

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



TESIS DE GRADO
EFFECTO DEL ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO AEROBICO EN LA
PRODUCCIÓN DEL FORRAJE BIOHIDROPONICO EN TRITICALE (*Triticum ssp.*)
EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

JOHN WILVER MALDONADO JIMENEZ

LA PAZ – BOLIVIA

2020

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DEL ABONO ORGÁNICO LÍQUIDO AEROBICO EN LA PRODUCCIÓN DEL FORRAJE BIOHIDROPONICO EN TRITICALE (*Triticum ssp.*) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

Tesis de grado presentado como requisito Parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo

JOHN WILVER MALDONADO JIMENEZ

Asesor:

Ing. MS.c. Eduardo Chilón Camacho

Ing. Agr. Víctor Hugo Aquino Romero

Comité Revisor:

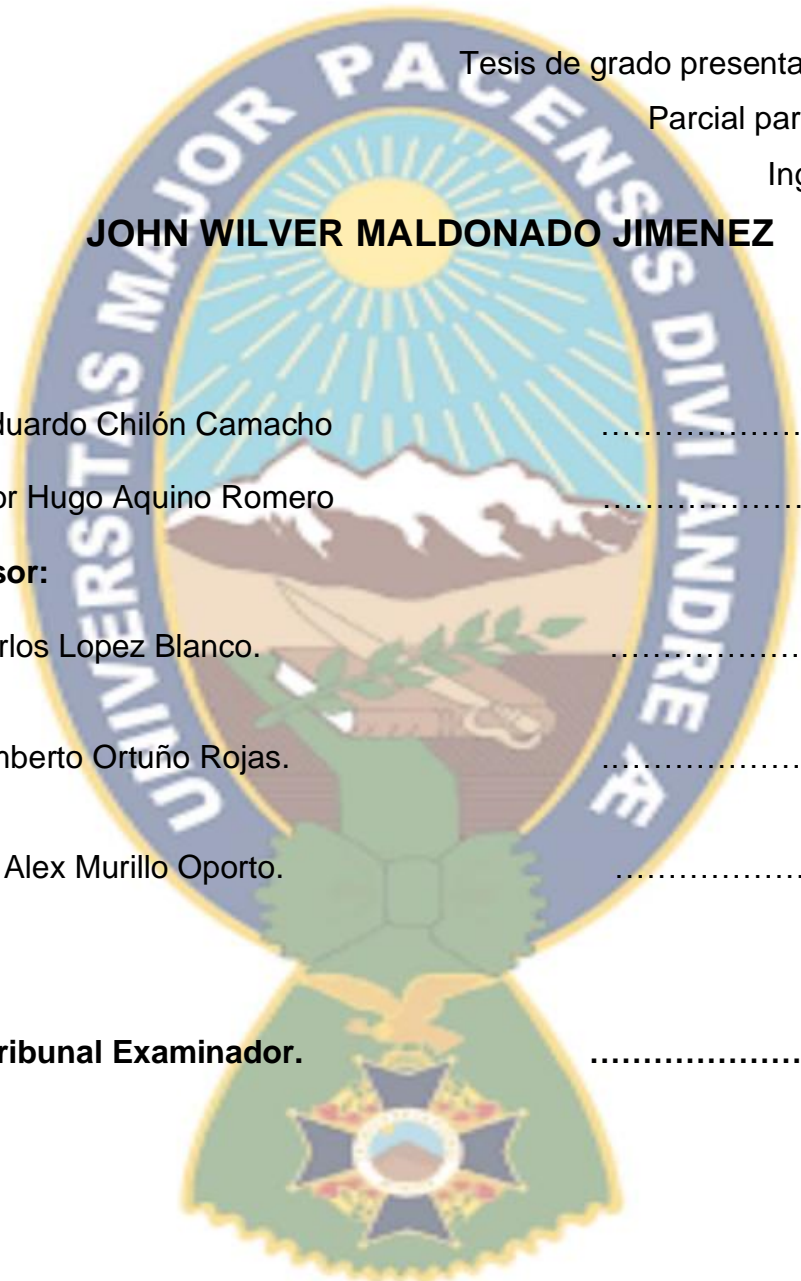
Ing. M.Sc. Carlos Lopez Blanco.

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas.

Ing. Williams Alex Murillo Oporto.

Aprobado:

Presidente Tribunal Examinador.



Dedicatoria:

El presente trabajo está dedicado a mi familia en especial a mis padre: Gualberto Maldonado Fuentes y Martha Jiménez Chambi por el apoyo incondicional, comprensión y aliento que me brindo durante estos años, en cada paso de mi formación profesional, muchas gracias.

Agradecimiento:

A la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme acogido en sus aulas, a todos mis docentes por compartir sus conocimientos y enseñanzas, y en especial a mis asesores Ing. MS.c. Eduardo Chilón Camacho Ing. Víctor Hugo Aquino Romero, por la paciencia, apoyo, amistad, y dedicación que me brindó al revisar cada capítulo del presente Proyecto de tesis

A mis tribunales Ing. Carlos López Blanco, Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas, Ing. William Alex Murillo Oporto. Por brindarme el apoyo necesario para poder concluir este proyecto. Gracias.

A mis amigos y compañeros de carrera, con quien compartí tantos momentos bellos e inolvidables. Gracias.

RESUMEN

El cambio climático es una realidad en Bolivia y el mundo, se prevén fuertes modificaciones en el comportamiento de la temperatura y en los regímenes pluviales, mayor incidencia de heladas, así como también, presencia de sequías prolongadas.

Todo este conjunto de cambios en el comportamiento climático afectará especialmente a los pequeños productores, bajando considerablemente los rendimientos e ingresos. Y es así que los forrajes son cada vez más escasos para alimentar a los animales. Por otra parte los elevados costos de producción hacen que sea necesario encontrar una fuente de forraje, con alto contenido de proteína, pasto verde abundante durante todo el año sin importar las condiciones climáticas, y sobre todo a bajos costos dependiendo de la inversión e ingenio del agricultor.

Si bien la hidroponía es una de las novedosas técnicas de producción de alimentos sin suelo, como también forraje verde para la producción pecuaria. Uno de los problemas que se tiene en este sistema de producción es los escasos insumos orgánicos que se tiene para la producción del mismo. Es de imperiosa necesidad dar solución a este problema.

Una de las estrategias para la producción ecológica es el uso de abonos orgánicos líquidos aeróbico (AOLA). Siendo de fácil obtención y muy versátil para diferentes sistemas de producción agrícola.

En nuestro medio el Triticale, no es muy conocido por los agricultores. Por lo tanto el presente trabajo de investigación se realiza, con el fin de establecer una tecnología de cultivo bajo condiciones de carpa solar y además incorporar este cereal como un insumo para la nutrición animal en forma de forraje, para el aprovechamiento de todas de sus características nutricionales.

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, esta se encuentra situada a 15 km al sureste del centro de la ciudad de La Paz en la zona de

Cota Cota, Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a3445 m.s.n.m. latitud Sur 16°32" y longitud Oeste 68°8".

El diseño experimental que se utilizó para esta investigación fue el diseño completamente al azar con arreglo bi – factorial con 4 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo en total de 12 unidades experimentales, los datos fueron analizados con el software INFOSTAT con las respectivas pruebas de Duncan.

Se obtuvo una diferencia muy significativa en el factor Variedad (*horizonte y Renacer*), lo que indica que este factor influyo de manera importante en la investigación. Particularmente en la variable altura de planta.

Se pudo observar que en el análisis de varianza, no existió significancia en el factor Dosis de Aola (%) lo que indica que este factor no influyo en la variable altura de planta.

También se pudo observar que en el análisis de varianza, se tiene una significancia muy alta en la interacción de los factores variedad de Triticale (*Horizonte y Renacer*) y dosis de Aola (%) lo que indica que esta interacción de factores influyo en la variable altura de planta

En la Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$ para la altura de Triticale, se observó que existen dos grupos de los cuales la variedad Horizonte es la más diferenciada porque tiene el mayor porcentaje en promedio de altura de planta con 11,59 cm que es significativamente superior a la otra variedad renacer.

Utilizando la prueba de medias de Duncan al 5 % en la evaluación de altura de planta, de la interacción de variedad y dosis de Aola, se observó la presencia de tres grupos bien diferenciados.

El tratamiento que obtuvo mejores resultados en cuanto a altura de planta fue el tratamiento V1D2 (variedad *Horizonte* con dosis 35 % de Aola) con un promedio de 12,53 cm de altura de planta. Y los resultados más bajos obtuvo el tratamiento V2D2 (variedad *Renacer* con dosis de 35 % de Aola).

Los resultados demuestran que el cultivo Triticale variedad *Horizonte* asimila mejor los componentes del abono líquido aeróbico (Aola), siendo una variedad de reciente aparición, se puede recomendar para su producción.

Con un coeficiente de variabilidad de 14,9 lo que indica que hubo un manejo correcto en el manejo del cultivo durante la investigación.

Se pudo observar que en el análisis de varianza, no existió significancia en el factor variedad de semilla de Triticale (*Horizonte* y *Renacer*) lo que indica que este factor no influyo en la variable rendimiento de materia verde.

Se obtuvo una diferencia muy significativa en el factor dosis de Aola, lo que indica que este factor influyo de manera importante en los resultados obtenidos de esta variable.

También se pudo observar que en el análisis de varianza, no existió significancia en la interacción de los factores variedad de Triticale (*Horizonte* y *Renacer*) y dosis de Aola (%) lo que indica que esta interacción de factores no influyo en la variable rendimiento de materia verde.

Según la prueba de medias Duncan al 5 % indica que existió una similitud estadística en los tratamientos D2, D3, D4 con dosis de Aola (35%,45%,55%) pero también indica que el tratamiento D3 (dosis de 35% de Aola) obtuvo mejores resultados con 2,78 kg/0,20 m², a diferencia de los demás tratamientos.

También se observa que el tratamiento con agua obtuvo los rendimientos más bajos con 1,5 kg/0,20m².

Los datos de materia seca se obtuvieron resultados similares, pero el que obtuvo mejores resultados es el tratamiento V1D4 (variedad *horizonte* con dosis de 55 % de Aola) con 23 % de materia seca.

Se pudo observar que de igual manera que en el rendimiento de materia verde, el tratamiento V1D4 obtuvo los mejores rendimientos de materia seca, con 0,674 kg/0,20 m². Esto demuestra que el Triticale variedad *Horizonte* administrando una dosis de 55% de Aola en un sistema hidropónico obtuvo mejores resultados en cuanto a rendimiento

de materia seca, y posteriormente se puede recomendar para posteriores formulaciones para alimento pecuario.

El mayor valor de proteína cruda se presenta en los tratamientos V1D1, V1D2. Con un porcentaje de proteína cruda de 17 % lo que indica que estos tratamientos con tiene un porcentaje alto con relación a los demás tratamientos. Los tratamientos que obtuvieron los porcentajes de proteína cruda más bajos son V2D3, V2D4 con 15 % de proteína cruda.

El análisis químico del abono líquido AOLA que se utilizó en el experimento, muestra que presentó un pH de 8,79 que corresponde a una calificación de pH básico, para los cultivos es adecuado y sin ningún problema. La conductividad eléctrica es 1,42 mS/cm que sin embargo en la difusión que se realiza para su aplicación a la planta, su valor disminuye. El nitrato fue de 102,89 mg / L NO₃; el fósforo fue de 59,07 mg / L P; el potasio tuvo 321,65 mg / L K; el hierro 0,202 mg / L Fe; el cobre fue 0,003 mg / L Cu y zinc tuvo 0,014 mg / L Zn. Estos valores dan cuenta que se trata de un abono orgánico líquido aeróbico de buena calidad y bastante adecuada para su uso de abono foliar.

En los costos variables, se desestimó la mano de obra, ya que tratándose de un sistema de forraje verde hidropónico, no requirió mano de obra significativa, para que sea tomada en cuenta en el análisis económico.

Los tratamientos V1D4 y V2D4 obtuvieron los más altos costos de producción total. Con 9,695 y 9,695 Bs/bandeja respectivamente. Ya que se aplicó el 55% de Aola en la dosis aplicada en ese tratamiento. Y los tratamientos con más bajos costos de producción fueron los tratamientos V1D1 y V2 D1 con 5,375 Bs/bandeja. que solo se dosifico agua para su producción.

El tratamiento V1D2 obtuvo un mejor ingreso neto con 9,4 Bs/bandeja, lo que se recomendaría para su aplicación en un sistema de producción de forraje verde hidropónico.

Los tratamientos V1D1, V1D4, V2D1, V2D3, V2D4 obtuvieron una relación beneficio/costo menor a 1. Lo que se resume a que los beneficios son menores que los

costos, lo que indica que no es rentable aplicar estos tratamientos para una producción comercial.

Los tratamientos V1D2, V1D3, V2D2, obtuvieron una relación beneficio/costo mayor a 1, lo que indica que los beneficios son mayores a los costos, por consecuente es rentable aplicar estos tratamientos de manera comercial para la producción pecuaria. Pero a su vez el tratamiento V1D2 obtuvo una mayor relación beneficio/costo, lo que indica que este tratamiento es más rentable si se decide aplicarlo a una producción extensiva.

SUMMARY

Climate change is a reality in Bolivia and the world, strong modifications are expected in the behavior of temperature and rainfall regimes, a higher incidence of frosts, as well as the presence of prolonged droughts.

All this set of changes in climate behavior will especially affect small producers, considerably lowering yields and income. And so it is that forages are increasingly scarce to feed animals. On the other hand, the high production costs make it necessary to find a source of forage, with a high protein content, abundant green grass throughout the year regardless of the weather conditions, and especially at low costs depending on the investment and ingenuity of the farmer.

While hydroponics is one of the novel soilless food production techniques, it is also green forage for livestock production. One of the problems encountered in this production system is the scarce organic inputs available for its production. A solution to this problem is imperative.

One of the strategies for organic production is the use of aerobic liquid organic fertilizers (AOLA). Being easy to obtain and very versatile for different agricultural production systems.

In our environment, Triticale is not well known to farmers. Therefore, the present research work is carried out, in order to establish a cultivation technology under solar tent conditions and also incorporate this cereal as an input for animal nutrition in the form of forage, to take advantage of all its characteristics nutritional.

The present research work was carried out at the Experimental Center of Cota Cota, dependent on the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés, it is located 15 km southeast of the center of the city of La Paz in the area de Cota Cota, Murillo Province of the Department of La Paz, at 3445 masl South latitude 16°32 "and West longitude 68°8"

The experimental design used for this research was a completely randomized design with a bi-factorial arrangement with 4 treatments and 3 repetitions, having a total of 12 experimental units, the data were analyzed with the INFOSTAT software with the respective Duncan tests.

There is a very significant difference in the Variety factor (horizon and Reborn), which indicates that this factor had an important influence on the research. Particularly in the variable plant height. It was observed that in the variance analysis, there was no significance in the Aola Dose factor (%), which indicates that this factor did not influence the plant height variable. It could also be observed that in the analysis of variance, there is a very high significance in the interaction of the factors variety of Triticale (Horizon and Renacer) and dose of Aola (%), which indicates that this interaction of factors influenced the variable plant height. In the Duncan test $\alpha = 0.05$ for the height of Triticale, it was observed that there are two groups of which the Horizon variety is the most differentiated because it has the highest average percentage of plant height with 11.59 cm which is significantly superior to the other reborn variety.

Using the Duncan means test at 5% in the evaluation of plant height, of the interaction of variety and Aola dose, the presence of three well differentiated groups was observed. The treatment that obtained the best results in terms of plant height was the V1D2 treatment (Horizonte variety with 35% Aola dose) with an average of 12.53 cm of plant height. And the lowest results were obtained by the V2D2 treatment (Renacer variety with 35% Aola dose). The results show that the Triticale variety Horizonte crop better assimilates the components of the aerobic liquid fertilizer (Aola), being a variety of recent appearance, it can be recommended for its production. With a coefficient of variability of 14.9 which indicates that there was a correct management in the management of the crop during the investigation. It was observed that in the analysis of variance, there was no significance in the Triticale seed variety factor (Horizonte and Renacer), which indicates that this factor did not influence the green matter yield variable.

