



Aplicación de abono orgánico líquido aeróbico en la producción de forraje verde hidropónico, en dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el Centro Experimental de Cota Cota

Application of organic fertilizer aerobic liquid in the production of green hydroponic forage in two varieties of Barley (*Hordeum vulgare* L.) in the Experimental Center of Cota Cota

Soledad Flores Gutiérrez y Eduardo Chilon Camacho

RESUMEN:

El Forraje Verde Hidropónico (FVH), es un sistema de cultivo de pasto forrajero, el cual se siembran cereales, en condiciones especiales, los que se cosecharán en un tiempo record de 15 – 20 días. La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía; con el objetivo de evaluar la aplicación de Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA) en la producción de Forraje Verde Hidropónico en dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.). Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo Bifactorial con 3 repeticiones y 8 tratamientos, resultantes de tres dosis de AOLA donde se incluyó solo agua como el testigo (0%, 10%, 20% y 30%). Con respecto a las características de calidad nutricional, la cantidad de nitrógeno total es 1,94% que alcanzó el tratamiento V2T (variedad criolla - testigo), el contenido de fósforo es 0,32% corresponde al tratamiento V1D1 (variedad IBTA 80 - 10% de AOLA), valor de potasio total fue de 75% y corresponde al tratamiento V1D2 (variedad IBTA 80 - 20% de AOLA), el contenido de Materia Orgánica fue de 92,30% que corresponde al tratamiento V1D3 (variedad IBTA 80 - 30% de AOLA), en el mayor valor de proteína fue de 12,2% correspondiente al tratamiento V2T (variedad criolla - testigo), el valor de ceniza es 5% que correspondió al tratamiento V1D2 (variedad IBTA 80 - 20% de AOLA), y el valor de materia seca es 14,60% que presenta el tratamiento V2D1 (variedad criolla - 10% de AOLA). En cuanto a la variable análisis económico preliminar, de acuerdo a los resultados del beneficio costo, se establece que el tratamiento V2T (variedad criolla - testigo) con un B/C de 1,62 es el que obtuvo mayor rentabilidad.

PALABRAS CLAVE:

Hidropónico, diseño, calidad nutricional, rendimiento.

ABSTRACT:

The Hydroponic Green Forage (FVH), is a system of fodder grass cultivation, which is sown cereals, under special conditions, which will be harvested in a record time of 15 - 20 days. The present investigation was carried out in the Cota Cota Experimental Center, belonging to the Faculty of Agronomy; with the objective of evaluating the application of Organic Aerobic Liquid Fertilizer (AOLA) in the production of Hydroponic Green Forage in two varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.). The completely randomized design (DCA) was used with a Bifactorial arrangement with 3 repetitions and 8 treatments, resulting from three doses of AOLA where only water was included as the control (0%, 10%, 20% and 30%). With respect to the characteristics of nutritional quality, the total amount of nitrogen is 1.94% that reached the V2T treatment (Creole - control variety), the phosphorus content is 0.32%, corresponds to the V1D1 treatment (variety IBTA 80 - 10 % of AOLA), total potassium value was 75% and corresponds to the treatment V1D2 (variety IBTA 80 - 20% of AOLA), the content of Organic Matter was 92.30% corresponding to the treatment V1D3 (variety IBTA 80 - 30 % of AOLA), in the highest protein value was 12.2% corresponding to the V2T treatment (Creole - control variety), the ash value is 5% that corresponded to the V1D2 treatment (variety IBTA 80 - 20% of AOLA), and the value of dry matter is 14.60% that presents the treatment V2D1 (variety criolla - 10% of AOLA). Regarding the variable preliminary economic analysis, according to the results of the cost benefit, it is established that the V2T treatment (Creole - control variety) with a B / C of 1.62 is the one that obtained the highest profitability.

KEYWORDS:

Hydroponics, design, nutritional quality, performance.

AUTORES:

Soledad Flores Gutiérrez: Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. solflowsqut@gmail.com

Eduardo Chilon Camacho: PhD. Docente Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. eduardochilon@gmail.com

Recibido: 25/01/2019. Aprobado: 27/03/2019.

