3,16	2,05	7,66	0,55
Vertiente	10% de té de humus	51	88,7	2,97	1,75	6,12	0,46
Vertiente	20% de té de humus	37	90,73	2,77	0,45	5,53	0,52
Vertiente	30% de té de humus	38	90,31	2,73	0,32	6,11	0,53

Como se observa en el cuadro 18, que la variedad vertiente con solo agua como riego tiene el mayor valor energético con un promedio de 61 Kcal, también tiene los valores más altos en cuanto a la proteína, grasa, carbohidratos y la ceniza con

valores de 3,16 g, 2,05 g, 7,66 g, 0,55 g, pero en cuanto a la humedad es el que tiene un menor valor que es de 86,58 g, en cuanto a los menores valores que se presentan son el de la variedad renacer con 30 % de té de humus con 30 kcal en la valor energético, 2,22 g en la proteína, 0,2 g en grasa, 4, 85 g en carbohidratos y 0,42 g en ceniza, por otra parte es el que presenta mayor valor en la humedad (92,31 g).

Análisis bromatológicos hechos en triticale destinado a forraje en nuestro país, informan que en las diferentes líneas y variedades usadas en un estudio realizado por Secano y Quispe, (2009), coinciden que la variedad a utilizar es depende al animal y los requerimientos que necesite, pero para animales pequeños el más recomendable es la variedad renacer con la aplicación de 20 % de té de humus.

Para nuestra investigación si bien la variedad vertiente no demostró ser superior a la variedad renacer en crecimiento y rendimiento de materia verde y seca pero en cuanto a su valor nutricional la variedad vertiente fue superior a su rival.

5.6. Análisis económico

Se realizó el análisis económico donde se evaluó los ingresos y egresos, el parámetro utilizado fue la relación Beneficio/Costo, el cálculo se realizó en bolivianos.

Para la realización del análisis, no se contempló el costo por infraestructura, ya que se contaba con todas las instalaciones necesarias. El total de los costos variables de cada tratamiento se obtuvo en función al % de té de humus y a los otros materiales.

5.6.1. Egresos

Para realizar los egresos se tomó en cuenta todos los materiales utilizados en la investigación incluyendo la mano de obra que fue detallado en el cuadro 19 por tratamiento en las dos variedades de triticale renacer y vertiente.

Cuadro 20. Costos Totales de los Egresos de los Tratamientos en Estudio

Egresos Detalles	Unid.	Cantidad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
% del té de humus			0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
			RENACER				VERTIENTE			
Listones 4m	U	8	30	30	30	30	30	30	30	30
Clavos	bolsa	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Cal viva	bolsa	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Bandejas hidropónicas	U	24	96	96	96	96	96	96	96	96
Té de humus	litros	15	0	15	25	35	0	15	25	35
Semilla variedad renacer	Kg	3	11	11	11	11				
Semilla variedad vertiente	Kg	3					11	11	11	11
Termómetro (max. Y min.)	U	2	250	250	250	250	250	250	250	250
Regadera	U	2	12	12	12	12	12	12	12	12
Mano de obra	día	16	500	500	500	500	500	500	500	500
Costo Total por tratamiento			906	921	931	941	906	921	931	941

5.6.2. Ingresos

Los ingresos que detalla el cuadro 20 está en base a los tratamientos de la variedad renacer, vertiente y a los rendimientos que presenta cada uno de ellos con un precio de venta al comprador.

Cuadro 21. Costos Totales de los Ingresos de los Tratamientos en Estudio

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingresos	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
Detalles	Renacer				Vertiente			
Rendimiento (MV)	10,65	11,93	13,63	12,63	9,75	10,88	12,88	12,2
Precio de venta (Bs)	85	85	85	85	85	85	85	85
Ingreso por tratamiento	905,25	1014,05	1158,55	1073,55	828,75	924,8	1094,8	1037

5.6.3. Beneficio/Costo

Se efectuó el análisis económico con el fin de identificar los tratamientos que mayores beneficios económicos puedan otorgar a los productores de forraje. Todos los datos han sido calculados para los rendimientos obtenidos en cada tratamiento, con las ventajas obtenidas de cada uno de los tratamientos.