A very significant difference was obtained in the Aola dose factor, which indicates that this factor had an important influence on the results obtained for this variable.

It could also be observed that in the analysis of variance, there was no significance in the interaction of the factors variety of Triticale (Horizon and Renacer) and dose of Aola (%), which indicates that this interaction of factors did not influence the variable yield of green matter.

According to the Duncan means test at 5%, it indicates that there was a statistical similarity in treatments D2, D3, D4 with doses of Aola (35%, 45%, 55%) but also indicates that treatment D3 (dose of 35% of Aola) obtained better results with 2.78 kg / 0.20 m², unlike the other treatments.

It is also observed that the water treatment obtained the lowest yields with 1.5 kg / 0.20m².

In the dry matter data, similar results were obtained, but the one that obtained the best results is the V1D4 treatment (horizon variety with 55% Aola doses) with 23% dry matter.

It was observed that, in the same way as in the green matter yield, the V1D4 treatment obtained the best dry matter yields, with 0.674 kg / 0.20 m². This shows that the Triticale variety Horizon, administering a dose of 55% of Aola in a hydroponic system obtained better results in terms of yield of near matter, and later it can be recommended for subsequent formulations for livestock feed.

The highest crude protein value occurs in treatments V1D1, V1D2. With a crude protein percentage of 17%, which indicates that these treatments have a high percentage in relation to the other treatments. The treatments that obtained the lowest percentages of crude protein are V2D3, V2D4 with 15% crude protein.

The chemical analysis of the AOLA liquid fertilizer that was used in the experiment shows that it presented a pH of 8.79 which corresponds to a basic pH qualification, for the crops it is adequate and without any problem. The electrical conductivity is 1.42 mS / cm that, however, in the diffusion that is carried out for its application to the plant, its value decreases. Nitrate was 102.89 mg / L NO₃; phosphorus was 59.07 mg / L P; potassium had 321.65 mg / L K; iron 0.202 mg / L Fe; copper was 0.003 mg / L Cu and zinc had 0.014 mg / L Zn. These values show that it is an aerobic liquid organic fertilizer of good quality and quite suitable for use as foliar fertilizer.

In variable costs, labor was disregarded, since in the case of a hydroponic green forage system, it did not require significant labor, to be taken into account in the economic analysis.

The V1D4 and V2D4 treatments obtained the highest total production costs. With 9,695 and 9,695 Bs / tray respectively. Since 55% of Aola was applied in the dose applied in that treatment. And the treatments with the lowest production costs were treatments V1D1 and V2 D1 with 5,375 Bs / tray. that only water was dosed for its production.

The V1D2 treatment obtained a better net income with 9.4 Bs / tray, which would be recommended for its application in a hydroponic green forage production system.

Treatments V1D1, V1D4, V2D1, V2D3, V2D4 obtained a benefit / cost ratio of less than 1. Which is summarized to the fact that the benefits are less than the costs, which indicates that it is not profitable to apply these treatments for commercial production.

Treatments V1D2, V1D3, V2D2, obtained a benefit / cost ratio greater than 1, which indicates that the benefits are greater than the costs, therefore it is profitable to apply these treatments commercially for livestock production. But in turn, the V1D2 treatment obtained a higher benefit / cost ratio, which indicates that this treatment is more profitable if it is decided to apply it to extensive production.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	19
1.1 JUSTIFICACION.....	20
2. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo general.....	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	21
3.1 Triticale	21
3.1.1 Características de los principales cultivares.....	21
3.1.2 Taxonomía, origen y distribución geográfica	22
3.1.3 Morfología	22
3.1.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	22
3.1.5 Utilización en producción animal	25
3.2 Aola.....	28
3.2.1 Abono orgánico liquido aeróbico (aola)	28
3.2.2 Potencialidad del Aola.....	29
3.2.3 Proceso técnico de aolificación	29
3.2.4 Características de abono orgánico liquido aeróbico (AOLA)	29
3.2.3 Importancia de los abonos orgánicos líquidos.....	30
3.2.4 Ventajas de los abonos orgánicos líquidos	30
3.3 Hidroponía	31
3.4 Forraje verde hidropónico (fvh)	32
3.5 Biohidroponía.....	33
3.6 Carpas solares.....	34
3.6.1 Tamaño	34
3.6.2 Ubicación.....	35

3.6.3 Construcción	35
3.6.4 El piso.....	35
3.6.5 Estructuras de soporte	35
3.6.6 Modulaci3n	35
4.6.7 Sistema de riego	36
3.6 Localizaci3n de las instalaciones	36
4. MATERIALES Y METODOLOGIA.....	37
4.1 Ubicaci3n	37
4.1.1 Ubicaci3n geogr3fica.....	37
4.1.2 Características generales de la Estacion Experimental Cota Cota - UMSA..	37
4.2 Insumos	38
4.2.1 Material biol3gico	38
4.2.2 Material de trabajo.....	39
4.2.3 Material de investigaci3n	39
4.2.4 Material de gabinete.....	39
4.3 Adecuaci3n del ambiente hidrop3nico	40
4.4 Preparaci3n de las bandejas de producci3n	40
4.5 Lavado y desinfecci3n de la semilla.....	41
4.6 Remojo y dosis de siembra.....	41
4.7 Siembra en las bandejas	41
4.8 Germinaci3n controlada en el ambiente (cuarto oscuro)	41
4.9 Area clara.....	41
4.10 Cosecha.....	42
4,5 Diseño experimental	42
4.5.1 Factores y tratamientos	42
4.5.2 Modelo lineal aditivo.....	43

4.5.3 Croquis experimental.....	44
4.5.4 Unidad experimental	45
4.6 Variables de respuesta	45
4.6.1 Por ciento de germinación.....	45
4.6.2 Altura de la plantas.....	45
4.6.3 Rendimiento de materia verde	45
4.6.4 Producción de materia seca.....	45
4.6.5 Análisis económico.....	45
4.6.6 Evaluación económica.....	46
4.6.7 Ingreso bruto:	46
4.6.8 Ingreso neto	46
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
5.1 Calidad de semillas.....	46
5.2 Altura de planta.....	47
5.3 Rendimiento en materia verde	49
5.4 Cantidad de materia seca	51
5.5 Determinación de la dosis más efectiva en la producción	52
5.6 Contenido de proteína cruda.....	54
5.7 Características y composición del aola utilizado en la producción de forraje verde hidropónico (FVH).....	55
5.8 Análisis económico	56
5.8.1 Costos variables.....	56
5.8.2 Ingreso neto	58
5.8.3 Relación beneficio costo.....	58
6. CONCLUSIONES.....	59
7. RECOMENDACIONES.	62

8. BIBLIOGRAFIA.....	63
----------------------	----

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Taxonomía del triticale.....	9
Cuadro 2: temperatura optimas.....	10
Cuadro 3: Resultado AOLA C1 y AOLA - HL1.....	15
Cuadro 4: Características de dos tipos de Abono orgánico liquido aeróbico (AOLA)....	17
Cuadro 5: Descripción de la combinación de los tratamientos estudiados.....	30
Cuadro 6: Análisis de varianza para altura de planta.....	34
Cuadro 7: Prueba de medias Duncan al 5 % de medias entre variedades para la altura de triticale.....	35
Cuadro 8: Prueba de medias Duncan al 5 % entre variedades y dosis para la altura de Triticale.....	35
Cuadro 9: Análisis de varianza del rendimiento en materia verde.....	36
Cuadro 10: Prueba Duncan al 5 % para peso de materia verde (kg/0,20m2).....	37
Cuadro 11: Materia seca por tratamiento (%)......	38
Cuadro 12: Relación rendimiento de materia verde y materia seca.....	39
Cuadro 13: Análisis del forraje verde hidropónico para proteína cruda.....	41
Cuadro 14: Descripción de las características del AOLA en base al Análisis Químico.	42
Cuadro 15: Costos variables de producción para cada tratamiento.....	44
Cuadro 16: Análisis de ingreso bruto e ingreso neto.....	45
Cuadro 17: cuadro relación beneficio costo.....	45

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Grafico de materia seca (%).....	38
---	----

Grafico 2: Rendimiento materia seca (Kg/0,20 m2).....40

Grafico 3: Porcentaje de proteína cruda (%).....41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: ubicación del Centro Experimental de Cota Cota.....24

Figura 2: Croquis del diseño experimental.....31

Figura 3: Unidad experimental.....31

1. INTRODUCCION

El cambio climático es una realidad en Bolivia y el mundo, se prevén fuertes modificaciones en el comportamiento de la temperatura y en los regímenes pluviales, mayor incidencia de heladas, así como también, presencia de sequías prolongadas.

Todo este conjunto de cambios en el comportamiento climático afectará especialmente a los pequeños productores, bajando considerablemente los rendimientos e ingresos. Y es así que los forrajes son cada vez más escasos para alimentar a los animales. Por otra parte los elevados costos de producción hacen que sea necesario encontrar una fuente de forraje, con alto contenido de proteína, pasto verde abundante durante todo el año sin importar las condiciones climáticas, y sobre todo a bajos costos dependiendo de la inversión e ingenio del agricultor.

En la actualidad, en el mundo entero, la agricultura orgánica viene adquiriendo gran importancia social por la seguridad que ofrece a la salud humana y al medio ambiente. La agricultura orgánica, propicia la ocupación de mano de obra, permitiendo ingresos a las familias que se dedican a esa actividad.

Si bien la hidroponía es una de las novedosas técnicas de producción de alimentos sin suelo, como también forraje verde para la producción pecuaria. Uno de los problemas que se tiene en este sistema de producción es los escasos insumos orgánicos que se tiene para la producción del mismo. Es de imperiosa necesidad dar solución a este problema.

Una de las estrategias para la producción ecológica es el uso de abonos orgánicos líquidos aeróbico (AOLA). Siendo de fácil obtención y muy versátil para diferentes sistemas de producción agrícola.

Los abonos orgánicos líquidos aeróbicos son preparados con técnicas sencillas e ingredientes fáciles de conseguir, en su preparación se requiere un tiempo relativamente corto y su efecto en las plantas es más rápido en relación a otros fertilizantes inorgánicos utilizado en la agricultura convencional.

En nuestro medio el Triticale, no es muy conocido por los agricultores. Por lo tanto el presente trabajo de investigación se realiza, con el fin de establecer una tecnología de cultivo bajo condiciones de carpa solar y además incorporar este cereal como un insumo para la nutrición animal en forma de forraje, para el aprovechamiento de todas de sus características

nutricionales.

1.1 JUSTIFICACION

Las características climáticas del país presentan variaciones en casi todo el año, y que en la última década fue creciendo dicha variación en los principales parámetros climáticos, lo que implica problemas en el sector agrícola y particularmente en el sector pecuario. La falta de alimentos para el ganado menor y mayor trae problemas socio-económicos que afectan la economía del país. Son problemas que se debe solucionar mediante tecnologías innovadoras como la hidroponía.

Si bien la hidroponía es una herramienta productiva muy versátil y sostenible, carece de insumos orgánicos para su producción, y posteriormente sea catalogado como producción orgánica. Se debe presentar propuestas de insumos orgánicos para la producción hidropónica de cultivos, particularmente de forraje verde hidropónico.

Ecológicamente la AOLA (abono orgánico líquido aeróbico) se produce para la obtención de alimentos saludables y amigables con el medio ambiente. Pero se tiene un desconocimiento acerca de los resultados que se obtendrían al ser aplicados en sistemas de producción de forraje verde hidropónico, por lo cual la presente investigación es para dar respuestas que ayudarían a la implementación de este abono en los sistemas de producción hidropónica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de abono orgánico líquido de manera aeróbica en la producción del cultivo de triticale (*Triticum ssp.*) en invernadero en la Estación Experimental de Cota Cota.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto que tiene el abono orgánico líquido aeróbico en las variables agronómicas en el cultivo de triticale producido en un sistema de forraje verde hidropónico.
- Evaluar el efecto que tiene el abono orgánico líquido aeróbico sobre el rendimiento en el cultivo del Triticale producido en un sistema de forraje verde hidropónico.

- Realizar el análisis económico de los diferentes tratamientos.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 Triticale

El triticale es un cereal de invierno proveniente del cruzamiento dirigido entre trigo y centeno. A nivel mundial, el objetivo inicial de su mejoramiento estuvo enfocado al rendimiento y calidad de grano pero en Argentina prevaleció una orientación hacia la obtención de cultivares forrajeros, justificados en su momento por la plena vigencia de los planteos pastoriles. En los países del Cono Sur, la experimentación con el cultivo se inició en la década del '60. En Argentina comenzó en las Chacras del Ministerio de Agricultura de Buenos Aires y en las Estaciones del INTA de General *Pico*, *Barrow*, *Bordenave* y *Anguil* con interesantes resultados (López y Garbini, 1986). En los años '70 se incorporan a esta tarea de mejoramiento, las Universidades Nacionales de Río Cuarto y de Córdoba (Ferreira y Szpiniak, 1994; Badiali y Lovey, 2001 citado por Kloster 2013)

3.1.1 Características de los principales cultivares

Las especies y cultivares anuales utilizadas como verdeos invernales presentan importantes diferencias en su ciclo de crecimiento así como en su capacidad y velocidad de rebrote, determinadas en gran medida por su distinta tolerancia al frío, stress hídrico, plagas y enfermedades. En este sentido, al triticale se le reconoce una rusticidad similar a la del centeno para soportar condiciones climáticas adversas pero con una calidad de forraje superior (Amigone y Kloster, 2003).

Al igual que en otros cereales forrajeros, el Triticale admite distinguir por su velocidad de crecimiento inicial y porte vegetativo, dos grupos de materiales. En un extremo, se ubican los de rápido crecimiento inicial, período vegetativo corto y tendencia a encañar y frutificar tempranamente. Sus plantas de porte erecto y con pocos macollos, suelen tener una capacidad de rebrote relativamente baja y su utilización resulta más restringida (Kloster *et al.*, 2013)

Sus características distintivas son: ciclo intermedio-largo, porte vegetativo semirastrero, alto potencial de rendimiento de forraje y grano, excelente calidad nutricional del forraje y alta

palatabilidad. A ello se suma su plasticidad, muy buen comportamiento al vuelco, buena sanidad foliar y radicular, buena tolerancia a pulgones, resistencia a frío y sequía, excelente rebrote y tolerancia al pisoteo (Bainotti et al., 2006; Bainotti et al., 2007 citado por Kloster et al., 2013).

3.1.2 Taxonomía, origen y distribución geográfica

INFOAGRO (2010) indica que el Triticale es un cereal que fue producto del cruzamiento realizado entre el trigo (género *Triticum*) y el centeno (género *Secale*). Su nombre se ha formado con la mitad del nombre de cada uno de los géneros de sus progenitores.

Cuadro 1: Taxonomía del triticale

Familia	Poaceae
Género	<i>Triticosecale</i>
Especie	<i>T. aestivum</i>
Nombre científico	<i>Triticum ssp.</i>

3.1.3 Morfología

Es un cereal de apariencia intermedia entre el trigo y el centeno aunque morfológicamente es más similar al primero. Su altura es de un metro hasta metro y medio. Sus hojas son como las del trigo pero más grandes y de mayor grosor. Las espigas también son de mayor tamaño (INFOAGRO, 2010).

3.1.4 Requerimientos edafoclimáticos

INFOAGRO (2010) indica que es un cultivo que se caracteriza por poseer la rusticidad del centeno por lo que no resulta muy exigente en cuanto a requisitos edafoclimáticos se refiere.