DOI: <https://doi.org/10.53287/gwau5138xx90y>



INTRODUCCIÓN

El forraje hidropónico fue creado para

eliminarle al productor ganadero la dependencia y limitación que generan la pobreza de suelo y condiciones climatológicas adversas, tales como

nieve, falta de lluvia, friaje, inundaciones, etc.; posibilitando que el ganadero cuente con un forraje verde en la cantidad deseada, de alta calidad y un valor sustancialmente más económico que el forraje convencional sustituyendo así a los grandes espacios de terreno que son imprescindibles para obtener forraje, creando granjas competitivas de reducidas dimensiones y altas producciones.

Para que el forraje hidropónico y el forraje biohidropónico logren buenos rendimientos se necesita controlar y regular las condiciones ambientales (luz, temperatura y humedad) porque el sistema de producción se realiza en ausencia de suelo.

La técnica de cultivo, se basa en la producción sobre sustratos que no sean tierra y se hace preferiblemente en invernaderos que permiten su producción incluso en épocas de sequía u otras condiciones climáticas adversas, para no depender, ni depender la alimentación de los animales, de las variaciones estacionales y poder mantener el engorde de los animales para producción de carnes e incluso de leche.

La elaboración de cultivos hidropónicos es una alternativa a la producción de forrajes para la alimentación de animales en época de carencia de pasto (invierno) y con la finalidad de aprovechar áreas reducidas y mayor eficiencia en el uso de agua en ambiente protegido de factores climáticos.

El método biohidropónico para la producción de forraje es una buena alternativa económica y de seguridad alimentaria para el sector campesino del altiplano y los valles.

En diferentes investigaciones se puede observar el uso de semillas certificadas en este caso de cebada; como es IBTA 80, pero ya de por sí resulta muy costoso la obtención de la misma para la producción de FVH. Y no puede estar al alcance del agricultor.

Una manera de afrontar este problema es a

través de la generación y difusión de alternativas forrajeras, como es la producción de forraje hidropónico, que generalmente suele usarse la cebada, que es en carpas solares y rústicos de bajo costo, con insumos económicos y fáciles de conseguir, llegando a aprovechar sus propias semillas producidas en la comunidad, lo que permite sostener una producción intensiva de forraje de buena calidad independientemente del clima y/o época del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía - UMSA, la misma que se encuentra ubicada a 15 Km al sudoeste de la ciudad de La Paz a una altitud de 3200 m.s.n.m., latitud Sur 16°32' y longitud Oeste 68°8'. (IGM, 2015)

Material biológico: Se utilizó 7 kg de semilla certificada de cebada de la variedad IBTA - 80 de la empresa productora de semilla forrajera SEFO del departamento de Cochabamba. También se utilizó 7 kg de semilla de cebada de la variedad CRIOLLA procedente del municipio de Achacachi de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

Material orgánico: Se utilizó el AOLA (Abono Orgánico Líquido Aeróbico) en total 43,2 litros, elaborado de sustrato orgánico como el compost, proporcionado por el Laboratorio de Biofertilidad de suelos, de la Materia de Fertilidad de suelos de la Carrera de Agronomía perteneciente a la UMSA.

Material de campo: Bandejas de madera de 0.5m x 0,5m, con base de agrofil negro, 24 unidades; Regadora aspersora de 3 l de capacidad; Balanza de 20 kg de capacidad; Plástico negro (para cámara de oscuridad); Sacos de yute de 45 kg; Balde de 12 l; Cinta adhesiva, Pala, Picota, Carretilla, Bidones de 10 l, Alambre, 1 kg Clavos de 1", 2 m³ de Cascajo, Malla semi sombra del 50%, 1 Escoba y basurero, computadora, impresora, lápices, bolígrafos, cuaderno campo, memoria USB y hojas. Hipoclorito de sodio al 1%. Termómetro de máximas, mínimas y

medias (50° C), Termómetro digital para medir la humedad y Flexo.

Metodología experimental

La investigación se realizó en la carpa solar del centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía. Este módulo tiene una superficie de 72m², de 12m de largo y 6m de ancho, con una estructura completamente de madera (listones y callapos), está totalmente recubierta con agrofilm como ser laterales y techo construida a dos caídas 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.