El beneficio costo indica que tratamientos permiten recuperar la inversión inicial, considerando que con un B/C de uno solo se recupera las inversiones y no existe un margen de ganancia, en el caso de obtener un B/C de menor a uno se llegan a

perder las inversiones y en mayores a uno por supuesto que existe un margen de ganancia.

Cuadro 22. Evaluación Económica Mediante el Indicador Beneficio/Costo de los Tratamientos en Estudio

Detalle	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
	Renacer	Renacer	Renacer	Renacer	Vertiente	Vertiente	Vertiente	Vertiente
Relación B/C	1,00	1,10	1,24	1,14	0,91	1,00	1,18	1,10

De acuerdo a los datos obtenidos de la relación B/C, en el estudio no en todos los tratamientos presentan un margen de ganancia.

Como se observa en el cuadro 17, la **variedad renacer** tiene mayor retorno a comparación de la variedad vertiente, en relación a las utilidades en relación al beneficio/costo estableciendo el mayor B/C con un valor de 1,24 en el tratamiento con 20% de té de humus con una ganancia neta de 0,24 bs y dio un valor menor de 1,00 en el tratamiento con agua pura de la variedad Renacer en el cual, en la cual no se gana, solo se recupera lo invertido. Mientras que para la variedad Vertiente el mayor es del tratamiento con 20% de té de humus con un valor de 1,18 con una ganancia de 0,18 bs por cada boliviano invertido y el menor el con agua pura con un valor de 0,91 en la cual no existe ganancia, ni se recupera lo invertido.

Según estudios en cuanto a la rentabilidad de forrajes hidropónicos se puede mencionar que es rentable para animales menores, como el conejo, el cuy, y otros, puesto a que con poca cantidad de este forraje satisfacen sus necesidades, es por eso que el forraje hidropónico es recomendable y rentable para la producción de animales menores (Secano y Quispe, 2009).

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones según los objetivos.

Para analizar el nivel óptimo del té de humus lombriz en función a las variables, se menciona que aplicando 20% de té de humus de lombriz se obtiene mejor altura en la variedad renacer con un valor de 18,13 cm en promedio, mientras que el tratamiento de la variedad vertiente con agua pura tuvo una menor ganancia en la altura con un valor promedio de 9,14 cm.

Evaluando la producción de las dos variedades de triticale en cuanto a el rendimiento de materia verde el tratamiento de la variedad renacer con 20% de té de humus tiene un mayor rendimiento con un valor promedio de 13,63 Kg/m² y el menor la variedad vertiente con agua pura que dio un valor de 9,75 Kg/m² y de la misma manera para el rendimiento de materia seca el tratamiento 20% de té de humus tuvo un mayor rendimiento en cuanto a la materia seca con un valor de 40,56 %, y con una diferencia de 29,86 % en el tratamiento de la variedad vertiente con agua pura, por otra parte los otros tratamientos se encuentran intermedios entre estos, además en cuanto al análisis fisicoquímico la variedad renacer con 20% de té de humos cumple con los requerimientos para animales menores, siendo el más óptimo en su producción.

En cuanto a la relación beneficio/costo la variedad renacer tiene mayor retorno a comparación de la variedad vertiente, en relación a las utilidades en relación al beneficio/costo estableciendo el mayor B/C con un valor de 1,24 en el tratamiento con 20% de té de humus con una ganancia neta de 0,24 bs y el menor el con agua pura de la variedad vertiente con un valor de 0,91 sin tener ganancias, es más sin recuperar lo invertido.

7. RECOMENDACIONES.

En base a las conclusiones del trabajo de investigación podemos recomendar los siguientes puntos.

