

Efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción de forraje verde bio-hidropónico en dos variedades de avena (*Avena sativa L.*) en el Centro Experimental de Cota Cota

Effect of the organic fertilizer aerobic liquid on the production of green bio-hydroponic forage in two varieties of avena (*Avena sativa L.*) in the Experimental Center of Cota Cota

Shirley Sánchez Villca y Eduardo Chilón Camacho

RESUMEN:

La producción de forraje hidropónico o cultivo sin tierra permitiría asegurar una fuente constante de alimento muy homogéneo en volumen de biomasa y calidad nutritiva, mejorando la condición de salud, vitalidad y fertilidad del ganado. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el efecto del abono orgánico líquido aeróbico en la producción de forraje verde bio-hidropónico en dos variedades de avena (*Avena sativa L.*). La investigación se realizó en el centro experimental de Cota Cota, perteneciente a la Facultad de Agronomía - UMSA. Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial. Evaluando dos variedades de avena; gaviota y criolla, con cuatro dosis 0% (solo agua), 10%, 20% y 30% de AOL. En el rendimiento de materia verde, la variedad gaviota tuvo el valor más alto con 2,65kg/0,25m² y la variedad criolla con 2,10 kg/0,25m². Para el contenido de materia seca el valor máximo fue de 21% corresponden a los tratamientos V1D0 (variedad gaviota-solo agua), V1D1 (variedad gaviota 10% AOL) y V2D2 (variedad criolla 20% AOL). Con respecto al efecto del AOL en el contenido nutricional del FVBH-A. el mayor valor de proteína cruda fue de 13% corresponden al V1D2 (variedad gaviota - 20% AOL), V1D3 (variedad gaviota - 30% AOL), V2D1 (variedad criolla-10% AOL) y V2D3 (variedad criolla-30% AOL); el mayor contenido de materia orgánica fue del 96% que corresponde a los tratamientos V2D0 (variedad criolla - solo agua), V2D1 (variedad criolla - 10% AOL) y V2D2 (variedad criolla-20% de AOL); en la cantidad de ceniza el mayor resultado fue el 5%, que corresponde a los tratamientos V1D0 (variedad gaviota-solo agua), V1D1 (variedad gaviota-10% AOL). En el análisis económico, se establece que el tratamiento V1D1 (variedad gaviota-20% AOL) con un B/C de 1,13 es más rentable.

PALABRAS CLAVE:

Hidropónico, diseño, rendimiento, contenido nutricional.

ABSTRACT:

The production of hydroponic forage or cultivation without land would ensure a constant source of food very homogeneous in volume of biomass and nutritional quality, improving the health condition, vitality and fertility of livestock. The objective of the research work was to evaluate the effect of aerobic liquid organic fertilizer on the production of bio-hydroponic green forage in two varieties of oats (*Avena sativa L.*). The research was carried out in the Cota Cota experimental center, belonging to the Faculty of Agronomy - UMSA. The completely randomized design (DCA) was used with a bifactorial arrangement. Evaluating two varieties of oats; Seagull and Creole, with four doses 0% (only water), 10%, 20% and 30% of AOL. In the yield of green matter, the gull variety had the highest value with 2.65kg / 0.25m² and the Creole variety with 2.10 kg / 0.25m². For the dry matter content, the maximum value was 21%, corresponding to the treatments V1D0 (gull variety-only water), V1D1 (gull variety 10% AOL) and V2D2 (Creole variety 20% AOL). Regarding the effect of AOL on the nutritional content of FVBH-A. the highest value of crude protein was 13% correspond to V1D2 (gull variety - 20% AOL), V1D3 (gull variety - 30% AOL), V2D1 (variety creolla-10% AOL) and V2D3 (variety Creole-30% AOL); the highest content of organic matter was 96% corresponding to the treatments V2D0 (Creole variety - only water), V2D1 (Creole variety - 10% AOL) and V2D2 (Creole variety - 20% of AOL); in the amount of ash the highest result was 5%, which corresponds to the treatments V1D0 (variety gull-only water), V1D1 (variety gull-10% AOL). In the economic analysis, it is established that the treatment V1D1 (variety seagull-20% AOL) with a B / C of 1.13 is more profitable.

KEYWORDS:

Hydroponics, design, performance, nutritional content.

AUTORES:

Shirley Sánchez Villca: Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. solflowsgr@gmail.com

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

Recibido: 25/01/19. **Aprobado:** 15/03/19.



DOI: <https://doi.org/10.53287/qtpc6091s42q>

INTRODUCCIÓN

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 menores y mayores. 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.