Se realizó 2 cosechas estableciendo el diseño del trabajo de investigación para poder evaluar el modulo productivo con el fin de mejorar las condiciones del ambiente hidropónico. A primera siembra se aplicó solo agua y a segunda siembra con Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA).

Las pruebas que se realizaron fueron pureza física y porcentaje de geminación en ambas variedades. La variedad IBTA-80, con un porcentaje de pureza física de 95% y un porcentaje de germinación de 80%; y la variedad Criolla, se obtuvo un porcentaje de pureza física de 98% y un porcentaje de germinación de 80%.

Los datos de germinación obtenidos coinciden con lo recomendado por la FAO (2001), cuya calidad de semilla debe contar con un porcentaje de germinación no menor al 75 %. Se utilizó 35 litros de AOLA (abono orgánico líquido aeróbico). Las semillas fueron venteadas y pesadas.

La semilla se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10ml en 1l de agua). Procurando que las semillas queden sumergidas en la solución por un tiempo de 1 minuto y 30 segundos, para posteriormente enjuagar con agua.

Luego se realizó el remojo de las semillas por

un tiempo de 24 horas. Posteriormente se escurrió la semilla para evitar el excedente de agua por 1 hora y se procedió a la siembra de las semillas, para la siembra se utilizó una densidad de 2.33 kg/m².

La germinación se inició al tercer día, el riego por aspersión foliar se realizó 4 veces al día en los horarios de 09:00 am, 13:00 pm y 18:00 pm. A partir del día de la siembra se realizó el registro de la temperatura y de la humedad hasta el día de la cosecha.

La primera aplicación del AOLA (Abono Orgánico Líquido Aeróbico), se aplicó en forma de riego por aspersión se realizó a partir del 6to día, hasta el 12avo día. También se realizó el registro de longitud de raíz, número de raíces y altura de hoja; todos los días hasta el día de la cosecha. En el día 15 se realizó la cosecha del Forraje Verde Hidropónico, donde también se determinó el rendimiento en materia verde de cada tratamiento.

Diseño experimental

El análisis de los datos de dosis de AOLA se desarrolló mediante un Diseño Completamente al Azar con arreglo Bifactorial y se contó con testigo.

Tabla 1. Tratamientos y su descripción.

Factor A (Variedad)	Factor B (Dosis)	Tratamiento	Dosis De Aola	% De Agua
V 1 (Variedad Ibta 80)	D 0	V1T	Sin AOLA	100% agua
	D 1	V1D1	10% AOLA	90% agua
	D 2	V1D2	20% AOLA	80% agua
	D 3	V1D3	30% AOLA	70% agua
V 2 (Variedad Criolla)	D 0	V2T	Sin AOLA	100% agua
	D 1	V2D1	10% AOLA	90% agua
	D 2	V2D2	20% AOLA	80% agua
	D 3	V2D3	30% AOLA	70% agua

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Temperaturas registradas durante la producción de Forraje Verde Biohidropónico de Cebada: El registro de las temperaturas máximas y mínimas en la carpa solar se realizó con un termómetro, con la medición de temperaturas diarias,

desde el 13 de agosto hasta el 27 de agosto del año 2017.

La temperatura mínima extrema registrada fue de -3°C y la temperatura máxima fue de 40°C con un promedio de 20,6°C. A pesar de la temperatura mínima de la producción no fue afectada. Al respecto Martínez (2001), señala que la temperatura es una de las variables más importantes en la producción de FVH, el rango óptimo para producción de FVH se sitúa siempre entre los 18°C a 26°C. Es así que los granos de avena, cebada y trigo, entre otros, requieren de temperaturas bajas para germinar, el rango de ellos oscila entre los 18°C a 21°C.

En cuanto a la temperatura máxima de 40°C, no coincide con los rangos recomendados sin embargo no hubo alteraciones ni deficiencias visibles en la planta.

Humedad relativa registrada durante la producción de Forraje Verde Hidropónico de Cebada: Durante el periodo de estudio se registraron datos de humedad relativa observándose una escasa variación en su comportamiento con un promedio de 79,33%, llegando a un valor máximo 89% a un valor mínimo de 69% de humedad relativa. Los valores registrados de humedad relativa.