- **Temperatura:** El cultivo puede llevarse a cabo tanto en climas subtropicales, moderadamente templados y moderadamente fríos. Los óptimos de temperatura son:

Cuadro 2: temperatura optimas

Temperatura óptima de germinación	20°C
Temperatura óptima de crecimiento	10°C - 24°C
Temperatura óptima de supervivencia	-10°C
Temperatura óptima de supervivencia	34°C

fuentes: INFOAGRO, 2010

- **Suelo:** El Triticale ha demostrado que se adapta bien a suelos ácidos aunque es cierto que no es un cultivo exigente en cuanto a condiciones edáficas. Prefiere suelos relativamente compactos, es decir, con estructura poco porosa sobre todo a la hora de germinar.
- **Riego:** Los momentos más importantes en los que no debe faltar el agua son después de la siembra y durante el macollamiento, encañe y crecimiento del grano. Por lo general, las necesidades hídricas del Triticale oscilan en torno a los 400-900mm/año.

Parsons (1989), citado por Llanque (2004), menciona que el requerimiento agroclimáticos en lo referente a la temperatura se desarrolla solo en regiones templadas, cuyo rango de variación sería de 15 a 30 °C, sin embargo, la experiencia que se tiene en el país, es que, también se desarrolla muy bien en lugares fríos como el altiplano de nuestro país. El requerimiento de precipitación varía de manera significativa tratándose de variedades de verano y de invierno, siendo 600 mm. Por año para las primeras y 800 mm. Para las de invierno, pero, al igual que en el caso de la temperatura esta forrajera da muy bien en las condiciones del altiplano con precipitaciones que varían de 400 a 500 mm. Por gestión agrícola.

Por otro lado, se indica que para la producción de semilla las temperaturas tiene que ser altas especialmente las temperaturas nocturnas (Gutiérrez, 2006 citado por Ticona, 2009).

Propagación y material vegetal

Hay triticales de invierno y de primavera en función de la época de siembra.

La dosis a utilizar la establece la casa de semillas así como la profundidad de siembra adecuada, que generalmente suele oscilar entre 2,5-5cm.

Algunas de las variedades a destacar son:

- *Camarma* (INIA, 1985): Ciclo medio, tardío o muy tardío. Capacidad productiva media. Capacidad de adaptación muy elevada.
- *Misionero* (Semillas Fitó, 1987): Ciclo medio, semiprecoz. Capacidad productiva media. Resistente a roya amarilla, parda y negra.
- *Senatrit* (SENASA, 1994): Ciclo medio semitardío. Capacidad productiva muy elevada.
- *Tritano* (Semillas Batlle, S.A., 1988): Ciclo medio, semiprecoz. Capacidad productiva buena. Sensibilidad moderada a roya amarilla. Resistencia a roya parda. Sensible a roya negra.
- *Galgo* (Verneuil, 1996): Ciclo semiprecoz de doble aptitud.
- *Titania* (IRTA): Ciclo más largo que Tritano. Mejor que Tritano en cuanto a peso específico y el peso de mil semillas.
- *Trujillo* (Servicio de Investigación de Andalucía, 1987): Ciclo medio largo, precoz. Capacidad productiva buena. Capacidad de adaptación muy elevada.
- *Trijan*: Ciclo largo y doble aptitud. Capacidad productiva elevada.
- *Noé* (Semillas Agrar): Capacidad productiva muy elevada. Resistencia a encamado y desgrane. Muy resistente a enfermedades (INFOAGRO, 2010).

Producción de forraje

Al presente hay una amplia información en lo que se refiere a trabajos realizados con este cultivo en fertilización. Así Copa (1996), citado por Ticona, (2009) estudiando variedades, líneas, niveles de nitrógeno, y densidades de siembra en el altiplano norte de La Paz, concluye que la variedad *Eronga* dio el mayor rendimiento de forraje por hectárea con 5.000 kg/ha y una aplicación de 50 kg de nitrógeno/ha, seguido de la Variedad *Renacer* con 4213 kg/ha de materia seca con el mismo nivel de fertilización. Asimismo, este autor señala que la fertilización nitrogenada tuvo un efecto altamente positivo en la producción de materia seca dando un aumento de 7,86 % con el nivel de 50 kg. De nitrógeno frente al testigo.

Días a la cosecha

INFOAGRO, (2010) menciona que los parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de cosechar triticales diferirán en función de la aptitud para la que se haya cultivado. Por tanto, se puede recolectar grano o forraje en verde.

- Recolección de grano (Mayo-Agosto): Es muy importante determinar cuándo el grano se encuentra en condiciones óptimas para ser cosechado. Se debe cosechar cuando la humedad de éste se encuentra del 15-16%. Esta humedad indica que el grano se encuentra en "madurez comercial". Si la recolección se retrasa, disminuye el porcentaje de humedad y esto favorece el desgrane, el descabezado de espigas e incluso los ataques de insectos.

La recolección de grano se lleva a cabo mediante cosechadores correctamente calibradas para tal efecto.

- Recolección de forraje en verde: El objetivo de esta recolección es conseguir la mayor cantidad de forraje posible pero con un alto valor alimenticio. El triticales es una planta con tallo duro por lo que se necesita de maquinaria adecuada para cortar, partir y almacenar el forraje cosechado. El momento oportuno para recolectar es cuando las inflorescencias hayan emergido.

3.1.5 Utilización en producción animal

3.1.5.1 Pastoreo directo

Históricamente, la avena ha sido el verdeo invernal más difundido en el país, especialmente en los ambientes más húmedos. Por su parte, el centeno, apreciado por su rusticidad, centraba su mayor participación superficial en áreas con limitaciones climáticas o edáficas, especialmente en la región semiárida pampeana (Kloster et al, 2007).

En la actualidad el Triticales se encuentra ante un panorama de renovado interés, no sólo por su aptitud forrajera sino también por su creciente posibilidad de uso en otras alternativas. En zonas sub-húmedas y semiáridas puede reemplazar con éxito a verdeos más convencionales aunque también prospera bien en ambientes húmedos.

Uno de los objetivos de toda cadena forrajera es la provisión de forraje de calidad a lo largo del ciclo productivo. Por ello, resulta alentador que en los últimos años, en distintas zonas del país, la opción del Triticales, haya ganado lentamente cierto espacio en la estructura forrajera de aquellos sistemas de cría y engorde que privilegian el equilibrio en la distribución de la oferta forrajera invernal y la calidad del recurso sobre la productividad pero se de MS por hectárea (Kloster et al, 2007).

En este sentido, los cultivares de ciclo vegetativo más largo son los indicados para su utilización directa. Los mismos admiten eventuales retrasos en el inicio del pastoreo permitiendo una

buena complementación con otras especies de crecimiento más rápido. De esta forma, se puede lograr un prolongado período de utilización invernal manteniendo una oferta de forraje sostenida de buena calidad (Amigone y Kloster, 2003).

3.1.5.2 Pastoreo de triticale y silajes en autoconsumo

En la actualidad, esta característica de calidad “sostenida” del Triticale, encuentra una nueva modalidad de inserción con los silajes de maíz o sorgo en “autoconsumo”, alternativa especialmente apropiada para las zonas subhúmedas y semiáridas. Resulta conocido que estos valiosos recursos son típicamente deficientes en proteína si se lo emplea como única dieta. En este sentido, su complemento con forrajes frescos pastoreados en forma directa y generalmente restringida, permite conformar dietas simples y balanceadas que aseguren buenas ganancias de peso de tropas en recría o engorde. En la EEA Manfredi, se lograron excelentes ganancias de peso con la combinación de Triticale, pastoreado por horas, y silaje de sorgo en autoconsumo, en invernada de vaquillonas (De León y Giménez, 2011).

3.1.5.3 Silaje de planta entera de triticale

Una estrategia de intensificación de los sistemas productivos descansa en la mayor participación de alimentos concentrados y forrajes conservados húmedos (maíz y sorgo) en la dietas de bovinos para leche y carne. Sin embargo, en los planteos mixtos, esto genera una competencia por el uso suelo con los cultivos agrícolas estivales, los cuales generalmente presentan buenos retornos relativos. Para sortear este dilema, algunos establecimientos han comenzado a incursionar en la sustitución de silajes convencionales por otros originados en cereales invernales. Su producción, en condiciones de secano, está influenciada por la condición del lote y las variables climáticas del ciclo. En cambio, frente a una muy buena oferta ambiental (fertilización y riego suplementario), en la EEA Manfredi se lograron rendimientos superiores a 12 toneladas de MS (Simondi y Giménez, 2013).

La calidad de un silaje depende de varios factores entre los que cuenta el estado de desarrollo al cual es cortado el material. Como en la mayoría de los cultivos, existe una relación inversa entre calidad y rendimiento. En general se acepta que el ensilado realizado en estado de grano lechoso (Bolleta et al, 2009) a pastoso (Gallardo y Castro, 2011) parece ser un punto adecuado para obtener un compromiso entre rendimiento y calidad. En este aspecto, se han detectado variaciones entre ensayos no siempre explicados sólo por la especie, pero en general se acepta

que la calidad del silaje de triticale suele ser algo inferior al de cebada (Saskatchewan Ministry of Agriculture, 2011), que suele posicionarse mejor dentro los cereales invernales (Gallardo y Castro, 2011). No obstante, en algunas regiones, otros atributos de una especie deben ser ponderados, entre ellas, la eficiencia en el uso del agua, aspecto en el cual triticale puede igualar a la cebada y superar a otras gramíneas anuales (Maekawa y Fantino, 2011).

3.1.5.4 Triticale como cultivo de cobertura

El cultivo de Triticale presenta una alta producción de biomasa en relación a otros cereales invernales, por lo cual constituye una buena opción para ser utilizado como cultivo de cobertura invernal. Este modo de utilización tiene como objetivo generar biomasa vegetal durante su ciclo de crecimiento el cual luego se interrumpe mediante la aplicación de herbicidas dejando una cobertura vegetal sobre el suelo. Esto permite mejorar el control de malezas, conservar la humedad superficial y disminuir los riesgos de erosión hídrica y eólica. Luego de secar la cobertura y tras la recarga del perfil de suelo con las lluvias de comienzos de primavera, se implanta el cultivo estival. En ensayos en la región sudeste de la provincia de Córdoba, se reportaron disminuciones en el rendimiento del cultivo de maíz cuando se utilizó Triticale como cultivo antecesor, debido a la disminución del contenido hídrico a la siembra y a la inmovilización de nitrógeno que provoca el residuo de Triticale (Baigorria *et al*, 2012).

En cambio, cuando el cultivo estival es soja, no se observaron disminuciones en el rendimiento en relación a barbechos sin cultivos de cobertura, con rendimientos de 3760 y 3900 kg ha⁻¹ para los años 2011 y 2012, respectivamente. Por su parte, los rendimientos de soja con antecesor barbecho, sin cultivo de cobertura, para los mismos años fueron de 4020 y 3570 kg ha⁻¹. Estas diferencias en rendimientos no fueron estadísticamente significativas pero presentaron variaciones dependientes de las condiciones particulares de cada año. Otro aspecto a tener en cuenta es el control de malezas que proporciona el residuo de Triticale rolo el cual redujo un 75 % las aplicaciones de herbicidas, resultando los márgenes brutos similares a un barbecho sin cultivo de cobertura (Baigorria *et al*, 2012). Considerando estos resultados preliminares, el cultivo de Triticale es un buen antecesor del cultivo de soja

3.2 Aola

3.2.1 Abono orgánico líquido aeróbico (aola)

El abono orgánico líquido aeróbico (AOLA), se obtiene por la transformación microbial con presencia de oxígeno, de sustratos pre - humificados caso del compost, humus, estiércol fermentado y otros abonos orgánicos sólidos; el proceso del metabolismo de sustancias orgánicas nutritivas y sanitarias, con la intervención y reproducción de bacterias y otros organismos en un medio aeróbico, favorecen la producción de cultivos, la fertilidad de los suelos y la biorecuperación de suelos contaminados (Chilon, 2015).

Chilón (2015), en una investigación con un método aeróbico, y con sustratos orgánicos pre-humificados, logró la obtención de un abono orgánico líquido aeróbico al que denominó AOLA, y en su experimento en producción vegetal encontró que abono líquido aeróbico AOLA C1 (con sustrato compost), presenta mejores cualidades en relación al abono líquido obtenido con el sustrato humus de lombriz.

Cuadro 3: Resultado AOLA C1 y AOLA - HL1

AOLA C1 (con sustrato compost)	AOLA- HL1 (con sustrato de lombriz)
30 mg N-NO3/litro	4,4 mg N-NO3/litro
13 mg P-PO4/litro	16 mg P-PO4/litro
439 mg k/litro	54 mg k/litro

Fuente: Chilon, 2015

En base a los datos de laboratorio y la evaluación cromatografía de Pfeiffer, estableció que el AOLA C1 (con sustrato compost¹), es un abono de buena calidad y que el AOLA-HL1 (con sustrato humus de lombriz) es un abono orgánico de calidad moderada.

También evaluó el efecto del abonamiento foliar de AOLA C1, en tres dosis 10%, 20% y 30%, en los cultivos de acelga, espinaca y lechuga en macetas experimentales; las tres plantas respondieron mejor a la proporción 20%, con un mejor prendimiento por planta, mayor altura de planta y mayor biomasa foliar; sólo la lechuga respondió mejor a la proporción 10%,

posiblemente por ser una planta de corto período vegetativo y más exigente en nutrientes disponibles.

3.2.2 Potencialidad del Aola

Chilon, (2015) señala que el abono AOLA, por sus características físicas, químicas y biológicas presenta un alto potencial para la producción agrícola, en forma de abono foliar, bio riego o riego - orgánico, también como una fuente de sanidad vegetal, y como reforzador orgánico en la bio recuperación de suelos contaminados.

3.2.3 Proceso técnico de aolificación

Según Chilon, E. y Chilon, J. (2015), se denomina aolificación al proceso orgánico microbiológico, de obtención de abonos orgánico líquidos bajo condiciones aeróbicas, donde las bacterias y otros microorganismos realizan la biosíntesis de compuestos orgánicos, ácidos orgánicos y enzimas a partir de las sustancias pre-humificadas como el compost, humus de lombriz, estiércol descompuesto, obteniendo un abono orgánico líquido muy rico en nutrientes y compuestos orgánicos que favorecen a los cultivos y al suelo.

3.2.4 Características de abono orgánico líquido aeróbico (AOLA)

Como referencia se menciona dos tipos de AOLA obtenidos de los sustratos compost y humus de lombriz, el pH es moderadamente básico, sin problema de sales, en cantidades moderadas de P y K de bajo a media contenido de N, por lo que su efecto benéfico sobre los cultivos estaría relacionado con su cantidad de sustancias y complejos orgánicos.

Cuadro 4: Características de dos tipos de Abono orgánico líquido aeróbico (AOLA)

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	TIPO DE ABONO ORGANICO LIQUIDO AERÓBICO (AOLA)	
			AOLA- compost	AOLA- humus de lombriz
Nitratos	SM 4500-NO3-B	mg N-NO ₃ lt ⁻¹	30	4,4
Fosforo total	EPA 365,2	mgP-PO ₄ lt ⁻¹	13	16
Potasio	EPA 258,1	mg lt-1	439	54
Alcalinidad total	EPA 310,1	mg CaCO ₃ lt ⁻¹	62	40
Acidez	EPA 305,1	mg CaCO ₃ lt ⁻¹	<2	<2
pH *	Potenciometria 1:5 (H ₂ O dest.)	Esc. pH	7,96	7,82
CE *	Conductivimetria 1:5 (H ₂ O dest.)	mS cc ⁻¹	3,68	3,32

Fuente: Chilon, E.; Chilon, J. (2015), en banco de datos laboratorio de Calidad Ambiental, Instituto de Ecología, UMSA (2014), (*) Laboratorio de Biofertilidad, catedra Fertilidad de suelos, Facultad de agronomía, UMSA (2014)

3.2.3 Importancia de los abonos orgánicos líquidos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligado a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más se están utilizando en los cultivos intensivos. No se puede olvidar la importancia que tiene en mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo (Kolmans, 1996).

Sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la nutrición de las plantas, también para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir a los fertilizantes químicos altamente dañinos, los cuales son muy caros y vuelven dependientes a los campesinos, haciéndolos cada vez más pobres (Restrepo, 2002).

3.2.4 Ventajas de los abonos orgánicos líquidos

Según Restrepo (2002), las ventajas del uso de estos productos orgánicos son:

- Utilización de los recursos fáciles de conseguir
- Inversión muy baja (tanques o barriles de plástico, mangueras, etc.)
- Se observa resultado a corto plazo.

- El aumento a resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades.
- El mejoramiento y conservación del medio ambiente y protección de los recursos naturales incluyendo la vida del suelo.

Finalmente economizan energía, aumentan la eficiencia de los micronutrientes aplicados en los cultivos y bajan los costos de producción, por lo que aumenta la rentabilidad y recuperan los suelos degradados.

3.3 Hidroponía

Sánchez (2004), indica que el término hidroponía deriva del griego *ponos* e *hydros* y significa literalmente trabajo o cultivo en agua. Hidroponía se define ahora como la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de la tierra, pero con uso de un medio inerte como: arena gruesa, cascarilla de arroz, grava, aserrín, entre otros, a los que se agrega una solución nutriente con todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento y desarrollo normal.

No es tierra lo que necesita la planta; son las reservas de nutrientes y humedad contenidos en la tierra, así como el apoyo que la tierra da a la planta. Cualquier medio de crecimiento dará un apoyo adecuado y al suministrar nutrientes a un medio estéril donde no hay reserva de estos, es posible que la planta consiga la cantidad precisa de agua y nutrientes que necesita.

Duran *et al* (2000), mencionan que en la combinación con los invernaderos, el cultivo sin suelo o cultivo hidropónico, surge como una alternativa a la agricultura tradicional, cuyo principal objetivo es eliminar o disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal asociados al ambiente de producción, sustituyéndolo por otros soportes del cultivo y aplicando técnicas de fertilización alternativas.

Se entiende por cultivo sin tierra el método que consiste en proveer a las plantas los alimentos de que tiene necesidad para su crecimiento, no por intermedio de hábitculo natural, la tierra, sino por un intermedio de una solución sintética de agua y de sales minerales diversas (Huterwal, 1988).

3.4 Forraje verde hidropónico (FVH)

SICA (2000), menciona que la técnica para la producción de forraje verde hidropónico se basa en el aprovechamiento del poder germinativo de las semillas de cereales como cebada, avena, trigo o maíz, las cuales una vez iniciada la germinación, liberan en sus primeras etapas de crecimiento todos los nutrientes almacenados como reserva, para sostenimiento de la nueva planta

Según Izquierdo (2001), la tecnología es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, cebada, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional, usualmente se utilizan semillas de leguminosas o cereales, tales como Avena, Cebada, Maíz, Alfalfa y otros, libres de pesticidas, hongos y bacterias perjudiciales.

Por Forraje Verde Hidropónico (FVH), se entiende al resultado del proceso de germinación de granos, por lo general de cereales (cebada, avena, trigo, maíz, etc.), que se realiza durante un periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos de una solución nutritiva. La producción de granos germinados está considerada como un sistema hidropónico, debido a que este se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de granos colocadas en bandejas, una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100%, con una digestibilidad de hasta 90%, limpia y libre de contaminaciones. El sistema hidropónico, está considerado como un concepto nuevo de producción, ya que para este no se requiere de grandes extensiones de tierra, periodos largos de producción, ni formas de conservación y almacenamiento (Tarrillo, 2008).

3.4.1 Aspectos de producción de forraje verde hidropónico

3.4.1.1 Métodos de producción de forraje verde hidropónico

a) Método de la FAO

La FAO (2001), menciona un proceso óptimo de producción de forraje verde hidropónico de la siguiente manera:

- La selección de las especies de grano
- Selección de semilla.
- El lavado de la semilla.

- Remojo periodo no mayor a 24 horas, tiempo lo dividimos a su vez en 2 periodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas procedemos a sacarlas y orearlas durante una hora.
- Germinación de las semillas.
- Dosis de siembra por metro cuadrado oscilan entre 2,2 a 3,4 kg 7 • El riego de las bandejas
- La cosecha y el rendimiento.

b) Método Tarrillo

Tarrillo (2008), describe el proceso de producción del Forraje Verde Hidropónico de la siguiente manera:

- En la selección de semillas limpios de impurezas.
- Las semillas lavadas.
- La desinfección las semillas
- Remojo las semillas durante 24 horas continuas
- Oreo terminado el proceso de remojo
- Germinación de las semillas
- Densidad de 5kg de semilla por metro cuadrado es decir una altura de cama de semillas de 1,5 cm. Producción para esta última etapa las bandejas son trasladadas a estantes de producción pudiendo utilizarse solución nutritiva, la etapa de producción de FVH durara entre 4 a días (Tarrillo, 2008).

3.5 Biohidroponía

La biohidroponía es también el cultivo orgánico sin tierra ya que son aplicadas con soluciones obtenidas a través de abonos orgánicos líquidos producidas mediante procesos aeróbicos que favorecen la nutrición de cultivo de plantas sin tierra (Chilón, 2017).

3.6 Carpas solares

Hartman (1990), señala que la carpa solar es la construcción más sofisticada de los ambientes atemperados, por lo tanto su tamaño es mayor y permite la producción de cultivos más delicados.

Bernat (1987), indica que una carpa solar facilita el mantenimiento físico, como temperatura, humedad relativa, porcentaje de dióxido de carbono y otros brindando condiciones óptimas para el desarrollo de la planta que se cultivan en su interior.

Ventajas y desventajas de la carpa solar

Garbi (1997), menciona que presenta las siguientes ventajas y desventajas.

a) Ventajas

- Los cultivos son más precoces, el cual permite el inicio de la producción
- Alarga el periodo de cosecha.
- Alta resistencia a los vientos y fácil instalación.

b) Desventajas

- Los cultivos manejados bajo condiciones de carpa presentan problemas de resistencia de plagas.
- Aumento en los costos de producción por el manejo inadecuada.

3.6.1 Tamaño

La carpa solar deberá construirse de acuerdo con la cantidad de forraje que se quiere producir diariamente, dejando un margen de seguridad. Se sabe que 4 m² son suficientes para producir 15 kg por día de forraje. (Duran, 2009). El mencionado autor indica este valor corresponde a la cantidad de forraje que se puede producir en un sistema convencional. Debe entenderse que se trata de del área neta ocupada por la instalación, que generalmente se construye de 4 a 6 pisos o niveles.

3.6.2 Ubicación

De acuerdo a 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. En climas fríos con el fin de regular la temperatura, especialmente en horas de la noche, se ha de construir un invernadero hermético y con doble pared de plástico (Gutierrez, 2000)

3.6.3 Construcción

El Carpa solar tendrá particulares características de acuerdo con el clima en que se vaya a establecer la producción de forraje. Si es para climas cálidos, se puede hacer alto y sin cubrir las partes laterales de la Carpa solar y cubrirlas parcialmente. Si es para clima frío y con el fin de regular la temperatura, especialmente en horas de la noche, se ha de construir un Carpa solar hermético y con doble pared de plástico (Duran, 2009).

3.6.4 El piso

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 (Gutierrez, 2000).

3.6.5 Estructuras de soporte

Comprende toda la estantería para soportar las bandejas en que se va a cultivar el forraje y puede ser de madera, metal, PVC. Su altura debe ser tal que ofrezca comodidad en las diferentes labores de cultivo. Cada módulo tendrá pendientes longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos (Duran, 2009).

3.6.6 Modulación

Generalmente se construyen módulos de 4 a 6 niveles, separados entre sí por calles de 1 metro, 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 (Duran, 2009). El mismo autor indica que los recipientes de cultivo o bandejas. Con los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, pueden ser diferentes materiales, como asbestos – 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 de 80 a 120 cm de largo, su profundidad es de 2 a 5 cm.

4.6.7 Sistema de riego

Sampeiro (1997), señala que existen varios sistemas para proporcionar a la planta la humedad y alimento que requiere para producir una producción óptima. En la técnica de cultivo hidropónico, describiremos las formas más fáciles, usuales y económicas de hacerlo. Sistemas más usuales son: - Riego por aspersión superficial. - Riego por goteo. - Riego por sub-irrigación. - Riego por capilaridad. 25 Este mismo autor nos indica que el riego por aspersión superficial es recomendable para instalaciones domésticas, o cuando no se dispone de bombas.

3.6 Localización de las instalaciones

FAO (2001), indica que la localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de producción de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta; y que existan períodos de déficit nutricional a consecuencia de la ocurrencia de condiciones agro meteorológicas desfavorables para la producción normal de forraje (sequías recurrentes, inundaciones) o simplemente suelos malos o empobrecidos.

Duran (2009), indica que los recipientes de cultivo o bandejas. Con los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, pueden ser diferentes materiales, como asbestos – 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 de 80 a 120 cm de largo, su profundidad es de 2 a 5 cm.

Marulanda *et al* (1993), indica que para producir forraje hidropónico debe ser máximo 5 cm de profundidad de los contenedores.

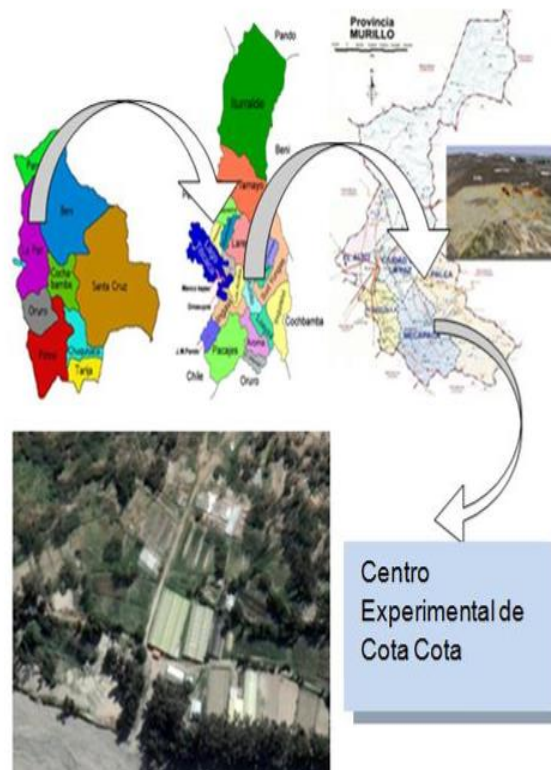
4. MATERIALES Y METODOLOGIA

4.1 Ubicación

4.1.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, esta se encuentra situada a 15 km al sureste del centro de la ciudad de La Paz en la zona de Cota Cota, Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a 3445 m.s.n.m. latitud Sur 16°32" y longitud Oeste 68°8" (IGM, 2003)

Figura 1: ubicación del Centro Experimental de Cota Cota



Fuente: Sánchez, 2019.

4.1.2 Características generales de la Estacion Experimental Cota Cota - UMSA

La Estación Experimental de Cota Cota ubicado a 15 km del centro de la ciudad de Paz, presenta un clima templado, con una precipitación anual promedio de 488,53mm y tiene promedio de humedad relativa de 46 % (SENAMHI, 2015). Entre las temperaturas registradas

a campo abierto en el centro experimental de Cota Cota, se tiene una temperatura máxima promedio de 21,5°C, una media de 11,5° C y una mínima de -6° C (SENAMHI, 2015).

4.1.2.1. Características agroecológicas

Vegetación

Guzmán (2000), menciona que el Centro Experimental de Cota Cota presenta las siguientes especies; acacia negra (*Acacia melanoxylon*), acacia plateada (*Acacia retinoides*), aroma francés (*Acacia dealbata*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), retama (*Spartium junceum L.*), queñua (*Polylepis incana*), ligustro (*Ligustrus lucidum*), chilca (*Baccharis salicifolia*) y cultivos agrícolas.

Clima

SENAMHI (2005), indica que las características de esta región es templada por considerarse cabecera de valle con una temperatura máxima de 32°C y una temperatura media 11.5°C y una mínima temperatura de -3°C; con una precipitación pluvial media anual 380mm; Humedad relativa 58%; la velocidad máxima promedio de los vientos es de 1.4 m/s.

4.2 Insumos

- Hipoclorito de sodio al 1% de concentración
- Agua
- Como material de abonamiento orgánico se utilizó el AOLA (abono orgánico líquido aeróbico) en total 40 litros, proporcionado por el Laboratorio de BIOFERTILIDAD DE SUELOS, de la cátedra de Fertilidad de Suelos de la Carrera de Agronomía – UMSA

4.2.1 Material biológico

Se utilizó semilla de dos variedades de Triticale.

15 kg de semilla certificada de Triticale de la variedad *Horizonte* y *Renacer* de la empresa productora de semilla forrajera SEFO del departamento de Cochabamba.

4.2.2 Material de trabajo

- Bandejas (24 unidades)
- Regadora aspersora de 2 L de capacidad
- Balanza de 20 kg de capacidad
- Nylon negro (para cámara de oscuridad)
- Sacos de yute de 45 kg
- Balde de 10 l
- Cinta adhesiva
- Pala
- Picota
- Carretilla
- Rastrillo
- Tijeras
- Flexo
- Bidones de 10 L
- kg clavos de 1"
- 0.5 m³ de cascajo
- Malla semisombra del 50%

4.2.3 Material de investigación

- Termómetro de máximas y mínimas
- Regla de 30 cm
- Termómetro digital para medir la temperatura.

4.2.4 Material de gabinete

- Planilla de registro de datos
- Material de escritorio
- Calculadora

4.3 Adecuación del ambiente hidropónico

Se trabajó en las instalaciones del módulo de hidroponía de la Estación Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, con una superficie de 72 m², de 12m de largo y 6m de ancho, modelo de doble agua con una estructura completamente de madera (listones y callapos), está totalmente recubierta con agro film como ser los laterales y el techo, con una altura superior de 3,5m y una altura inferior de 2,2m, el piso tiene poco relleno de cascajo, para la ventilación cuenta con cuatro ventanas ubicadas dos en cada lateral de la carpa, en el interior cuenta con una protección a manera de cielo raso de agrofílm para evitar el ingreso directo de radiación solar. Tiene dos estantes fijos de madera de 4m de largo y 1m de ancho. Con la presencia de 20 bandejas de 0,50 m² y una cubierta de agrofílm de 250 micras de espesor. Las temperaturas fluctúan en promedio de 1,2°C como mínima y 39°C como máxima.

Para la producción del FVBH-A, se realizó un mantenimiento y limpieza de la carpa solar ya que presentaba desgaste del agro film, escombros y maleza alrededor de la misma. Posteriormente se relleno de cascajo el piso.

También se procedió a colocar la malla semisombra de 50% de sombra por encima del estante fijo.

4.4 Preparación de las bandejas de producción

Se adecuaron 24 bandejas de producción, las cuales fueron hechos de madera reciclada de escombros botados formando un marco de 2,2 cm de ancho y 5 cm de alto, la cual tiene 45 cm de lado, las bandejas son de 0,20 metros cuadrados de superficie. Las bandejas fueron forradas con nylon de color negro. Una vez forradas se hizo perforaciones de la base, esta actividad es fundamental para darle a la semilla la debida oxigenación para el crecimiento del sistema radicular con el fin de que no exista pudrición de las raíces y no haya formación de hongos, al mismo tiempo para que exista el drenaje en caso de exceso de agua durante el riego, donde Marulanda, (1993) indica que todo recipiente que se va a destinar a HHP deberá tener un orificio de drenaje, por el cual podrán escurrir los excesos de agua o de sales nutritivas.

4.5 Lavado y desinfección de la semilla

La semilla se desinfecto con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10 ml en 1 l de agua). Procurando que las semillas queden sumergidas en la solución por un tiempo de 1 minuto y 30 segundos, para posteriormente ser bien enjuagadas en agua, este lavado tiene por objetivo eliminar bacterias y hongos perjudiciales para este tipo de cultivos, en este proceso también se pueden retirar las semillas inviables que flotan en el agua.