- ▶ Para la fertilización en un FVH con té de humus de lombriz no es recomendable utilizar en dosis altas el fertilizante ya que no mejora el rendimiento ni la calidad del cultivo más bien se desperdicia el fertilizante, en nuestro estudio el mejor rendimiento tubo la aplicación de un 20 % que es una dosis intermedia del té de humus de lombriz en la variedad renacer y vertiente de la especie Triticale.
- ▶ En cuanto a su valor nutricional con el análisis fisicoquímico se determinó que la variedad renacer con 20% de té de humos de lombriz cumple con los requerimientos para animales menores, siendo el más óptimo en su producción y en la relación beneficio/costo tiene mayor retorno a comparación de la variedad vertiente.
- ▶ Para un mejor aprovechamiento del fertilizante y agua de riego se recomienda colocar recolectores del agua de riego sobrante ya que en el momento del riego la planta no absorbe todo.
- ▶ se recomienda realizar estudios de raciones con forraje verde hidropónico de triticale en animales de importancia económico.

8. BIBLIOGRAFIA

- Alfaro, L. y Morales, T. (2011). Plan para la creación de una empresa dedicada al cultivo hidropónico de tomate en invernadero.
- Alvarez, F. (2012) producción de forraje verde hidropónico, Perú
- Alves, M., Soares, T., Silva, L., Fernandes, J., Oliveira, M., y Paz, V. (2011). Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, 15(5).
- Beltrano, J., y Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Beltrano, J. (2010). Introducción al cultivo hidropónico. CULTIVO EN HIDROPONIA.
- Camacho, I. y Quispe, R. (2014). Historia de la comunidad lacustre de Jancko Amaya. Fuentes, Revista de la Biblioteca y Archivo Histórico de la Asamblea Legislativa Plurinacional.
- Cantuta, R. (2015). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays l.), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia murillo del departamento de la paz [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andres]. Biblioteca de la Facultad de Agronomía UMSA. La paz Bolivia.
- Chambi, O. (2005). Comportamiento agronómico de variedades forrajeras introducidas de avena, cebada y triticale en la sub-cuenca media del rio keka provincia omasuyos [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andres] Biblioteca de la Facultad de Agronomía UMSA. La paz Bolivia.
- Del Moreno, E., Mora, R., Sánchez, F., y García, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) cultivados en hidroponía. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(SPE2).
- Demanet, R., Canseco, C., Reyes, A., Cantero E. (2004-2007). Determinación de materia seca con horno microondas, programa de desarrollo de proveedores, consultado 07 de oct. 2020, disponible en <https://consorciolechero.cl/chile/documentos/fichas-tecnicas/24 junio/>

determinación-de-materia-seca-con-horno-microondas.pdf.

- Dias, N., Sousa, O., Cosme, C., Jales, A., Rebouças, J., y Oliveira, A. (2011). Resporta de cultivares de alface a salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande.
- Díaz, G. (2010). Hidroponía en casa: una actividad familiar.
- Dorado, R. (2017). Efecto del Té de Plátano y Té de Estiércol en el comportamiento agronómico y producción del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.)” en la zona de Pangua(Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos tropicales, 31(1).
- Duran, F. (2009). Cultivo de pastos y forrajes: silvopastoriles, forraje verde hidropónico. Bogotá – Colombia p177-197.
- Donoso, P., y Fernando, P. (2012). Evaluación de Diferentes Fertilizantes Orgánicos en la Producción de Forraje y Semilla de *Poa palustris* en la Estación Agroeturística Tunshi (Bachelor's thesis).
- Espinoza, J. (s.f.). Protocolo para la viabilidad de *Platymiscium pinnatum* con fines de conservación y restauración ecológica. México. Consultado el 2 de enero de 2019, disponible en https://pronaturaveracruz.org/PDFs/viabilidad/Protocolo_vialbilidad_Platymiscium_pinnatum.pdf.
- Estrada, J. (2012). construcción y manejo de invernaderos o fitotoldos. FAO Bolivia. 80 p.
- FAO, (2001). Manual técnico forraje verde hidropónico. Santiago de Chile. 68p.
- Fernández, M. (2018). Estrés hídrico: sus efectos sobre el rendimiento de grano y la eficiencia de uso del agua de trigo pan (*Triticum aestivum* L.), trigo fideos (*Triticum durum* Desf.) y triticale (X *Triticosecale*, Wittmack). Semiárida, 23(1).
- Fuentes, F., Poblete, C., Huerta, M., Palape I. (2011). Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en