En el caso de la presente investigación, los datos registrados de humedad relativa en carpa solar son cercanos a los obtenidos por la investigación citados y también recomendados por La Molina (2004), que indica que se debería obtener una humedad relativa de 65 a 70% para el cultivo de FVH en un periodo de 15 días. Al respecto Luna (2013), señala que obtuvo datos de humedad superiores a 20% y menores a 80%, y que no se tuvo problemas fitosanitarios y tampoco reporto problemas con la desecación del ambiente.

Altura de la planta

La variable altura de planta en el estudio fue medida en centímetros desde la parte vegetativa del cuello al ápice.

En el figura 1, se puede observar los promedios de altura de planta; el tratamiento que más sobresale es la V1D3 (variedad IBTA 80-dosis 30%) con una altura de 23,04 cm y la menor altura es el V1T (variedad IBTA 80-testigo) con 15,77 cm, en la variedad criolla sobresalió el tratamiento V2D3 (variedad criolla-dosis 30%) con una altura de 20,63 cm y la menor altura V2T (variedad criolla –testigo) con una altura de 15,76 cm.



Figura 1. Altura de planta.

Largo de raíz

Esta variable fue medida en centímetros, desde la parte vegetativa del cuello de la planta hasta la finalización de la raíz.

En la figura 2, se observan los promedios de longitud de raíz; el tratamiento que sobresale es V1D3 (variedad IBTA 80 – dosis 30%) con una longitud de 12,52cm y en la variedad criolla sobresale V2T (variedad criolla – testigo) con una altura de 12,52cm.



Figura 2. Largo de raíz.

Número de raicillas

El análisis de varianza de la variable número de raicillas Se puede apreciar que no existen diferencias significativas respecto a las variedades, dosis y la interacción de ambos factores, es decir se obtuvieron valores similares. Por otra parte el Coeficiente de Variación fue de 5,22 % lo que indica que los datos son confiables.

En la figura 3, se puede observar los promedios número de raicillas de planta; cuyos promedios oscilan de 6 raicillas.



Figura 3. Número de raicillas

Rendimiento del FVH en materia verde

El rendimiento del forraje verde hidropónico se determinó pesando el forraje fresco de cada bandeja, el cual fue expresado en kilogramos.



Figura 4. Rendimiento de materia verde.

En la figura 4, se puede observar los promedios de rendimiento de materia verde; el mejor rendimiento está en el tratamiento V1D1 (variedad

IBTA 80-dosis 10% de AOLA) que alcanzo a un peso de 4,33 kg/0,25m². Y el menor rendimiento en materia verde presenta el tratamiento V2D3 (variedad criolla-dosis 10% de AOLA) con un peso promedio de 2,50 kg/0,25m².

Contenido Nitrógeno total

El contenido de nitrógeno total en FVH, llegó a tener un valor máximo de 1,94% de nitrógeno, correspondiente al tratamiento V2T y el tratamiento V2D2 que alcanzo el mínimo valor entre los tratamientos.

Al respecto Andriolo (1999), menciona que el contenido de nitrógeno en los materiales hidropónicos es mayor a edades tempranas. Lo anterior se debe a que en las plantas jóvenes el crecimiento está relacionado principalmente, con una aumento en la superficie de las hojas que son los órganos ricos en nitrógeno.

Contenido de Fosforo

El contenido de fosforo en FVH, llego a tener un valor máximo de 0,32% correspondiente al tratamiento V1D1 y el tratamiento V2T que alcanzo el mínimo valor entre los tratamientos. La productividad de las plantas de cebada, íntimamente relacionado con el metabolismo del fosforo, el mismo que se asimila mayormente en las horas del día y se incorpora rápidamente en la composición de los nucleótidos. Posteriormente el fosforo del ATP se utiliza en la formación de las hexosafosfatos, los nucleoproteidos, y los fosfoproteidos (Gallardo, 1997).

Contenido de Potasio

El contenido de potasio en el tratamiento V1D2 presenta el mayor valor registrado es 0,75% K, y uno de los menores valores corresponde al tratamiento V2D2 con 0,45% K.