La producción de forraje hidropónico o cultivo sin tierra permitiría asegurar una fuente constante de alimento muy homogéneo en volumen de biomasa y calidad nutritiva, mejorando la condición de salud, vitalidad y fertilidad del ganado atribuible a la alta calidad del alimento hidropónico, ya que no se requiere grandes extensiones de tierra, ni períodos largos de producción, mucho menos formas de conservación y almacenamiento. En contraste con lo anterior, el uso de fertilizantes y otros insumos químicos, surgió hace unas cuantas décadas; sin embargo, desplazaron rápidamente a los insumos naturales de nuestros abuelos, quizás por su agresiva promoción por parte de los técnicos, de las casas comerciales de agroquímicos e inclusive los centros de educación.

Hoy en día, se presenta la necesidad de producir de una forma más sana, ya que el mercado así lo demanda. La agricultura orgánica o ecológica es por lo tanto la alternativa, para que los productores vayan adoptando y practicando, al interior de sus parcelas o en las comunidades rurales donde habitan, las prácticas ecológicas.

El abono orgánico líquido aeróbico (AOLA), es una de las prácticas ecológicas, 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.

Por todo lo antes expuesto y dada la importancia de este cultivo para la alimentación de todos los animales de distintos tipos de explotación, surge la necesidad de evaluar el efecto de la aplicación del AOLA en la producción de forraje verde bio-hidropónico de avena, con el fin de presentar una alternativa para la alimentación de animales domésticos menores y mayores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La presente investigación, se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía - UMSA, 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)

Materiales

Material biológico: Se utilizó 7 kg de semilla certificada de avena de la variedad gaviota de la empresa productora de semilla forrajera SEFO del departamento de Cochabamba. También se utilizó 7 kg de semilla de la variedad criolla procedente del municipio de Achacachi de la provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

Material orgánico: 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

Material de trabajo: 24 bandejas, regadora aspersora de 2 l, 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, tijera, flexo, bidones de 10l, Clavos, de 1", cascajo, malla semisombra del 50%, termómetro de máximas y mínimas, regla de 30 cm, termómetro digital de humedad, planilla de registro de datos, material de escritorio, calculadora

METODOLOGÍA

Se trabajó en las instalaciones del módulo de hidroponía del Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía, con una superficie de 72m², 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 agrofilm como ser los laterales y el techo, con una altura superior de 3,5m y una altura inferior de 2,2m, para la ventilación cuenta con cuatro ventanas ubicadas dos en cada lateral de la carpeta. El estante fijo de madera de 4m de largo y 1m de ancho.

Para la presente investigación 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.

Se usó semillas de dos variedades, la variedad gaviota (adquirida de la empresa SEFO) y la variedad criolla (adquirida en el mercado local). Las semillas fueron pesadas y seleccionadas para retirar impurezas como, piedras, tierra, semillas partidas y semillas de otras especies, esto en el caso de la semilla criolla.

La semilla se desinfectó 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.

Se utilizó 35 litros de AOL (abono orgánico líquido aeróbico). Las semillas fueron venteadas y pesadas.

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 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.

El riego es fundamental, pues es necesario que la semilla pre germinada cuente con suficiente agua de riego hasta su cosecha. El riego fue manual, y se aplicó desde el primer día, mediante la utilización de una regadora aspersora de 2 l de capacidad, cada bandeja recibió ¼ litro, lo suficiente para mantenerlo húmedo dos veces al día en los horarios 09:00 y 15:00. La germinación se inició al cuarto día, el riego con las diferentes dosis de AOL se realizó al quinto día. A partir del décimo tercer día se cortó el riego con la solución de AOL y solo se aplicó agua hasta el día décimo quinto.

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 han registrado, datos de

altura alcanzada por las plantas, longitud de raíz y el número de raíces.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial. Evaluando dos variedades de avena; gaviota y criolla, con cuatro dosis 0% (solo agua), 10%, 20% y 30% de AOL. Se realizaron tres repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales.

Factores de Estudio

Tabla 1. Factores en estudio.

Factor A	Factor B	Tratamiento	Descripción del tratamiento
Variedad gaviota	D0	V1 D0	Variedad gaviota con solo agua, 100% de agua
	D1	V1 D1	Variedad gaviota con 10% de AOL+90% de agua
	D2	V1 D2	Variedad gaviota con 20% de AOL+80% de agua
	D3	V1 D3	Variedad gaviota con 30% de AOL+70% de agua
Variedad criolla	D0	V2 D0	Variedad criolla con solo agua, 100% de agua
	D1	V2 D1	Variedad criolla con 10% de AOL+90% de agua
	D2	V2 D2	Variedad criolla con 20% de AOL+80% de agua
	D3	V2 D3	Variedad criolla con 30% de AOL+70% de agua

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las temperaturas máximas y mínimas registradas dentro del ambiente de producción durante el tiempo de investigación (desde el 5 de octubre hasta el 19 de octubre del año 2019).