4.6 Remojo y dosis de siembra

Luego se realizó el remojo de las semillas por un tiempo de 24 horas, se las sumergió completamente en un bañador con agua limpia, una vez cumplido este tiempo se drena (escurre) el agua para que la semilla pueda respirar y ser oreada durante una hora. Con este proceso se induce a la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando a su embrión

4.7 Siembra en las bandejas

Posteriormente se escurrió la semilla para evitar el excedente de agua y se procedió a la siembra de las semillas, para la siembra se utilizó una densidad de 2.33 kg/m². En cada bandeja se sembró la semilla hidratada de avena variedad gaviota (0,941 kg) y variedad criolla (0,933 kg), cada uno equivale a 0,58 kg en semilla seca

4.8 Germinación controlada en el ambiente (cuarto oscuro)

Una vez sembradas en todas las bandejas fueron tapadas con papel sabana y cubiertas con nylon negro, esta técnica proporciona que las semillas estén en condiciones de alta humedad y óptima temperatura favoreciendo la completa germinación y crecimiento inicial, en este ambiente las bandejas estuvieron cuatro días.

4.9 Area clara

Una vez detectada la germinación completa de las semillas se retiró el nylon negro y el papel. La planta ya está capacitada para realizar la fotosíntesis, motivo por el cual se le expone a

condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrientes que se aplican de manera foliar en el agua de riego.

4.10 Cosecha

En el día 15 se realizó la cosecha del forraje verde hidropónico, cuando el cultivo alcanzó una altura promedio de 18 a 20 cm, donde también se determinó el rendimiento en materia verde de cada tratamiento.

A partir del día de la siembra se realizó el registro de temperatura y humedad hasta el día de la cosecha. Y durante todo el periodo de manejo del forraje hidropónico, que comprende desde la siembra hasta el día de cosecha, se registró datos de altura alcanzada por las plantas, longitud de raíz y el número de raíces.

4,5 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para esta investigación fue el diseño completamente al azar con arreglo bi – factorial con 4 tratamientos y 3 repeticiones, teniendo en total de 12 unidades experimentales, los datos fueron analizados con el software INFOSTAT con las respectivas pruebas de Duncan.

4.5.1 Factores y tratamientos

a) Factores: esta investigación tuvo dos factores, el primer Factor A = Variedades de Triticale y como Factor B = Dosis de AOLA bajo diferentes concentraciones

Factor A: variedades de Triticale:

V1: *Horizonte*

V2: *Renacer*

Factor B: Dosis de AOLA bajo diferentes concentraciones

D1: Agua

D2: 35% (35% AOLA, 65% AGUA)

D3: 45% (45% AOLA, 55% AGUA)

D4: 55% (55% AOLA, 45% AGUA)

Cuadro 5: Descripción de la combinación de los tratamientos estudiados

FACTOR A	FACTOR B	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL TRATAMIENTO
VARIEDAD HORIZONTE (V1)	D1	V1D1	VARIEDAD HORIZONTE CON SOLO AGUA
	D2	VID2	VARIEDAD HORIZONTE CON DOSIS DE 35 % DE AOLA
	D3	V1D3	VARIEDAD HORIZONTE CON DOSIS DE 45 % DE AOLA
	D4	V1D4	VARIEDAD HORIZONTE CON DOSIS DE 55 % DE AOLA
VARIEDAD RENACER (V2)	D1	V2D1	VARIEDAD RENACER CON SOLO AGUA
	D2	V2D2	VARIEDAD RENACER CON DOSIS DE 35 % DE AOLA
	D3	V2D3	VARIEDAD RENACER CON DOSIS DE 45 % DE AOLA
	D4	V2D4	VARIEDAD RENACER CON DOSIS DE 55 % DE AOLA

4.5.2 Modelo lineal aditivo

De acuerdo a Ochoa (2009), el modelo lineal aditivo es el diseño completamente al azar con arreglo bi-factorial.

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

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general del experimento

α_i = Efecto del factor A (variedades)

β_j = Efecto del factor B (Dosis de AOLA)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre dos factores (AxB)

ϵ_{ijk} = Error Experimental

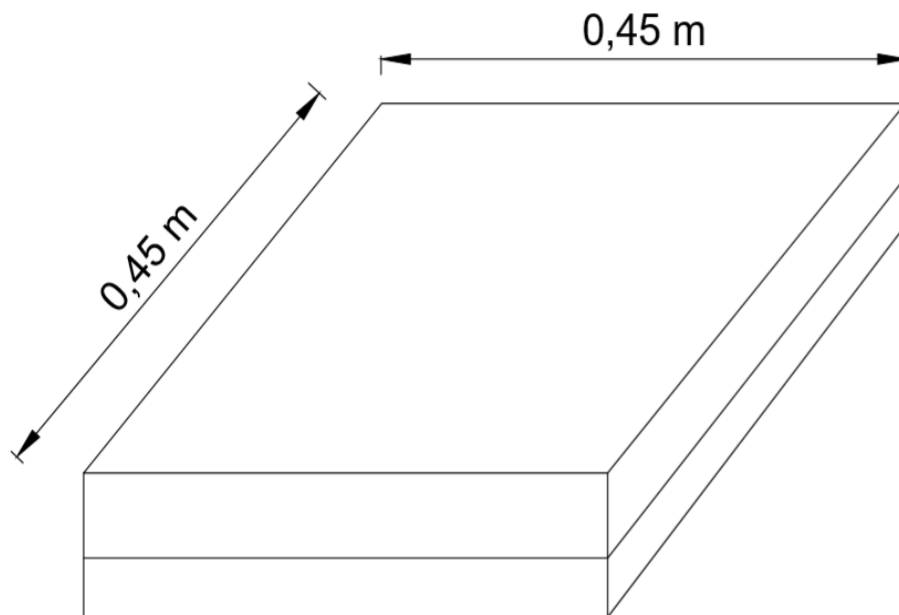
4.5.3 Croquis experimental

Según el diseño empleado en la investigación, se realizó la distribución de las unidades experimentales, en total 24 unidades experimentales.

Figura 2: Croquis del diseño experimental

TRATAMIENTOS							
	<i>PASILLO</i>						
R1	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D2</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D4</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D3</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D1</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D1</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D4</td> </tr> </table>	V1D2	V1D4	V1D3	V1D1	V2D1	V2D4
V1D2	V1D4	V1D3	V1D1	V2D1	V2D4		
	<i>PASILLO</i>						
R2	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D3</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D2</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D2</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D3</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D4</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D1</td> </tr> </table>	V2D3	V2D2	V2D2	V2D3	V2D4	V2D1
V2D3	V2D2	V2D2	V2D3	V2D4	V2D1		
	<i>PASILLO</i>						
R3	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D1</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D3</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D4</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D2</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D2</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D3</td> </tr> </table>	V1D1	V1D3	V1D4	V1D2	V2D2	V2D3
V1D1	V1D3	V1D4	V1D2	V2D2	V2D3		
	<i>PASILLO</i>						
R4	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D4</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V2D1</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D1</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D3</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D4</td> <td style="background-color: #00b050; color: white;">V1D2</td> </tr> </table>	V2D4	V2D1	V1D1	V1D3	V1D4	V1D2
V2D4	V2D1	V1D1	V1D3	V1D4	V1D2		

Figura3: Unidad experimental



4.5.4 Unidad experimental

La unidad experimental consto de una bandeja con una superficie de 0,20 m² (0,45 m*0,45 m) con marco de madera y una base de plástico negro.

4.6 Variables de respuesta

4.6.1 Por ciento de germinación

Para la determinación de esta variable se realizó un conteo en número de semillas germinadas por cada 100 semillas en las bandejas de los tratamientos, para esto se aislaron las 100 semillas dentro de la bandeja y de esta forma se obtuvo el por ciento de germinación y se la hizo uno por cada tratamiento.

4.6.2 Altura de la plantas

Transcurridos tres días luego de la siembra se comienzo con la toma de la altura de las plantas de FVH. Para esto se toma aleatoriamente 10 plantas de la parte central de la bandeja y esta estratificada en tres regiones alta, media y baja; se midió con una regla metálica desde el cuello de la planta hasta la última hoja superior de la planta expresada en centímetros, se tomaron medidas hasta el día de la cosecha.

4.6.3 Rendimiento de materia verde

Se determinó el rendimiento de materia verde al momento de la cosecha, realizando el pesaje del FVH con una balanza analógica, de cada tratamiento.

4.6.4 Producción de materia seca

Para la determinación de la materia seca de cada uno de los cereales, se tomó muestras representativas de cada bandeja para luego mandarlas a ser analizadas respectivamente.

4.6.5 Análisis económico

Los costos de producción se basaron en los costos variables, para obtener el costo actual de producción de un kilogramo de forraje verde hidropónico, buscando minimizar la inversión.

4.6.6 Evaluación económica

Se realizó el análisis económico consiste en el cálculo del beneficio neto y las relaciones beneficio costo (B/C) en base a los rendimientos obtenidos el costo invertido por cada bandeja.

4.6.7 Ingreso bruto:

$IB = R * P$ Donde:

IB = Ingreso bruto R = rendimiento P = precio

4.6.8 Ingreso neto

$IN = IB - C$ Donde:

IN = ingreso neto IB = ingreso bruto C = costo de producción

Relación benéfico costo B/C = beneficio bruto/costo total invertido

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la presentación de los datos obtenidos y con objetivo de mostrar el efecto de las diferentes soluciones de AOLA con diferentes variedades de semilla de Triticale bajo sistema hidropónico, para la determinación del rendimiento, el valor nutricional de ambas variedades de triticales y los costos de producción respectivos.

Los resultados se obtuvieron a los 15 días de la siembra, es cuando el cultivo se encuentra en condiciones para la cosecha tratándose de un cultivo producido bajo un sistema de forraje verde hidropónico.

5.1 Calidad de semillas.

En las pruebas para determinar la calidad de la semilla de Triticale variedad horizonte y Renacer se obtuvo un porcentaje de germinación de 94 y 92,7 % respectivamente y se obtuvo una pureza física de 98 y 95 % para las variedades Horizonte y renacer, lo que garantiza la viabilidad y calidad de la semilla aptas para la realización del experimento.

Los resultados ayudan a tomar decisión sobre el uso o no de las semillas ya que inciden directamente en los rendimientos de los cultivos, ya que coinciden con las recomendaciones que hacen FAO (2001) y Gallardo (1997), quienes consideran usar semilla de buena calidad,

de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales y disponibles con un porcentaje de germinación mayor al 80%.

La selección de una buena semilla está ligada al éxito del FVH, tanto en calidad genética como también su fisiología. La semilla debe tener un porcentaje de germinación inferior al 75% para evitar pérdidas en los rendimientos de FVH, por lo tanto se deben utilizar semillas de alto porcentaje de germinación (Gallardo, 2000).

5.2 Altura de planta

La lectura de la altura de plantas de ambas variedades fue tomada en centímetros desde la parte del cuello a la punta del ápice, para el análisis de varianzas se trabajó con datos de la última semana.

Cuadro 6: Análisis de varianza para altura de planta

FV	SC	GL	CM	F	p - valor	
VARIEDAD	101,93	1	101,93	238,55	0,0001	**
DOSIS	3,23	3	1,08	2,52	0,0946	NS
VARIEDAD*DOSIS	20,23	3	6,74	15,78	0,0001	**
ERROR	6,84	16	0,43			
TOTAL	132,236	23				

CV: 6,86

Según Ochoa (s.a.) un coeficiente de variación que presenta valores < 30% está en el rango de un experimento de toma de datos confiable. En este estudio el coeficiente de variación representa 6,86% esto indica que la toma de datos fue buena y se encuentran dentro de los rangos permitidos.

Se tiene una diferencia muy significativa en el factor Variedad (*horizonte y Renacer*), lo que indica que este factor influyo de manera importante en la investigación. Particularmente en la variable altura de planta.

Se puede observar que en el análisis de varianza, no existió significancia en el factor Dosis de Aola (%) lo que indica que este factor no influyo en la variable altura de planta.

También se puede observar que en el análisis de varianza, se tiene una significancia muy alta en la interacción de los factores variedad de Triticale (*Horizonte y Renacer*) y dosis de Aola (%) lo que indica que esta interacción de factores influyo en la variable altura de planta.

Cuadro 7: Prueba de medias Duncan al 5 % de medias entre variedades para la altura de triticale

VARIEDAD	MEDIAS	n	E.E.		
Horizonte	11,59	12	0,19	A	
Renace	7,47	12	0,19		B

En la Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$ para la altura de Triticale, se observa que existen dos grupos de los cuales la variedad Horizonte es la más diferenciada porque tiene el mayor porcentaje en promedio de altura de planta con 11,59 cm que es significativamente mayor a la otra variedad renacer.

Esto demuestra que la variedad *Horizonte* asimilas de mejor manera los nutrientes que cuenta este insumo como ser AOLA, posteriormente se puede recomendar para su producción. Si bien la altura de planta no es un factor determinante para tomar una decisión para poder aplicarlo como ración para uso pecuario, es un aspecto que debemos tomar en cuenta, juntamente con otros factores que se estudiaran posteriormente.

Cuadro 8: Prueba de medias Duncan al 5 % entre variedades y dosis para la altura de Triticale

VARIEDAD	DOSIS	TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.				
Horizonte	35%	V1D2	12,53	3	0,38	A			
Horizonte	55%	V1D4	12,46	3	0,38	A			
Horizonte	45%	V1D3	11,11	3	0,38		B		
Horizonte	AGUA	V1D1	10,26	3	0,38		B	C	
Renace	AGUA	V2D1	9,16	3	0,38			C	
Renace	55%	V2D4	7,4	3	0,38				D
Renace	45%	V2D3	6,77	3	0,38				D
Renace	35%	V2D2	6,55	3	0,38				D

Utilizando la prueba de medias de Duncan al 5 % en la evaluación de altura de planta, de la interacción de variedad y dosis de Aola, se observa la presencia de tres grupos bien diferenciados.

El tratamiento que obtuvo mejores resultados en cuanto a altura de planta fue el tratamiento V1D2 (variedad *Horizonte* con dosis 35 % de Aola) con un promedio de 12,53 cm de altura de planta. Y los resultados más bajos obtuvo el tratamiento V2D2 (variedad *Renacer* con dosis de 35 % de Aola).

Los resultados demuestran que el cultivo Triticale variedad *Horizonte* asimila mejor los componentes del abono líquido aeróbico (Aola), siendo una variedad de reciente aparición, se puede recomendar para su producción.

En su investigación, Sánchez (2019) aplicando una dosis de 30% de AOLA en el cultivo de Avena en un sistema hidropónico para forraje verde, obtuvo una altura de planta de 16,91 cm. Este dato supera a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Flores (2019) en su investigación obtuvo diferentes significados aplicando una dosis de 30% de AOLA en el cultivo de cebada en un sistema hidropónico para forraje verde, obtuvo una altura de planta de 21,84 cm. Este dato supera a los resultados obtenidos en la presente investigación.

5.3 Rendimiento en materia verde

Los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de forraje verde hidropónico

Cuadro 9: Análisis de varianza del rendimiento en materia verde

FV	SC	GL	CM	F	p - valor
VARIEDAD	0,77	1	0,77	2,48	0,1347 NS
DOSIS	5,37	3	1,79	5,77	0,0071 **
VARIEDAD*DOSIS	1,02	3	0,34	1,1	0,3778 NS
ERROR	4,97	16	0,31		
TOTAL	12,14	23			

CV: 14,9

Con un coeficiente de variabilidad de 14,9 lo que indica que hubo un manejo correcto en el manejo del cultivo durante la investigación.

Se puede observar que en el análisis de varianza, no existió significancia en el factor variedad de semilla de Triticale (*Horizonte* y *Renacer*) lo que indica que este factor no influyo en la variable rendimiento de materia verde.

Se tiene una diferencia muy significativa en el factor dosis de Aola, lo que indica que este factor influyo de manera importante en los resultados obtenidos de esta variable.