Contenido de Calcio

El contenido de calcio presenta el mayor valor registrado en el tratamiento V1D2 es de 0,55% de calcio, y uno de los menores valores corresponde al tratamiento V2D1 con 0,32% de calcio.

Contenido de Magnesio

El tratamiento V1D3 tiene el valor de 0,17% Mg, mientras el menor valor es el tratamiento V2D2 con 0,13% Mg.

Contenido de Hierro

El mayor valor al tratamiento V1D3 con 100,89 ppm, el menor valor al tratamiento V2D2 con 58,60 ppm.

Contenido de materia orgánica

El contenido de materia orgánica que el tratamiento V1D3 presenta un valor más alto de 92,30% de Materia orgánica y el menor valor es del tratamiento V2D3 de 71,91% Materia orgánica.

Contenido de Proteína

El mayor valor de proteína presenta el tratamiento V2T con un valor de 12,15% de proteína y el menor valor se presenta en el tratamiento V2D2 con un valor de 9,08% de proteína.

Contenido de Ceniza

El mayor valor se ve en el tratamiento V1D2 con 5,00% de ceniza. Mientras se observa el menor valor en el tratamiento V2D2 con 3,11% de ceniza.

Contenido de carbono orgánico

El porcentaje de carbono orgánico y el valor más sobresaliente es el tratamiento V1D3 y el más mínimo es el tratamiento V2T.

Contenido de Humedad

El mejor valor es está en el tratamiento V1D3 (variedad IBTA 80-dosis 30% de AOLA) que alcanzo a un valor de 92,21. Y el menor porcentaje de humedad presenta el tratamiento V1D1 (variedad IBTA 80-dosis 10% de AOLA) con un valor de 80,17% de humedad.

Contenido de Materia seca

El contenido en porcentaje de materia seca en FVH, el cual llego a tener un valor máximo de 15,98% de materia seca correspondiente al tratamiento V2D2 y el tratamiento V1D3 que alcanzo el mínimo valor entre los tratamientos.

Características del AOLA en base al Análisis Químico

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.

Relación de B/C

Se observa la relación de $B/C > 1$ en los tratamientos con la variedad criolla, el valor más alto fue alcanzado por el tratamiento V2T (Variedad criolla – Testigo) obtiene mayor resultado de 1,41; seguido por V1T (Variedad IBTA 80 – Testigo) con un valor de 1,31; el tratamiento V1D1 (Variedad IBTA 80 – Dosis 10%) con un resultado de 1,14; el tratamiento V2D1 (Variedad criolla – Dosis 10%) con un valor de 1,13; seguido por V1D2 (Variedad IBTA 80 – Dosis 20%) con un resultado de 0,88; el tratamiento V1D3 (Variedad IBTA 80 – Dosis 30%) con un valor de 0,79 y el tratamiento V2D2 (Variedad criolla – Dosis 20%) con un resultado de 0,72; finalmente V2D3 (Variedad criolla – Dosis 30%) con un beneficio/costo de 0,56.

Estos valores indican que es rentable ya que los valores son mayores a 1 y que económicamente es factible trabajar con la variedad 2 que es la criolla.

CONCLUSIONES

En cuanto a la evaluación de la variable altura de planta de forraje verde biohidropónico se observó diferencia significativa entre variedades de cebada IBTA 80 que presento una mayor altura en las diferentes dosis de AOLA con un promedio de 23,04 cm, superando a la variedad criolla con un promedio de 20.63 cm., la variable largo de raíz no existen diferencias significativas lo que nos indica que el AOLA no influye significativamente en las dos variedades de cebada IBTA 80 y criolla, al igual que la variable número de raicillas en cuanto al Rendimiento en materia verde se destaca el

tratamiento V1D1 (Variedad IBTA 80; Dosis 10%) con 4,33 kg/0,25m². De acuerdo a las diferentes dosis aplicadas de AOLA en el Forraje Verde Biohidropónico de la cebada, se llega a la conclusión que la dosis D2 (20% de AOLA y 80% de agua) y la dosis D3 (30% de AOLA y 70% de agua) se tuvo un mejor efecto en la variedad V1 (IBTA 80) y la variedad criolla.