condiciones de desierto. Chile, consultado el 15 de Agosto de 2020, disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000300011>.

- García, E. (2013). Estrategias para la recuperación de suelos degradados en ambientes semiáridos: adición de dosis elevadas de residuos orgánicos de origen urbano y su implicación en la fijación de carbono (Doctoral dissertation, Universidad de Murcia).
- Gavilán, M. (2015). Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Ediciones Paraninfo, SA.
- Gómez, M. (2013). Enfoque InteGL de las transformaciones de los compuestos nitrogenados inorgánicos del Agua Residual Tratada durante el riego de las Áreas Verdes (Doctoral dissertation, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS).
- Gomez, M. (2012). Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes (Bachelor's thesis).
- Gomez, C. y Graciela, O. (2011). Introducción y adaptación de líneas de triticale (Tritico secale W.) procedentes del CIMMYT-México a condiciones de la EEA El Mantaro.
- Google Earth. 2019. Google Maps. Image NASA. Tele Atlas. Mapas/El Mercurio. Consultado el 22 de Abril de 2019. Disponible en: <http://earth.google.com>
- Herrera, E., Cerrillo, M. A., Juárez, A. S., Murillo, M., Rios, F. G., Reyes, O., y Bernal, H. (2010). Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. Interciencia.
- INIA, (2016). Producción de forraje verde hidropónico para la pequeña agricultura. Consultado el 07 de oct. de 2020, disponible en <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4710>.
- Juárez, P., Morales, H. J., Sandoval, M., Danés, A., Cruz-, E., Juárez, C., y Ortiz, M. (2013). Producción de forraje verde hidropónico. Revista Fuente nueva época Año.

- Kloster, A., Bainotti, C., Cazorla, C., Amigone, M. A., Donaire, G., y Baigorria, T. (2013). Triticale. Un cultivo invernal plástico y multifuncional. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa.
- López, P., Cano, A., Rodríguez, G., Torres, N., Rodríguez, S., y Rodríguez, R. (2011). Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo hidropónico. Tecnociencia chihuahua.
- López, R., Murillo, B., y Rodríguez, G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. Interciencia.
- Lozano, A., Zamora, V., Ibarra, L., Rodríguez, S., De la Cruz, E., y De la Rosa, M. (2009). Análisis de la interacción genotipo-ambiente mediante el modelo Ammi y potencial de producción de triticales forrajeros (X Triticosecale Wittm.). Universidad y ciencia.
- Llerena, R., Cañizares, P., Batista, A., Pedroso, J., Cruz, Y., y Sánchez, L. (2013). INCA TT-7. Primer cultivar cubano de triticale (X. Triticosecale Wittmack). Cultivos Tropicales.
- Maldonado, R., Álvarez, M., Acevedo, D., y Ríos, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. Revista Chapingo. Serie horticultura.
- Margarita, D. L. T. V. (2010). Estudio del efecto del forraje verde hidropónico en la alimentación de caprino.
- Mendoza, M., Cortez, E., Rivera, G., Rangel, J., Adrio, E., y Cervantes, F. (2011). Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticale (X Triticosecale Wittmack). Agronomía Mesoamericana.
- Mora, C. (2009). Evaluación del uso de forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo.
- Núñez, G., Payán, J. A., Pena, A., González, F., Ruiz, O., y Arzola, C. (2010). Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Revista mexicana de ciencias pecuarias.