También se puede observar que en el análisis de varianza, no existió significancia en la interacción de los factores variedad de Triticale (*Horizonte y Renacer*) y dosis de Aola (%) lo que indica que esta interacción de factores no influyo en la variable rendimiento de materia verde.

Cuadro 10: Prueba Duncan al 5 % para peso de materia verde (kg/0,20m2)

DOSIS DE AOLA	MEDIAS	n	E.E.		
55 % DE AOLA	2,78	6	0,23	A	
45 % DE AOLA	2,47	6	0,23	A	
35 % DE AOLA	2,2	6	0,23	A	
AGUA	1,5	6	0,23		B

Según la prueba de medias Duncan al 5 % indica que existe una similitud estadística en los tratamientos D2, D3, D4 con dosis de Aola (35%,45%,55%) pero también indica que el tratamiento D3 (dosis de 35% de Aola) obtuvo mejores resultados con 2,78 kg/0,20 m2, a diferencia de los demás tratamientos.

También se observa que el tratamiento con agua obtuvo los rendimientos más bajos con 1,5 kg/0,20m2.

En su investigación, Sánchez (2019) aplicando una dosis de 30% de AOLA en el cultivo de Avena en un sistema hidropónico para forraje verde, obtuvo un rendimiento de materia verde de 2,444 kg/0,20 m2. Este dato es inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación.

Flores (2019) en su investigación obtuvo diferentes resultados aplicando una dosis de 30% de AOLA en el cultivo de cebada en un sistema hidropónico para forraje verde, obtuvo un rendimiento de 3,136 kg/0,20 m2. Este dato supera a los resultados obtenidos en la presente investigación

Como se puede observar en el caso del cultivo de la Avena, el cultivo de Triticale obtiene mejores resultados, pero en el caso del cultivo de la Cebada, supera en el rendimiento de materia verde al cultivo de Triticale.

En este caso se puede observar diferentes resultados en cuanto a los dos cultivos Avena y Cebada, ya que estos diferentes cultivos presentan diferentes bondades agronómicas cuando se los implementa en un sistema verde hidropónico.

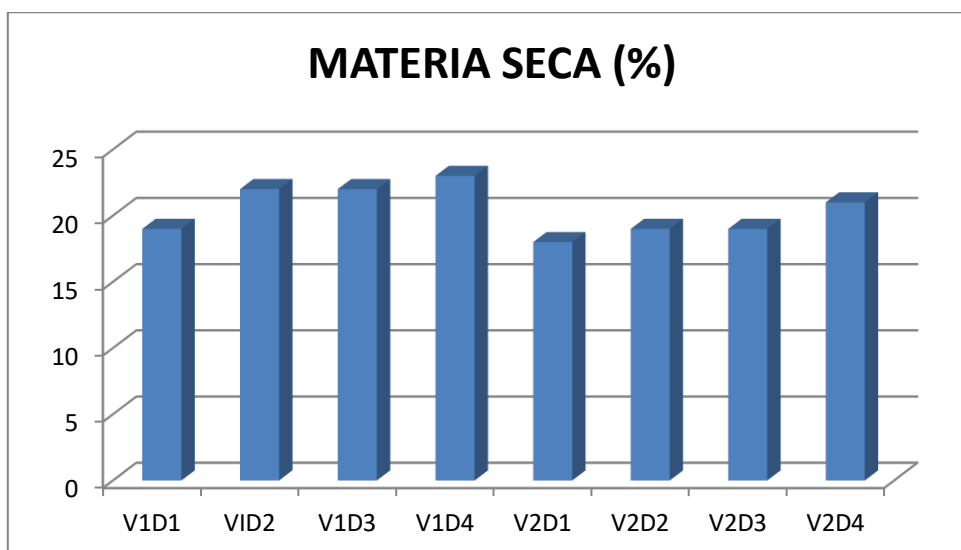
5.4 Cantidad de materia seca

La materia seca se evaluó por tratamientos de una sola repetición los cuales se aprecian en el cuadro 11

Cuadro 11: Materia seca por tratamiento (%)

VARIEDAD	DOSIS DE AOLA (%)	TRATAMIENTO	MATERIA SECA (%)
HORIZONTE	AGUA	V1D1	19
HORIZONTE	35% DE AOLA	VID2	22
HORIZONTE	45% DE AOLA	V1D3	22
HORIZONTE	55% DE AOLA	V1D4	23
RENACER	AGUA	V2D1	18
RENACER	35% DE AOLA	V2D2	19
RENACER	45% DE AOLA	V2D3	19
RENACER	55% DE AOLA	V2D4	21

Grafico 1: Grafico de materia seca (%)



Como se observa en el cuadro 11, los datos de materia seca se obtuvieron resultados similares, pero el que obtuvo mejores resultados es el tratamiento V1D4 (variedad *horizonte* con dosis de 55 % de Aola) con 23 % de materia seca.

Como se puede evidenciar, la materia seca y el rendimiento no muestran un patrón en los resultados, si bien hubo diferencia entre tratamientos en cuanto a peso de materia verde, no hubo diferencia significativa en el porcentaje de materia verde en los diferentes tratamientos, lo que demuestra que a mayor rendimiento de materia verde, no aumenta el porcentaje de materia seca. Pero específicamente, se puede evidenciar que los tratamientos aplicados con las diferentes dosis de Aola, aumentan su porcentaje de materia seca.

En su investigación, Sánchez (2019) obtuvo un resultado de 21 % materia seca en el cultivo de avena con una dosis de Aola de 30 %, este resultado es pocamente inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación, lo que demuestra que el Triticale obtiene mejores porcentajes de materia seca cuando se aplica Aola en un sistema de forraje hidropónico.

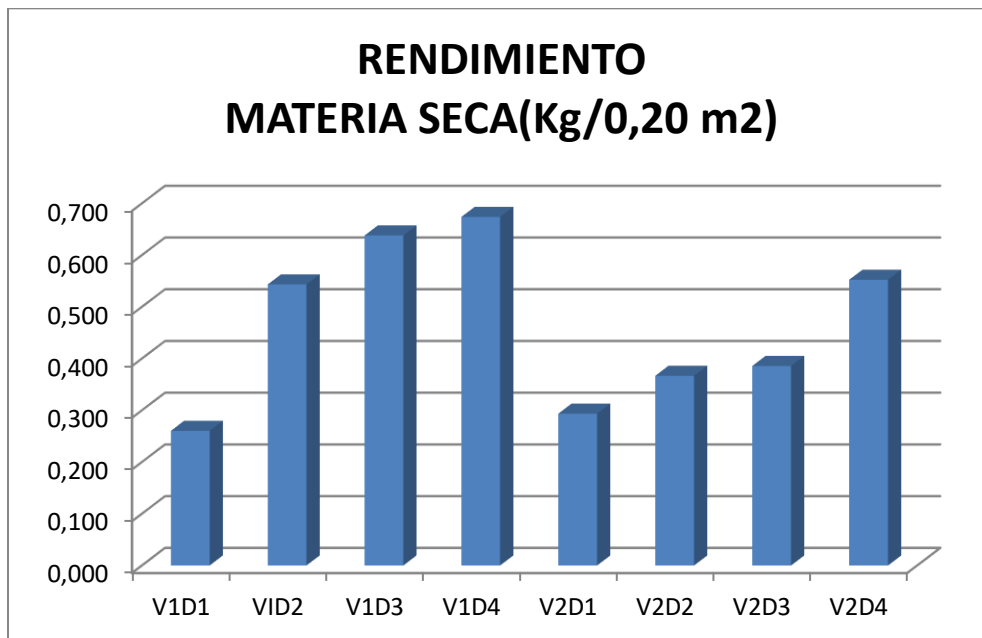
Flores (2019) en su investigación, en el cultivo de cebada hidropónica con una dosis de 30 % de Aola, obtuvo un 15,98 % de materia seca. Lo que indica que el cultivo de Triticale obtiene porcentajes superiores al aplicarse Aola en un sistema hidropónico.

5.5 Determinación de la dosis más efectiva en la producción

Cuadro 12: Relación rendimiento de materia verde y materia seca

VARIEDAD	DOSIS DE AOLA (%)	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (Kg/0,20 m2)	MATERIA SECA (%)	RENDIMIENTO MATERIA SECA (Kg/0,20 m2)
HORIZONTE	AGUA	V1D1	1,37	19	0,260
HORIZONTE	35% DE AOLA	VID2	2,47	22	0,543
HORIZONTE	45% DE AOLA	V1D3	2,9	22	0,638
HORIZONTE	55% DE AOLA	V1D4	2,93	23	0,674
RENACER	AGUA	V2D1	1,63	18	0,293
RENACER	35% DE AOLA	V2D2	1,93	19	0,367
RENACER	45% DE AOLA	V2D3	2,03	19	0,386
RENACER	55% DE AOLA	V2D4	2,63	21	0,552

Grafico 2: Rendimiento materia seca (Kg/0,20 m2)



Como se puede observar que de igual manera que en el rendimiento de materia verde, el tratamiento V1D4 obtuvo los mejores rendimientos de materia seca, con 0,674 kg/0,20 m². Esto demuestra que el Triticale variedad *Horizonte* administrando una dosis de 55% de Aola en un sistema hidropónico obtuvo mejores resultados en cuanto a rendimiento de materia seca, y posteriormente se puede recomendar para posteriores formulaciones para alimento pecuario.

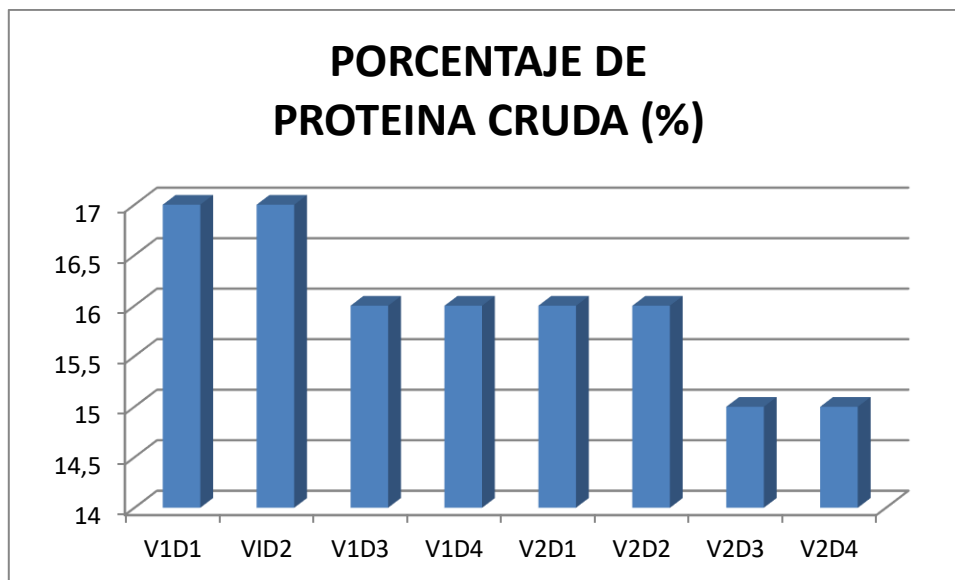
Flores (2019) en su investigación, en el cultivo de cebada hidropónica con una dosis de 30 % de Aola, obtuvo un 15,98 % de materia seca. Lo que indica que el cultivo de Triticale obtiene porcentajes superiores al aplicarse Aola en un sistema hidropónico.

5.6 Contenido de proteína cruda

Cuadro 13: Análisis del forraje verde hidropónico para proteína cruda

VARIEDAD	DOSIS	TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA (%)
Horizonte	35%	V1D2	17
Horizonte	55%	V1D4	17
Horizonte	45%	V1D3	16
Horizonte	AGUA	V1D1	16
Renace	AGUA	V2D1	16
Renace	55%	V2D4	16
Renace	45%	V2D3	15
Renace	35%	V2D2	15

Gráfico 3: Porcentaje de proteína cruda (%)



En el cuadro observamos que el mayor valor de proteína cruda se presenta en los tratamientos V1D1, V1D2. Con un porcentaje de proteína cruda de 17 % lo que indica que estos tratamientos con tiene un porcentaje alto con relación a los demás tratamientos. Los tratamientos que obtuvieron los porcentajes de proteína cruda más bajos son V2D3, V2D4 con 15 % de proteína cruda.

Estos datos obtenidos nos ayudarían a formular raciones para diferentes especies tanto animales mayores y menores.

En su investigación Sánchez (2019) obtuvo un porcentaje de proteína cruda de 13 % en el cultivo hidropónico de la Avena, en su tratamiento con una dosis de 30 % de Aola, este dato es inferior al resultado obtenido en el cultivo de Triticale, lo que indica que este cultivo obtiene mejor concentración de proteína cruda, lo que demuestra una bondad más en este cultivo.

Flores (2019) en su investigación obtuvo un porcentaje de materia cruda de 12 % en el cultivo hidropónico de Cebada variedad criolla con 30 % de dosis de Aola. Este dato sigue siendo inferior al dato obtenido con el cultivo de Triticale en un sistema de forraje verde hidropónico, lo que una vez más se demuestra que este cultivo cuenta con muchas bondades aprovechables en el área pecuaria.

5.7 Características y composición del aola utilizado en la producción de forraje verde hidropónico (FVH)

En el cuadro se presenta los resultados del análisis del AOLA, y se puede observar los resultados obtenidos del análisis químico del AOLA que se realizó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) detalladamente.

Cuadro 14: Descripción de las características del AOLA en base al Análisis Químico

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES
Ph	8,79	-
Conductividad electrica	1,42	mS/cm
Nitratos	102,89	mg/L NO3
Fosforo	59,07	mg/L P
Potasio	321,65	mg/L K
Hierro	0,202	mg/L Fe
Cobre	0,003	mg/L Cu

El análisis químico del abono líquido AOLA que se utilizó en el experimento (cuadro 11), muestra que presentó un pH de 8,79 que corresponde a una calificación de pH básico, para los cultivos es adecuado y sin ningún problema. La conductividad eléctrica es 1,42 mS/cm que sin embargo en la difusión que se realiza para su aplicación a la planta, su valor disminuye. El nitrato fue de 102,89 mg / L NO₃; el fósforo fue de 59,07 mg / L P; el potasio tuvo 321,65 mg

/ L K; el hierro 0,202 mg / L Fe; el cobre fue 0,003 mg / L Cu y zinc tuvo 0,014 mg / L Zn. Estos valores dan cuenta que se trata de un abono orgánico líquido aeróbico de buena calidad y bastante adecuada para su uso de abono foliar.

Características del abono orgánico líquido aeróbico

- Color: El Abono Orgánico Líquido Aeróbico presentó un color café muy oscuro.
- Olor: No presentó mal olor, es lo que nos indica una buena descomposición del abono líquido.
- Obtención: La producción de AOLA (Abono Orgánico Líquido Aeróbico); se realizó mediante el proceso de AOLIFICACIÓN utilizando como sustrato el compost bien descompuesto en una bomba casera de acuario la duración de aolificación fue de 35 días. Este líquido es de color oscuro AOLA (Abono Orgánico Líquido Aeróbico) que luego se almacenó en botellas en un lugar fuera del alcance de los rayos del sol (Chilon, 2015).

5.8 Análisis económico

La evaluación económica nos permite proporcionar parámetros claros para determinar la rentabilidad o no de un tratamiento, para realizar un cambio tecnológico en nuestro sistema de producción, en este caso la producción del triticale, con diferentes dosis de Aola.

Es considerado de mucha importancia debido a que proporciona información económica, procurando siempre hacerlo desde la perspectiva del agricultor para poder informar de los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad.

Perrín (1988), indica que para poder obtener el presupuesto del experimento, se calcula el ingreso bruto, los costos variables, beneficio neto de los tratamientos.

Para el análisis económico se desestimó los costos fijos, ya que se contaba con toda la infraestructura para realizar la investigación. Por ello no se tomó en cuenta los costos fijos.