Los parámetros de calidad nutricional de Forraje Verde Biohidropónico de cebada (*Hodeum vulgare* L.), el mayor contenido de nitrógeno total es 1,94%; el mismo que alcanzó el tratamiento V2T (Variedad criolla – Testigo) y 1,56% alcanzo el tratamiento V1D2 (Variedad IBTA 80 – Dosis 20% de AOLA).

El mayor contenido de fosforo fue 0,31% que corresponde a los tratamientos V1D2 (Variedad IBTA 80 – Dosis de 20% de AOLA) y V2D1 (Variedad criolla – Dosis 10% de AOLA). El mayor valor de potasio es de 0,75% alcanzo el tratamiento V1D2 (Variedad IBTA 80 – Dosis 20% de AOLA). El mayor contenido de calcio es 0,55% que alcanzo el tratamiento V1D2 (Variedad IBTA 80 – Dosis 20% de AOLA).

El mayor contenido de magnesio es 0,17 que contiene el tratamiento V1D3 (Variedad IBTA 80 – Dosis 30% de AOLA). El mayor valor de hierro es 101,89 ppm corresponde al tratamiento V1D3 (Variedad IBTA 80 – Dosis 30% de AOLA). La variedad IBTA 80 alcanzo los valores más altos de P, K, Ca, Mg, Fe, presentando una mayor calidad en cuanto a nutrientes.

El más alto valor de materia orgánica es 92,30% este alcanzo el tratamiento V1D3 (Variedad IBTA 80 – Dosis 30% de AOLA). El mayor contenido de carbono orgánico es 46,8% que corresponde al tratamiento V1D3 (Variedad IBTA 80 – Dosis 30% de AOLA). El mayor valor de proteína es 12,2% que

corresponde al tratamiento V2T (Variedad criolla – Testigo). El mayor contenido ceniza es 5,0% alcanzo el tratamiento V1D2 (Variedad IBTA 80 – Dosis de 20% de AOLA). El alto contenido de humedad es 92,2% corresponde al tratamiento V1D3 (Variedad IBTA 80 – Dosis 30% de AOLA), el mayor porcentaje de materia seca es de 14.60% alcanzo el tratamiento V2D1 (Variedad criolla – Dosis 10% de AOLA). La variedad IBTA 80 presenta los valores más altos de M.O., C.O., ceniza y humedad mostrando una mayor calidad de forraje para la alimentación de los animales.

La variedad criolla presenta valores más altos en N, P, Proteína y Materia Seca ya que no asimilo muy bien el AOLA (Abono Orgánico Líquido Aeróbico). También es un Forraje de calidad para la alimentación de los animales.

En relación a los costos parciales de producción, de acuerdo a los resultados beneficio costo, se determinó, que el mejor tratamiento es V2T (Variedad criolla – Testigo) con un B/C de Bs 1,62 es el que se debe tomar en cuenta ya que económicamente supera a los demás tratamientos porque muestra mayor rentabilidad; pero se debe tomar en cuenta que el costo de la semilla influye significativamente en los costos de producción.

La producción de Forraje Verde Biohidropónico es una alternativa importante al uso de suplementos alimenticios para la producción pecuaria además de ser nutritiva es económicamente rentable.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agricultura Urbana En El Alto, (2013). Manual producción de hortalizas en carpa solar. Consultado 29 sept. 2018. Disponible en: <http://agriculturaurbanaelalto.blogspot.com/2013/manual-produccion-de-hortalizas-en.html?m=1>

AGRUCO. (1998). Agro biología de la Universidad de Cochabamba. 1990. Agroecológica y saber andino serie técnica N°5 Cochabamba Bolivia. p. 24 – 26.

Aguirre, J. (1963). Suelos, Abonos y Enmiendas. Editorial Dossat, S. A. Plaza Santa Ana 9. Madrid – España.

Aquino E. (2010). Producción, manejo y uso de forraje verde hidropónico para zonas de altura. La Paz, Bolivia JICA. 55 p.

Aruquipa, C. (2008). Producción de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo dos sustratos (sólidos y líquidos) en el municipio de El Alto Tesis de Agronomía. La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. 80 p.