- Ollo, M. (2014). Evaluación de distintos compost (industrial y doméstico) como ingrediente de sustrato y la acción de lavado sobre los mismos en pensamiento.
- Ordóñez, O., y Dolores, M. (2011). Evaluación de forraje hidropónico de avena y maíz en la alimentación de cobayos en la parroquia Vilcabamba del cantón de Loja (Bachelor's thesis).
- Ortega, L., Martínez, C., Ocampo, J., Sandoval, E., y Pérez, B. (2016). Eficiencia de sustratos en el sistema hidropónico y de suelo para la producción de tomate en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(3), 643-653.
- Ortiz, J., Sánchez, F., Castillo, M., Del Carmen, M., y Torres, A. (2009). Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Revista fitotecnia mexicana*.
- Paccapelo, H., Ferreira, V., Picca, A., Ferrari, E., Domínguez, R., Grassi, E., y Castillo, E. (2017). Triticale (x Triticosecale Wittmack): rendimiento y sus componentes en un ambiente semiárido de la Argentina. *Chilean journal of agricultural and animal sciences*.
- Palomino, K. (2008). Producción de forraje verde hidropónico, Perú. 96p.
- Paulus, D., Neto, D., Frizzone, J., y Soares, T. (2010). Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*.
- Plana R., González J., y Soto, F. (2016). Uso combinado de Ecomic®, Fitomas-e® y fertilizantes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticale (x. Triticosecale Wittmack), cv INCA TT-7. *Cultivos Tropicales*.
- PROGRAMA CUENCA POOPO, (2015). Forraje hidropónico, Oruro-Bolivia, consultado el 8 de agosto de 2019. Disponible en <https://es.slideshare.net/cuencapooipo/la-produccion-hidropnica-de-forrajes>.
- PROYECTO ALTAGRO, (2010). Cultivo de forrajes anuales. Consultado el 12 de junio de 2019. Disponible en

<http://altagro.org/img/CARTILLAS/21.%20Cultivo%20de%20forrajes%20anuales.pdf>.

- PDM plan de desarrollo municipal de Achacachi (2014-2018).
- Ramírez, F., Gómez, J.J. y Flórez, V.J. (2011). Evaluación del Fertilizante Orgánico Líquido de Lombriz San Rafael en el cultivo de Rosa cv. Classy. *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, Vol. 64, num.2, pp.6147-6157. Disponible <http://www.scielo.org.co>.
- Rivera, A., Moronta, M., González, M., González, D., Perdomo, D., García, D., y Hernández, G. (2010). Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia tropical*, 28(1), 33-41.
- Rodríguez, J. (Ed.). (2012). Innovación en la universidad: prácticas, políticas y retóricas (Vol. 35).
- Ronzón, M., Hernández, M., y Pérez, C. (2012). Producción hidropónica y acuapónica de albahaca (*Ocimum basilicum*) y langostino malayo (*Macrobrachium rosenbergii*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.
- Romero, E., Córdova, G., Hernández, E. (2009). Producción de forraje verde hidropónico y su aceptación en ganado lechero. Universidad de Guanajuato, México. Consultado el 12 de agosto del 2020, Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41611810002>.
- Saavedra, D. (2018). Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (*hordeum vulgare*) en la dieta de cuyes (*cavia porcellus*) en recría.
- Salas, L., Preciado, P., Esparza, J., Álvarez-Reyna, V. D. P., Palomo, A., Rodríguez, N., y Márquez, C. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 355-360.
- Salas, L., Esparza, J., Preciado, P., Álvarez, V., Meza, J., Velázquez, J., y Murillo, M. (2012). Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. *Interciencia*.