En los costos variables, se desestimó la mano de obra, ya que tratándose de un sistema de forraje verde hidropónico, no requirió mano de obra significativa, para que sea tomada en cuenta en el análisis económico.

5.8.1 Costos variables

Cuadro 15: Costos variables de producción para cada tratamiento

ITEM	HORIZONTE				RENACER			
	V1D1	V1D2	V1D3	V1D4	V2D1	V2D2	V2D3	V2D4
SEMILLA TRITICALE V. HORIZONTE	5	5	5	5				
SEMILLA TRITICALE V. RENACER					5	5	5	5
AOLA		1.4	2,88	4,32		1.4	2,88	4,32
HIPOCLORITO DE SODIO	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
TOTAL COSTOS VARIABLES (Bs/0,20 m2)	5,375	5,375	8,255	9,695	5,375	5,375	8,255	9,695

Precio de semilla de Triticale variedad *horizonte*: 5 Bs/kg

Precio de semilla de Triticale variedad *renacer*: 5 Bs/kg

Precio de Aola (según estación experimental Cota Cota): 5 Bs/L

En los costos variables que son costos de los insumos aplicados en la investigación se nota una diferencia entre tratamientos. No se tomó en cuenta la mano de obra, asimismo que es una tecnología factible, se desprecia el costo de la mano de obra.

Los imprevistos por diferentes causas también se desestimaron, siendo un sistema de producción en ambiente controlado, las pérdidas por causas medioambientales u otras causas son mínimas.

Los tratamientos V1D4 y V2D4 obtuvieron los más altos costos de producción total. Con 9,695 y 9,695 Bs/bandeja respectivamente. Ya que se aplicó el 55% de Aola en la dosis aplicada en ese tratamiento. Y los tratamientos con más bajos costos de producción fueron los tratamientos V1D1 y V2 D1 con 5,375 Bs/bandeja. que solo se dosifico agua para su producción.

5.8.2 Ingreso neto

Cuadro 16: Análisis de ingreso bruto e ingreso neto

ITEM	HORIZONTE				RENACER			
	V1D1	V1D2	V1D3	V1D4	V2D1	V2D2	V2D3	V2D4
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION (Bs/0,20 m2)	5,375	5,375	8,255	9,695	5,375	5,375	8,255	9,695
RENDIMIENTO (kg/0,20 m2)	1,37	2,47	2,9	2,93	1,63	1,93	2,03	2,63
PRECIO (Bs/kg)	6	6	6	6	6	6	6	6
INGRESO BRUTO	8,22	14,82	17,4	17,58	9,78	11,58	12,18	15,78
INGRESO NETO	2,8	9,4	9,1	7,9	4,4	6,2	3,9	6,1

En el cuadro 13 se tomó en cuenta el precio de 6 Bs/Kg de Triticale para la venta. Una vez obtenido el ingreso neto, se procedió a obtener el ingreso neto, restando al ingreso bruto el valor de costos de producción variable.

Se puede observar que el tratamiento V1D2 obtuvo un mejor ingreso neto con 9,4 Bs/bandeja, lo que se recomendaría para su aplicación en un sistema de producción de forraje verde hidropónico.

5.8.3 Relación beneficio costo

Cuadro 17: cuadro relación beneficio costo

ITEM	HORIZONTE				RENACER			
	V1D1	V1D2	V1D3	V1D4	V2D1	V2D2	V2D3	V2D4
INGRESO NETO	2,8	9,4	9,1	7,9	4,4	6,2	3,9	6,1
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION (Bs/0,20 m2)	5,4	5,4	8,3	9,7	5,4	5,4	8,3	9,7
RELACION BENEFICIO/COSTO	0,5	1,8	1,1	0,8	0,8	1,2	0,5	0,6

A continuación en el cuadro siguiente, mostramos el beneficio/costo por tratamiento para lo cual necesitamos considerar los siguientes puntos.

B/C < 1 Significa que los beneficios son menores a los costos y en consecuencia el proyecto no se debe realizar.

B/C= 1 Significa que los beneficios son iguales a los costos, por lo tanto se cumple la expectativa del proyecto y para el inversionista es indiferente hacer la inversión en este proyecto o seguir con sus inversiones normales.

B/C > 1 Significa que en valor presente los ingresos son iguales a los egresos y en consecuencia el proyecto es aconsejable realizarlo.

Según en cuadro obtenido se observa que los tratamientos V1D1, V1D4, V2D1, V2D3, V2D4 obtuvieron una relación beneficio/costo menor a 1. Lo que se resume a que los beneficios son menores que los costos, lo que indica que no es rentable aplicar estos tratamientos para una producción comercial.

Los tratamientos V1D2, V1D3, V2D2, obtuvieron una relación beneficio/costo mayor a 1, lo que indica que los beneficios son mayores a los costos, por consecuente es rentable aplicar estos tratamientos de manera comercial para la producción pecuaria. Pero a su vez el tratamiento V1D2 obtuvo una mayor relación beneficio/costo, lo que indica que este tratamiento es más rentable si se decide aplicarlo a una producción extensiva.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, bajo las condiciones que se efectuó el estudio, se establecen las siguientes conclusiones

- La temperatura mínima extrema registrada fue de 2°C y la temperatura máxima extrema fue de 45°C con un promedio de 23,5°C, esta indica que el ambiente recibió mucha radiación solar, la cual debe limitarse mediante semisombra para obtener temperaturas adecuadas para el crecimiento del cultivo. Por lo tanto se establece que estas temperaturas afectaron al desarrollo del cultivo, donde se pudo apreciar que en el desarrollo de las plantas de la primera repetición tuvo problemas, observándose la fermentación de las semillas lo que afecto al rendimiento del cultivo.
- En las pruebas para determinar la calidad de la semilla de Triticale *variedad horizonte* y *Renacer* se obtuvo un porcentaje de germinación de 94 y 92,7 % respectivamente y se obtuvo una pureza física de 98 y 95 % para las variedades *Horizonte* y *renacer*, lo que garantiza la viabilidad y calidad de la semilla aptas para la realización del experimento. Se notó que los porcentajes de germinación de las variedades son muy aceptables, ya

que superan el 80%. Es por eso que ambas variedades de Triticale son adecuados para implementarlos en sistemas de forraje verde hidropónico, para su uso en la nutrición pecuaria.

- Se tiene una diferencia muy significativa en el factor Variedad (horizonte y Renacer), lo que indica que este factor influyo de manera importante en la investigación. Particularmente en la variable altura de planta. En la Prueba de Duncan $\alpha = 0,05$ para la altura de Triticale, se observa que existen dos grupos de los cuales la variedad Horizonte es la más diferenciada porque tiene el mayor porcentaje en promedio de altura de planta con 11,59 cm que es significativamente superior a la otra variedad renacer. Lo que indica que la variedad Horizonte obtiene mejores resultados en cuanto a la variable altura de planta
- También se puede observar que en el análisis de varianza, se tiene una significancia muy alta en la interacción de los factores variedad de Triticale (*Horizonte y Renacer*) y dosis de Aola (%) lo que indica que esta interacción de factores influyo en la variable altura de planta. El tratamiento que obtuvo mejores resultados en cuanto a altura de planta fue el tratamiento V1D2 (variedad Horizonte con dosis 35 % de Aola) con un promedio de 12,53 cm de altura de planta. Y los resultados más bajos obtuvo el tratamiento V2D2 (variedad Renacer con dosis de 35 % de Aola). Los resultados demuestran que el cultivo Triticale variedad Horizonte asimila mejor los componentes del abono liquido aeróbico (Aola), siendo una variedad de reciente aparición, se puede recomendar para su producción.
- En el caso de la variable peso de materia verde se obtuvieron resultados diferentes a la variable anterior. Se tiene una diferencia muy significativa en el factor dosis de Aola, lo que indica que este factor influyo de manera importante en la investigación. Según la prueba de medias Duncan al 5 % indica que existe una similitud estadística en los tratamientos D2, D3, D4 con dosis de Aola (35%,45%,55%) pero también indica que el tratamiento D3 (dosis de 35% de Aola) obtuvo mejores resultados con 2,78 kg/0,20 m², a diferencia de los demás tratamientos. También se observa que el tratamiento con agua obtuvo los rendimientos más bajos con 1,5 kg/0,20m².
- La materia seca se evaluó por tratamientos de una sola repetición, los datos de materia seca se obtuvieron resultados similares, pero el que obtuvo mejores resultados es el

tratamiento V1D4 (variedad horizonte con dosis de 55 % de Aola) con 23 % de materia seca. Como se puede evidenciar, la materia seca y el rendimiento no muestran un patrón en los resultados, si bien hubo diferencia entre tratamientos en cuanto a peso de materia verde, no hubo diferencia significativa en el porcentaje de materia verde en los diferentes tratamientos, lo que demuestra que a mayor rendimiento de materia verde, no aumenta el porcentaje de materia seca. Pero específicamente, se puede evidenciar que los tratamientos aplicados con las diferentes dosis de Aola, aumentan su porcentaje de materia seca.

- Relación rendimiento de materia verde y materia seca es un dato que se obtuvo para determinar el porcentaje de materia seca en el forraje verde hidropónico por metro cuadrado. Como se puede observar que de igual manera que en el rendimiento de materia verde, el tratamiento V1D4 obtuvo los mejores rendimientos de materia seca, con 1,3015 kg/m². Esto demuestra que el Triticale variedad Horizonte administrando una dosis de 55% de Aola en un sistema hidropónico obtuvo mejores resultados en cuanto a rendimiento de materia seca, y posteriormente se puede recomendar para posteriores formulaciones para alimento pecuario.
- Se realizó el análisis de abono orgánico aeróbico (Aola) donde se pudo observar los resultados obtenidos del análisis químico del AOLA que se realizó en el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) detalladamente. Dicho abono presentó un pH de 8,79 que corresponde a una calificación de pH básico, para los cultivos es adecuado y sin ningún problema. La conductividad eléctrica es 1,42 mS/cm que sin embargo en la difusión que se realiza para su aplicación a la planta, su valor disminuye. El nitrato fue de 102,89 mg / L NO₃; el fósforo fue de 59,07 mg / L P; el potasio tuvo 321,65 mg / L K; el hierro 0,202 mg / L Fe; el cobre fue 0,003 mg / L Cu y zinc tuvo 0,014 mg / L Zn. Estos valores dan cuenta que se trata de un abono orgánico líquido aeróbico de buena calidad y bastante adecuada para su uso de abono foliar.
- En el análisis económico se realizó el estudio de las variables costos fijos y costos variables para hallar los costos totales de la presente investigación. Los tratamientos V1D4 y V2D4 obtuvieron los más altos costos de producción total. Ya que se aplicó el 55% de Aola en la dosis aplicada en ese tratamiento. Y los tratamientos con más bajos

costos de producción fueron los tratamientos V1D1 y V2 D1 que solo se dosifico agua para su producción.

- Para determinar la relación beneficio/costo, se realizó el respectivo análisis económico. Se puede observar que los tratamientos V1D1 y V2 D1 obtuvieron un B/C menor a 1, lo que indica que no es viable su aplicación para la producción de forraje verde hidropónico con una dosis de solo agua. En cuanto a los tratamientos V1D2 V1D3 V1D4 V2D2 V2D3 y V2D4 obtuvieron resultados de B/C mayores que 1, lo que indica que los tratamientos son viables para su producción en forraje verde hidropónico. Pero siendo más viable el tratamiento V1D3 (variedad horizonte con dosis de 45 % de Aola) ya que en su aplicación solo se dosifico 450 ml der Aola con 550 ml de agua, esta relación obtuvo mejores rendimientos y mejores ingresos. Por consecuente se recomendaría para su uso intensivo para la producción de forraje verde hidropónico

7. RECOMENDACIONES.

Según los datos obtenidos en la presente investigación, y los análisis estadísticos obtenidos, podemos recomendar lo siguiente:

Se recomienda realizar investigaciones en cuanto a características bromatológicas del cultivo de Triticale, lo que nos daría información acerca de las cantidades nutricionales que cuenta este cultivo de reciente explotación en sistema verde hidropónico:

- En el aspecto de manejo del cultivo hidropónico. Se recomienda realizar un buen manejo del ambiente hidropónico, tomando en cuenta que las temperaturas no deben presentar una gran variabilidad, las bandejas de agrofilm, deben estar constantemente húmedas puesto que las semillas son muy susceptibles a la temperatura y al exceso de humedad, provocando la pudrición (como en el primer tratamiento).
- Si bien la variedad horizonte obtuvo mejores resultados, se debe realizar un análisis más minucioso en el aspecto económico, tanto proveedores de semilla como también mercado para la cosecha obtenida en el sistema de forraje verde hidropónico.
- Se debe realizar más investigación en cuanto a la producción de Aola de manera intensiva, para así poder satisfacer las necesidades nutricionales que requiere el sistema de forraje verde hidropónico.

- Se debe realizar un estudio de mercado para el cultivo de triticale cultivado en un sistema de forraje verde hidropónico, para verificar si es sostenible implementar este cultivo en un sistema hidropónico.

8. BIBLIOGRAFIA

- ✓ AMIGONE, M.A. Y KLOSTER, A.M. (2003). Verdeos de invierno. Cap. II, pp 56-79. En: Invernada Bovina en Zonas Mixtas. Latimori, N.J. y Kloster, A.M. (eds). Agro 12 de Córdoba. INTA, CRC. Argentina.
- ✓ BAIGORRIA, T.; CAZORLA, C.; SANTOS SBUSCIO, D.; PEGORARO, V. Y ORTIZ, J. 2012. Evaluación de especies como cultivos de cobertura en sistemas agrícolas puros en siembra directa. En: Jornada de actualización de Maíz 2012, EEA INTA Marcos Juárez. Baigorria, T.; Cazorla, C.; Santos Sbuscio, D.; Aimetta, B. y Belluccini, P. 2012b. Efecto de triticale (xTriticosecale Wittmack) rolado como cultivo de cobertura en la supresión de malezas, rendimiento y margen bruto de soja. En: Jornada de actualización de Soja 2012, EEA INTA Marcos Juárez. Bainotti
- ✓ BERNAT, C. 1989. Invernaderos, Construcción, Manejo y Rentabilidad. Ed. Aedos, Barcelona España. Pág. 140 p.
- ✓ BOLLETTA, A.I.; LAGRANGE, S.P.; GIMÉNEZ, F.J.; TULESI, M. Y GÓMEZ, D. 2009. Rendimiento y calidad de silajes de verdeos invernales en relación al momento de corte. Rev. Arg. Prod. Anim. 29 (Supl.1):456-457.
- ✓ CHILON, E. & CHILON, J., 2015. "Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)". Reporte de investigación publicado Cienciagro1: 35-42. Ibepa. www.ibepa.org
- ✓ CHILON, E. 2017. Información personal sobre Biohidroponía
- ✓ CIMMYT, (1991). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Ediciones completamente revisadas México. p. 79.
- ✓ DE LEÓN, M. Y GIMÉNEZ, R. 2011. Autoconsumo de silajes mediante la utilización de rejas. En: Manual de forrajes conservados. Mercoláctea 2011, pp 42-44.
- ✓ DURAN J.M., E. MARTÍNEZ, Y L.M. NAVAS. 2000. Los cultivos sin suelo: de la hidroponía a la aeroponía. En línea: http://www.eumedia.es/articulos/yr/hortofrut/01_cultivos.html. (Revisado el 17 de julio de 2007)

- ✓ DURAN, F. 2009. Cultivo de pastos y forrajes: silvopastoriles – forraje verde hidropónico. Granja integral. 1ra edición. Grupo latino editores. Colombia. 208 p.
- ✓ FAO, 2001. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). Manual técnico: Forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina. Santiago, Chile. 68 pp.
- ✓ GALLARDO, M. Y CASTRO, H. 2011. Ensilajes de avena, cebada y trigo como alimentos estratégicos. Revista Planteos Ganaderos en SD. Aapresid, pp 91-96.
- ✓ GUTIERREZ, I. 2000. Cultivos Hidropónicos. Fascículo 9. Bogotá Colombia.
- ✓ GUZMAN, A. 2000. Comportamiento agronómico tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota Cota. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia. pp. 24-25.
- ✓ GUZMAN, A. 2000. Comportamiento agronómico tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota Cota. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia. pp. 24-25.
- ✓ GILSANZ, J. 2007. Hidroponía. Montevideo, Uruguay. INIA Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 31 p.
- ✓ GALLARDO, G. 2000. Producción de Forraje Verde Hidropónico. Manual N2º. Bogotá, Colombia.
- ✓ HARTMANN, F. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia, p: 30,38 – 90.
- ✓ HUTERWAL, G. 1992. Hidroponía cultivo de plantas sin tierra. Buenos Aires, Argentina. Edit. Albatros. p. 247.
- ✓ IGM (Instituto Geográfico Militar). 2003. Determinación de coordenadas y altitud.
- ✓ INFOAGRO, BO. 2010. Cultivo de la lechuga. La Paz. BO. Consultado el 26 abril. 2012. Disponible en [http: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com).
- ✓ IZQUIERDO, J. 2001. Forraje verde Hidropónico. Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos de los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA. Primera Edición. Santiago – Chile. Editorial FAOI. 68 p.
- ✓ KOLMANS, E. 1996. Manual de agricultura ecológica. SIMAS – CUCUTEC, Editorial Enlace. Managua, Nicaragua. 219p.