Calles, Daniel. (2005). Evaluación de la producción y calidad de forraje verde hidropónico (F.V.H.) de cebada con la utilización de diferentes niveles de azufre y su respuesta en ganado lechero. Riobamba – Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.esPOCH.edu.ec/123456789/2858/1/17T0715.pdf>

Carballo, R. (2008). Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. (En línea). Consultado el 3 de febrero 2017. Disponible en: www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm.

Castro, R. (2007). Manual de Hidroponía. La Paz, Bolivia. Editorial, Torre. P, 27.

Chang, M. (2004). Producción de Forraje Verde Hidropónico. Ed. Centro.

Chilon, E. y 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. (2015). El compost resultó un excelente sustrato orgánico para la obtención del abono orgánico líquido aeróbico AOLA. www.ibepa.com
- Chilon, E. (2015). El Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA) y sus potencialidades para la Agricultura y la preservación del Medio Ambiente. Reporte de Investigación Cátedra Fertilidad de Suelos, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz-Bolivia.
- Chilon, E. (2017). Información personal sobre Biohidroponía.
- Corona, L. (2011). Producción de forraje verde una alternativa nutricional para la época de sequía Puebla México. P. 30. Consultado el 10 de julio de 2017. Disponible en: www.cosechandonatural.com.mx
- Cultivos Hidropónicos. (1992). Forraje Verde Hidropónico. *Revista Aprenda Fácil, N° 9. Ed. Verónica.* Bogotá, Colombia.
- Devia, J. (1991). Cultivo Hidropónico. *Chile Hortofrutícola (Chile) 4 (23): 8-10.*
- Douglas, J. (1987). Hidroponía, como cultivar sin tierra, cuarta edición, El Ateneo, Buenos Aires – Argentina Pp. 80-93.
- Duran, F. (2009). Cultivo de pastos y forrajes: silvo pastoriles – forraje verde hidropónico. Granja integral. 1ra edición. Grupo latino editores. CO. p. 208. Editora Macro EIRL. Miraflores Perú. 59 p.
- FAO. (2001). Manual técnico forraje verde hidropónico. Oficina Nacional de la FAO para la América Latina y el Caribe (en línea). Santiago – Chile. Consultado 15 de enero del 2018. Disponible en: www.rlc.fao.org/pubs
- FAO. (2001). Manual Técnico. Forraje verde Hidropónico. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Santiago de Chile. 68 p.
- FAO. (2002). Manual de forraje verde hidropónico. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (En línea) Santiago de Chile. Consultado 8 de marzo 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/priot/segalim/prodveg/hidro/pdf>
- FAO. (2001). Forraje verde hidropónico: Manual técnico Forraje verde hidropónico. 2001. Consultado el 10 de oct de 2015, disponible en: www.fao.org/docrep/fao/field/009/ah472s/ah472s00.pdf
- F.N.U.D.A. (2002). Fundación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Agropecuario. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios (en línea). Consultado 11 Nov 2017. Disponible en; <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/180>
- Gallardo, G. (1997). Producción de Forraje Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*)