- Sánchez, F., González, L., Moreno, E., Pineda, J., y Reyes, C. (2014). Dinámica nutrimental y rendimiento de pepino cultivado en hidroponía con y sin recirculación de la solución nutritiva. *Revista fitotecnia mexicana*.
- Secano, B. y Quispe, D. (2009). La Paz-Bolivia, Carrera De Ingeniería Agronómica.
- Soto, F., Hernández, N., y Plana, R. (2009). Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) y triticale (X *Triticum secale* Wittmack) y su relación con el rendimiento. *Cultivos Tropicales*.
- Sua A.M. (2015). Evaluación del efecto de dos tipos de fertilizantes sobre el crecimiento desarrollo y productividad de forraje verde hidropónico de avena (*Avena sativa*,L.) y raygrass (*Lolium multiflorum*) [Trabajo de Grado, Fundación Universitaria Agraria de Colombia Programa de ingeniería Agroindustrial] Bogota Colombia consultado en <https://issuu.com>.
- Tito, A. (2016). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*zea mays* L.), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia murillo del departamento de la paz [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andres]. Biblioteca de la Facultad de Agronomía UMSA. La paz Bolivia.
- Theilig, S. L. (2016). Eliminación de nutrientes mediante el empleo de cultivos hidropónicos (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).
- Toapanta, A. (2016). Efecto de la trichoderma más una base estándar de humus en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*) (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Torres, L., y Karina, S. (2012). Efecto del Fotoperíodo en la Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz con Diferente Soluciones Nutritivas para Alimentación de Conejos en el Período de Engorde (Bachelor's thesis).
- Torres, D. (2013). Establecimiento de un invernadero para forraje verde hidropónico y siembra de dos gramíneas, maíz y avena, en la quinta experimental punzara (Bachelor's thesis).

- Trigo, Y. (2015). El centro de investigación y mejoramiento del maíz y el trigo (CIMMYT). Sociológica México.
- Valoy, B., López, M., Navarro, M., Agüero, V. y Valdés, L. (2012). Hidroforraje de *Leucaena leucocephala* para alimentar conejos. Revista de Producción Animal.
- Vargas, J. (2010). Curso básico de hidroponía. com.
- Vázquez, R., Valdez, R., Blanco, F., Ojeda, M., y Martínez, J. (2009). Producción hidropónica de nopal verdura. VIII Simposium-Taller Nacional y 1er. Internacional de “Producción y Aprovechamiento del Nopal”.

9. ANEXOS

Anexo 1. Análisis bromatológico del té de humus

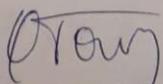
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNOSTICO E INVESTIGACIÓN EN
 SALUD (SELADIS)
 LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No.0177 Decreto Supremo No. 25729

	INFORME DE RESULTADOS		CODIGO:	
	LABORATORIO DE BROMATOLOGIA		10203	
Informe N°:	/18			
Producto:	ABONO ORGANICO LIQUIDO TD HUMUS			
Marca:	S/M	Razón Social	HUMBERTO HUANQUI CEPPEDES	
Procedencia	No indica			
Fecha de recepción muestra:	2018/11/28	Fecha de emisión de resultados:	2018/12/17	
Fecha de inicio de ensayos:	2018/11/29			

RESULTADOS

ENSAYO REALIZADO	UNIDADES	RESULTADOS OBTENIDOS	METODO DE ENSAYO
PH	---	7.58.-	POTENCIOMETRIA
NITROGENO	%	0.056.-	VOLUMETRIA
PROTEINA	%	0.35.-	VOLUMETRIA
FOSFORO	mg/L	161.16.-	ESPECTROFOTOMETRIA
POTASIO	mg/L	142.48.-	COLORIMETRIA
CALCIO	mg/L	49.58.-	VOLUMETRIA
CONDUCTIVIDAD	milicm ⁻¹	1,617.-	CONDUCTIVIMETRO

NSD: No Se Detecta / SLR: Sin Límite de Referencia / EAA: espectro de absorción atómica / <LD menor al límite de detección (<0.01 mg/L), * Valores referenciales del agua potable NB-512