- ✓ KLOSTER, A.M.; DONAIRE, G.; AMIGONE, M.A. Y BAINOTTI, C.T. 2007. Productividad de forraje y de carne de dos cultivares de triticale en el sudeste de Córdoba. En: Espinillo INTA. Nuevo cultivar de triticale forrajero. Informe Extensión N° 110, pp 7-11. EEA INTA Marcos Juárez.
- ✓ LLANQUE, J.E. 2004. Comportamiento del triticale *Tripsacum aestivum* (*Cecale cereale*), bajo condiciones de secano y riego por aspersión tres épocas de siembra en invierno en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz, Provincia Omasuyos, Tesis de Grado, UMSA, La Paz, Bolivia. 78 Pág.
- ✓ MAEKAWA, M. Y FANTINO, F. 2011. Silaje de cereales de invierno. Acumulación de biomasa y composición química. En: Memoria Técnica 2010-2011, pp 91-94. EEA INTA Gral. Villegas.
- ✓ MARULANDA, C. 2003. Hidroponía familiar en Colombia desde el eje cafetalero, Editorial Optigraf, Armenia – Colombia. Pp. 41-50
- ✓ PALOMINO, K. 2008. Producción de forraje hidropónico. Primera edición. Empresa editora Macro EIRL. Miraflores Perú. 59 p.
- ✓ RESTREPO, R, J. 2002. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Primera edición. Fundación Juquirá Candirú. Santiago de Cali. 105 p.
- ✓ SAMPERIO, G. 1997. Hidroponía Básica. 1ra ed. Edit. Diana. México. Edit. p.13.
- ✓ SANCHEZ, C. 2004. Hidroponía, Colección Granja Negocios, Lima – Perú. Ediciones Ripalme. 134 p.
- ✓ SENAMHI, 2005. (Servicio nacional de meteorología e hidrología) características generales de la ciudad de La Paz. <http://www.senamhi.gov.bo/turismo/index.pdf>
- ✓ SICA, 2000. Cultivos Controlados. [En línea], Quito – Ecuador. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/>.
- ✓ SIMONDI, J. Y GIMÉNEZ, R. 2013. Comunicación personal.
- ✓ TARRILLO, H. 2008. Manual de producción de Forraje Verde Hidropónico. Segunda edición. Ed. Forraje Hidropónico E.I.R.L. Perú 41p.
- ✓ TICONA, D. 2009. Producción de forraje y semilla de triticale (*X. triticosecale*) bajo riego y secano, en tres épocas de siembra en la comunidad de calasaya, provincia los andes la paz - Bolivia” Tesis de grado. UMSA. La Paz. Bolivia. 78 pag.

ANEXOS

ANEXO 1: BASE DE DATOS

ALTURA DE PLANTA

ALTURA DE PLANTA (RENACER)															
	35%				45%				55%				agua		
DÍAS	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
15	3,34	2,76	3,71		3,9	1,85	1,59		3,76	3,93	2,75		3,14	2,88	3,9
16	4,07	3,49	4,44		4,86	2,81	2,55		4,63	4,8	3,62		4,44	4,18	5,2
17	4,79	4,22	5,17		5,82	3,77	3,51		5,5	5,67	4,49		5,74	5,48	6,5
18	5,52	4,95	5,9		6,78	4,73	4,47		6,37	6,54	5,36		7,04	6,78	7,8
19	6,24	5,68	6,63		7,74	5,69	5,43		7,24	7,41	6,23		8,34	8,08	9,1
20	6,97	6,41	7,36		8,7	6,65	6,39		8,11	8,28	7,1		9,64	9,38	10,4
21	7,69	7,14	8,09		9,66	7,61	7,35		8,98	9,15	7,97		10,94	10,68	11,7
22	8,42	7,88	8,82		10,62	8,57	8,31		9,85	10,02	8,84		12,24	11,98	13
23	9,14	8,6	9,55		11,58	9,53	9,27		10,7	10,89	9,71		13,54	13,28	14,3
24	9,88	9,33	10,28		12,54	10,49	10,23		11,6	11,76	10,58		14,84	14,58	15,6
	10,59	10,06	11,01		13,5	11,45	11,19		12,5	12,63	11,45		16,14	15,88	16,9
MEDIA	6,61	6,05	7,00		8,22	6,17	5,91		7,68	7,85	6,67		8,99	8,73	9,75

ALTURA DE PLANTA (HORIZONTE)															
	35%				45%				55%				agua		
DÍAS	R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3		R1	R2	R3
15	4,21	4,45	2,88		4,22	4,64	4,9		4,2	4,01	4,06		3,93	3,53	3,47
16	6,13	6,38	4,81		5,66	6,09	6,35		6,05	5,87	5,92		5,39	5	4,94
17	8,06	8,31	6,74		7,11	7,54	7,8		7,91	7,73	7,78		6,86	6,47	6,41
18	9,99	10,24	8,67		8,56	8,99	9,25		9,77	9,59	9,64		8,33	7,94	7,88
19	11,92	12,17	10,6		10,01	10,44	10,7		11,63	11,45	11,5		9,8	9,41	9,35
20	13,85	14,1	12,53		11,46	11,89	12,15		13,49	13,31	13,36		11,27	10,88	10,82
21	15,78	16,03	14,46		12,91	13,34	13,6		15,35	15,17	15,22		12,74	12,35	12,29
22	17,71	17,96	16,39		14,36	14,79	15,05		17,21	17,03	17,08		14,21	13,82	13,76
23	19,64	19,89	18,32		15,81	16,24	16,5		19,07	18,89	18,94		15,68	15,29	15,23
24	21,57	21,82	20,25		17,26	17,69	17,95		20,93	20,75	20,8		17,15	16,76	16,7
	23,5	23,75	22,18		18,71	19,14	19,4		22,79	22,61	22,66		18,62	18,23	18,17
	12,89	13,14	11,57		10,74	11,17	11,43		12,56	12,38	12,43		10,54	10,15	10,09

ANEXO 2: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

ALTURA DE PLANTA

Nueva tabla : 28/04/2019 - 18:21:14 - [Versión : 01/11/2014]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	24	0,95	0,93	6,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	125,39	7	17,91	41,92	<0,0001
VARIEDAD	101,93	1	101,93	238,55	<0,0001
DOSIS	3,23	3	1,08	2,52	0,0946
VARIEDAD*DOSIS	20,23	3	6,74	15,78	<0,0001
Error	6,84	16	0,43		
Total	132,23	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4273 gl: 16

VARIEDAD Medias n E.E.

Horizonte 11,59 12 0,19 A

Renacer 7,47 12 0,19 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4273 gl: 16

DOSIS Medias n E.E.

55% 9,93 6 0,27 A

Agua 9,71 6 0,27 A B

35% 9,54 6 0,27 A B

45% 8,94 6 0,27 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,4273 gl: 16

VARIEDAD DOSIS Medias n E.E.

Horizonte 35% 12,53 3 0,38 A

Horizonte 55% 12,46 3 0,38 A

Horizonte 45% 11,11 3 0,38 B

Horizonte Agua 10,26 3 0,38 B C

Renacer Agua 9,16 3 0,38 C

Renacer 55% 7,40 3 0,38 D

Renacer 45% 6,77 3 0,38 D

Renacer 35% 6,55 3 0,38 D

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

RENDIMIENTO Kg/0,20 m²

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO Kg/0,20 m2	24	0,59	0,41	24,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,17	7	1,02	3,30	0,0227
VARIEDAD	0,77	1	0,77	2,48	0,1347
DOSIS DE AOLA (%)	5,37	3	1,79	5,77	0,0071
VARIEDAD*DOSIS DE AOLA (%..	1,02	3	0,34	1,10	0,3778
Error	4,97	16	0,31		
Total	12,14	23			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3104 gl: 16

VARIEDAD Medias n E.E.

HORIZONTE 2,42 12 0,16 A

RENACER 2,06 12 0,16 A

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3104 gl: 16

DOSIS DE AOLA (%) Medias n E.E.

55% DE AOLA 2,78 6 0,23 A

45% DE AOLA 2,47 6 0,23 A

35% DE AOLA 2,20 6 0,23 A

AGUA 1,50 6 0,23 B

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

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,3104 gl: 16

VARIEDAD DOSIS DE AOLA (%) Medias n E.E.

HORIZONTE 55% DE AOLA 2,93 3 0,32 A

HORIZONTE 45% DE AOLA 2,90 3 0,32 A

RENACER 55% DE AOLA 2,63 3 0,32 A B

HORIZONTE 35% DE AOLA 2,47 3 0,32 A B

RENACER 45% DE AOLA 2,03 3 0,32 A B C

RENACER 35% DE AOLA 1,93 3 0,32 A B C

RENACER AGUA 1,63 3 0,32 B C

HORIZONTE AGUA 1,37 3 0,32 C

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

**ANEXO 3: ANALISIS DE LOS DIFERENTES PARAMETROS OBTENIDOS EN LA INVESTIGACION
ANALISIS DE ABONO ORGANICO LIQUIDO AERIBICO (AOLA)**

Laboratorio de Calidad Ambiental

Informe de Ensayo: A 151/18

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO EN AOLA A151/18

Cliente: ESTACION EXPERIMENTAL COTA COTA - UMSA
 Solicitante: Tesis: John W. Maldonado Jimenez
 Dirección del cliente: c/ Nestor Taboada No. 1375
 Procedencia de la muestra: La Paz
 Provincia: Murillo
 Departamento: La Paz
 Cota Cota - Estación Experimental Agronomía
 Tesis: John W. Maldonado Jimenez
 Punto de muestreo: Julio 2018
 Responsable del muestreo: 09:00
 Fecha de muestreo: 13 de septiembre de 2018
 Hora de muestreo: Del 13 al 26 de septiembre, 2018
 Fecha de recepción de la muestra: AOLA (Extracto de planta)
 Fecha de ejecución del ensayo: Simple
 Caracterización de la muestra: Envase de plástico
 Tipo de muestra: 151-1
 Envase: AOLA
 Código LCA:
 Código original :

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	AOLA 151-1
Conductividad eléctrica	EPA 120.1	µS/cm	1,0	2210
Fósforo soluble	EPA 365.2	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	0,040	30
Nitrógeno total	EPA 351.1	mg/l	0,30	17
pH	EPA 150.1		1 - 14	8,5
Potasio	EPA 258.1	mg/l	0,21	449
Sólidos disueltos	EPA 160.1	mg/l	10	1756

SM = Standard Methods (For the Examination of Water and Wastewater)
 EPA= Environmental Protection Agency (Sampling and Analysis Methods)

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
 La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

**ANALISIS DE PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS
DOSIS CON 35 % DE AOLA**

Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental

LCA

Informe de Ensayo: MO 31/18 Página 5 de 5

INFORME DE ENSAYO EN MUESTRA ORGÁNICA MO 31/18

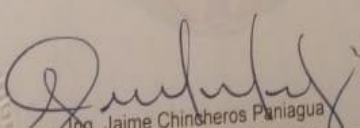
Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA
Solicitante:	Sr. John Maldonado Jimenez
Dirección del cliente:	C/9 Nestor Taboada Terán No. 1375, Z/Villa Victoria
Procedencia de la muestra:	La Paz
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Cota Cota, Campus Universitario
Responsable del muestreo:	Sr. John Maldonado Jimenez
Fecha de muestreo:	24 de septiembre de 2018
Hora de muestreo:	08:30
Fecha de recepción de la muestra:	24 de septiembre de 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de septiembre al 08 de octubre, 2019
Caracterización de la muestra:	Forraje de Triticale
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	31 - 8
Código original:	T24 =V2D4


Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	T24 =V2D4 31 - 8
Proteína cruda	NFTA 3.1	%	0,0630	17

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Octubre 10 de 2018


 Ing. Jaime Chincheros Paniagua



DOSIS CON 45 % DE AOLA

Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental

Informe de Ensayo: MO 31/18 Página 8 de 8

INFORME DE ENSAYO EN MUESTRA ORGÁNICA MO 31/18

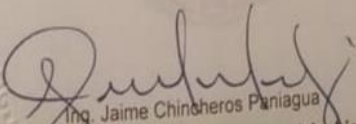
Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA
Solicitante:	Sr. John Maldonado Jimenez
Dirección del cliente:	C/9 Nestor Taboada Terán No. 1375, Z/Villa Victoria
Procedencia de la muestra:	La Paz
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Cota Cota, Campus Universitario
Responsable del muestreo:	Sr. John Maldonado Jimenez
Fecha de muestreo:	24 de septiembre de 2018
Hora de muestreo:	08:30
Fecha de recepción de la muestra:	24 de septiembre de 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de septiembre al 08 de octubre, 2019
Caracterización de la muestra:	Forraje de Triticale
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	31 - 8
Código original :	T24=V2D4


Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	T24=V2D4 31 - 8
Proteína cruda	NFTA 3.1	%	0,0630	17

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Octubre 10 de 2018


Ing. Jaime Chincheros Paniagua



DOSIS CON 55 % DE AOLA

Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental

Informe de Ensayo: MO 31/18 Página 8 de 8

INFORME DE ENSAYO EN MUESTRA ORGÁNICA MO 31/18

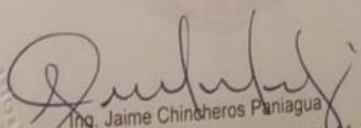
Cliente:	FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA
Solicitante:	Sr. John Maldonado Jimenez
Dirección del cliente:	C/9 Nestor Taboada Terán No. 1375, Z/Villa Victoria
Procedencia de la muestra:	La Paz
	Provincia: Murillo
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Cota Cota, Campus Universitario
Responsable del muestreo:	Sr. John Maldonado Jimenez
Fecha de muestreo:	24 de septiembre de 2018
Hora de muestreo:	08:30
Fecha de recepción de la muestra:	24 de septiembre de 2018
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 24 de septiembre al 08 de octubre, 2019
Caracterización de la muestra:	Forraje de Triticale
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	31 - 8
Código original:	T24 =V2D4


Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	T24 =V2D4 31 - 8
Proteína cruda	NFTA 3.1	%	0,0630	17

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Octubre 10 de 2018


Ing. Jaime Chincheros Paniagua



ANEXO 4: TOMA DE RESULTADOS



ETAPAS DE CRECIMIENTO DEL TRITICALE

A LOS 3 DIAS



LOS 10 DIAS



TOMA DE DATOS DE CADA TRATAMIENTO SE REALIZO CON BALANZA ANALITICA DE 2 DIGITOS



**TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS Y PROMEDIO DEL INTERIOR DEL ÁREA
EXPERIMENTAL**