- en Ambiente Controlado con tres Soluciones Nutritivas en dos Concentraciones. Tesis de Agronomía. La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Pp, 115.
- Garduño, (2003). Modelo de Producción de Forraje Verde Mediante Hidroponía.
- Gutiérrez, I. (2000). Cultivos Hidropónicos. Fascículo 9. Bogotá Colombia.
- Hydro Environment. (2018). Producción Intensiva para Forraje Verde Hidropónico (2da Parte) (en línea). Consultado 6 jun. 2018. Disponible en: <http://www.Hydroenviron.com>
- Hydro Environment, (2018). Semillas: tipos, clases y variedades (en línea). Consultado 29 abr. 2018. Disponible en: <http://www.Hydroenviron.com>
- IGM. (2015). Atlas digital de Bolivia - La Paz. Consultado 24 de noviembre de 2016 Disponible en: <http://www.igmsantacruz.com/atlascd/index/lapaz/.htm>
- Izquierdo J. (2001). Forraje verde Hidroponico. Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos de los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA. Primera Edición. Santiago – Chile. Editorial FAO. 68 p.
- Izquierdo, J. (2000). Hidroponía escolar (en línea). Santiago de Ch. Consultado 20 de noviembre de 2017. Disponible en: http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodali/m/prodveg/hidrop/pdf/hidro_1
- Izquierdo, J. 2002. Hidroponía estándar (en línea).
- Santiago de Ch. Consultado 29 de mayo del 2018 Disponible en: www.fao.org/prior/segalim/forraje.htm
- Izquierdo, J. (2005). Hidroponía Popular, Oficina Regional de la FAO, Santiago - Chile. Pp. 50.
- Kolmans, E. (1996). Manual de agricultura ecológica. SIMAS – CUCUTEC, Editorial Enlace. Managua, Nicaragua. 219 p.
- Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas, Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Politécnico Nacional, México. 74 p.
- Martínez, E. (2001). Comunicación personal. Manual Técnico FVH. Primera edición. St. Maldonado, Uruguay. Pp. 76
- Martínez, O. (2007). Curso de capacitación en forraje hidropónico. Lima – Preu. 19 p.
- Marulanda, C. (2003). Hidroponía Familiar en Colombia desde el Eje Cafetalero. Editorial Optigraf, América - Colombia. Pp. 52 - 55.
- Müller, L; Manfron, P; Santos, O; Medeiros, S; Haut, V; Dourado, D; Binotto, E. y Bandeira, A. (2005). Producción y composición bromatológica de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays L.*) con diferentes densidades de siembra y días de cosecha. Brasil. Zootecnia Tropical 23(2). p. 105-119.
- Ñiguez, C. (2000). Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Ed. Universidad de Concepción. Chile. Pp, 59.

- Palomio, K. (2008). Producción de forraje hidropónico. Primera edición. Empresa
- Quispe. (2013). Rendimiento de cebada y avena como forraje verde hidropónico en relación a la densidad de siembra en carpa solar. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado. La Paz. Bolivia. p, 67.
- Restrepo, R, J. (2002). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Primera edición. Fundación Juquira Candirú. Santiago de Cali. 105 p.
- Rodríguez A., Hoyos M. y Chang M. (2002). Manual práctico de hidroponía. 3ra Edición. Centro de investigación de hidroponía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Perú.
- Rodriguez, S. (2003). Hidroponía: una solución de producción en chihuahua, México. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 9. Lima, Perú. p. 26.
- Rojas, F. (2007). Botánica Sistemática. La Paz. BO. p. 124.
- Samperio, G. (1997). Hidroponía Básica. 1ra ed. Edit. Diana. México. Edit. p.13.
- Sánchez, A. (1996–1997). Informes Técnicos de Estadía. Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo. Montevideo, Uruguay. Pp. 125.
- Sánchez, C. R. (2005). Hidroponía (en línea). Lima, Pe. Consultado 4 de jul. 2017. Disponible en: www.mtss.gub.uy
- Sanchez, J. (1982). Cultivos Hidropónicos. SENA. Medellín, Colombia. 2 - 3 pp.
- Santander, F. (2006). Forraje verde hidropónico. En línea. Consultado 18 abril 2018. Disponible en <C:\users\user\desktop\forraje verde hidroponico6.htm>.
- SENAMHI. (2009). Boletín climatológico, Climatológico. Consultado el 22 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.senamhi.gov.bo/meteorologia/climatologia.php>
- Suasaca, B, A. (2009). Producción, manejo, y aplicación de abonos orgánicos. Puno, Perú. 16 p.
- Tapia, M. (1993). Cultivos Hidropónicos. In: Barriga, P. y Neira, M. Cultivos no Tradicionales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Pp: 181-190.
- Tarrillo, H. (2005). Manual de Producción de Forraje Verde Hidropónico. Segunda Edición, Ed. Forraje Hidropónico. EIRL. Perú. 41p.
- Tarrillo, H. (2008). Manual de producción de Forraje Verde Hidropónico. Segunda edición. Ed. Forraje Hidropónico E.I.R.L. Perú 41p.
- Uribe, L. (2003). Inocuidad de abonos orgánicos. En Memorias de Taller de Abonos Orgánicos. Proyecto NOS CATIE/GTZ. Costa Rica.
- Vargas R. (2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía mesoamericana. 233-240p.