 Dra. Maria O. Torrez T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Nota: Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingreso al laboratorio. NB: Norma Boliviana / AOAC: American Organization Analytical

Anexo 2. Análisis fisicoquímico de la variedad renacer con agua



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA



RELOAA



LCA-P18-F01

Versión: 01

Emisión: 2016-03-28

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Código: 18 - 0239	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Testigo		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno	Cantidad: 300 g		
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo: 43677		
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

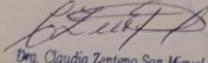
ANALISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor Energético	31	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	92,07	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,47	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	0,21	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	4,80	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,45	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

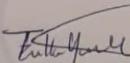
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Testigo

Analista (s): Dra.D.Vasquez, Dra.E.Mendoza

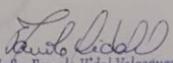
La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno San Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL AREA DE FISIQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA



M. Sc. Erika Montaña Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Faviola Vidal Velasquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



INLASA
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
La Paz - Bolivia

Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 3. Análisis fisicoquímico de la variedad renacer con 10% de Té de humus



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA



LCA-P18-F01

Versión: 01
INFORME DE ENSAYO
Página: 1 de 1

Emisión: 2016-03-28

Código: 18 - 0235	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Nivel TH 10%		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno	Cantidad: 300 g		
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo: 43678		
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

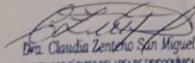
ANÁLISIS FISIQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor Energético	43	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	89,41	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,52	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	0,48	g/100g	----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	7,15	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,44	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

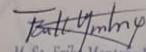
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Nivel TH 10%

Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza

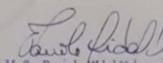
La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno San Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FISIQUÍMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA



M. Sc. Erika Montano Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Faviola Vidal Velasquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 4. Análisis fisicoquímico de la variedad renacer con 20% de Té de humus



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA



LCA-P18-F01 Página: 1 de 1

Versión: 01 **INFORME DE ENSAYO**

Emisión: 2016-03-28

Código: 18 - 0236	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Nivel TH 20%			
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA			
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores			
Procedencia: Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo				
Envase: Polietileno	Cantidad: 300 g			
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo: 43679			
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00	
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00	
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30	

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

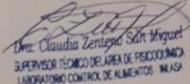
ANÁLISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor Energético	34	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	91,66	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,32	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	0,51	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	5,08	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,43	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

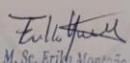
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Nivel TH 20%

Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza

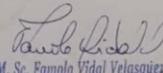
La Paz, 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno San Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL AREA DE FISIQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS INLASA



M. Sc. Erik Montano Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Favola Vidal Velásquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio



Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 5. Análisis fisicoquímico de la variedad renacer con 30% de Té de humus



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA




LCA-P18-F01 Página: 1 de 1

Versión: 01 **INFORME DE ENSAYO**

Emisión: 2016-03-28

Código: 18 - 0238	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Nivel TH 30%		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno	Cantidad: 300 g		
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo: 43680		
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

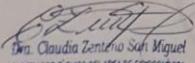
ANÁLISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LIMITE
Valor Energético	30	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	92,31	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,22	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	0,20	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	4,85	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,42	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

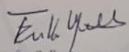
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Renacer - Nivel TH 30%

Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza

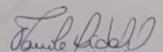
La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno Sola Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL AREA DE FISIQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA



Sr. Erick Montaña Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Faviola Vidal Velasquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 6. Análisis fisicoquímico de la variedad vertiente con agua



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA




LCA-P18-F01

INFORME DE ENSAYO

Emisión: 2016-03-28 Página: 1 de 1

Código: 18 - 0242	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Testigo		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno	Cantidad: 300 g		
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo: 43673		
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

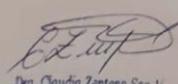
ANÁLISIS FISCOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor Energético	61	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	86,58	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	3,16	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	2,05	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	7,66	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,55	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

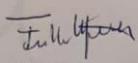
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Testigo

Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza

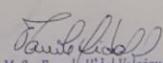
La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno San
SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FISCOCUQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS INLASA



M. Sc. Erika Montaña Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Favola Vidal Velásquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Esta prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 7. Análisis fisicoquímico de la variedad vertiente con 10% de Té de humus



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA



RELOAA

LCA-P18-F01 Página: 1 de 1

Versión: 01 **INFORME DE ENSAYO**

Emisión: 2016-03-28

Código: 18 - 0240	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Nivel TH 10%		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno			Cantidad: 300 g
Acta de muestreo: 407404			Tarjeta de muestreo: 43674
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

ANÁLISIS FISCOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor Energético	51	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	88,70	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,97	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	1,75	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	6,12	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,46	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

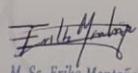
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Nivel TH 10%

Analista (s): Dra. D. Vasquez, Dra. E. Mendoza

La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno San Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FISCOQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA



M. Sc. Erika Montaña Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Favola Vidal Velásquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA



Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.

Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 8. Análisis fisicoquímico de la variedad vertiente con 20% de Té de humus



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN



RELOAA



LCA-P18-F01

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Versión: 01
Emisión: 2016-03-28

Código: 18 - 0237	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Nivel TH 20%		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno	Cantidad:	300 g	
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo:	43675	
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

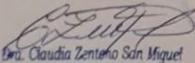
ANÁLISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LIMITE
Valor Energético	37	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	90,73	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,77	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	0,45	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	5,53	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,52	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Nivel TH 20%

Analista (s): Dra.D.Vasquez , Dra.E.Mendoza

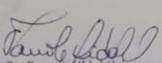
La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenteno San Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL AREA DE PESQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA



M. Sc. Erika Montaña Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Faviola Vidal Velasquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia

Anexo 9. Análisis fisicoquímico de la variedad vertiente con 30% de Té de humus



MINISTERIO de SALUD
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
DR. NÉSTOR MORALES VILLAZÓN




RELOAA

LCA-P18-F01

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Versión: 01
Emisión: 2016-03-28

Código: 18 - 0241	Muestra: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Nivel TH 30%		
Nombre de Cliente:	ETAs - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (Lado Estado Mayor) Miraflores		
Procedencia:	Localidad Achacachi - Provincia Omasuyo		
Envase: Polietileno	Cantidad:	300 g	
Acta de muestreo: 407404	Tarjeta de muestreo:	43676	
Fecha de muestreo:	2018-02-05	Hora:	12h00
Fecha de ingreso a laboratorio:	2018-02-06	Hora:	10h00
Fecha de análisis:	2018-02-07	Hora:	08h30

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Color: Característico	Sabor: Característico
Olor: Característico	Aspecto: Característico

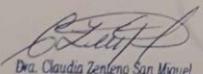
ANÁLISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor Energético	38	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Humedad	90,31	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	2,73	g/100g	ISO 20483-2013	Sin limite de referencia
Grasa	0,32	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	6,11	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Cenizas	0,53	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia

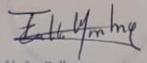
Clasificación: FVH -Triticale - Variedad Vertiente - Nivel TH 30%

Analista (s): Dra.D.Vasquez, Dra.E.Mendoza

La Paz , 16 de febrero de 2018



Dra. Claudia Zenleno San Miguel
SUPERVISOR TÉCNICO DEL AREA DE FISICOQUIMICA
LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA



M. Sc. Erika Montañón Riveros
RESPONSABLE TÉCNICO
LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
INLASA



M. Sc. Faviola Vidal Velasquez
COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL
INLASA

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.
Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



Dirección: Rafael Zubieta N° 1889 (Lado del Estado Mayor General del Ejército) Miraflores
Teléfonos: 2224078 - 2226048 - 2226670 - 2225194 - 2225198 • Fax: 591-2-2228254 - 2225007
La Paz - Bolivia