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, según Palomino (2008), las temperaturas cercanas a los 18°C a 21°C son apropiadas para el cultivo de forraje hidropónico, al registrarse temperaturas altas como 45°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 afectó al rendimiento del cultivo.

Es factible y recomendable, controlar la temperatura y en este periodo, donde las semillas son susceptibles a deshidratarse y morir, provocando la fermentación del mismo, convirtiéndose en un foco de hongos que pueden afectar a toda la producción y por ende a perder el mismo. Urrestararu citado por Manosalva (2012), menciona que la temperatura se encuentra estrechamente relacionada con la absorción de nutrientes, a medida que la temperatura del aire se eleva, la absorción de agua y nutrientes aumenta, sin embargo las temperaturas muy altas provocan marchitez.

El comportamiento de la humedad relativa dentro del área experimental donde el promedio fue de 75%, al respecto Molina (2007), recomienda obtener una humedad relativa de 65 a 70% para el cultivo de FVH en un periodo de 15 días, por tanto los datos de humedad relativa registrados en este estudio están muy cercanos a los valores recomendados.

Altura de la planta

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

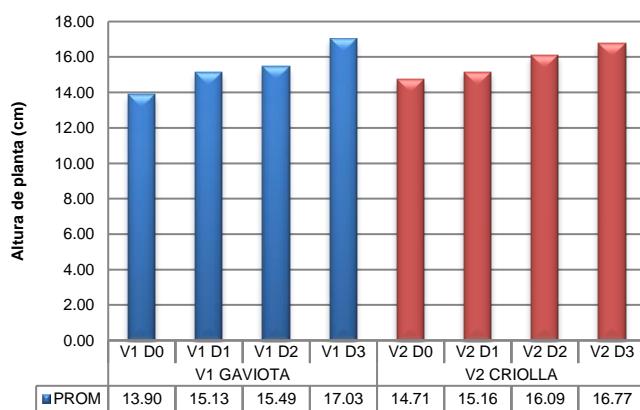


Figura 1. Altura de planta.

Los datos obtenidos de la variable altura de planta, se observa que el tipo de forraje y la

concentración de las diferentes dosis de AOLa influyen en el desarrollo de la planta.

Largo de raíz

La figura 1, muestra los resultados de altura de planta de las dos variedades de avena con las diferentes dosis de AOLa. Según los datos obtenidos de las variedades estudiadas la que lidera en altura de planta es la variedad gaviota con el tratamiento (V1D3) 17,03 cm, seguidas por la variedad criolla con el tratamiento (V2D3) 16,77 cm de altura de planta.

Esta variable de respuesta comprende en la medición de longitud de raíz, que fue desde la finalización de la raíz hasta la parte vegetativa del cuello de la planta, fue tomada en centímetros para todos los tratamientos.

En la figura 2, se puede evidenciar que el tratamiento V1D3 (variedad gaviota con 30% AOLa) y V2D3 (variedad criolla con 30% AOLa) presentan mayor altura de raíz de 16,49 cm y 17,19 cm respectivamente, mientras que el tratamiento V1D0 (variedad gaviota con solo agua) tiene el resultado más bajo con 12,82 cm de largo de raíz.

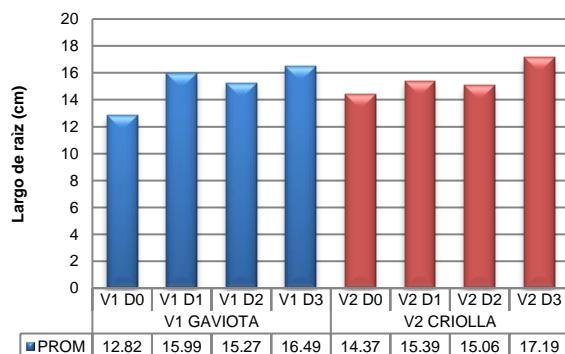


Figura 2. Largo de raíz

Rendimiento del FVH en materia verde

Los datos de materia verde se obtuvieron una vez culminado la etapa de producción, que fue en la fecha del 19 de octubre del 2017.

El rendimiento de materia verde se realizó luego de la cosecha del forraje verde biohidropónico de avena (FVBH-A), que fue a los 15 días, pesando el forraje directamente en la balanza, registrando el peso del forraje de cada tratamiento.

En la figura 3, se puede observar que estadísticamente los resultados obtenidos con la aplicación del AOLa son altamente significativos, vale la pena decir que existe un efecto en el rendimiento de materia verde al aplicar las diferentes dosis de AOLa. La que sobresale con un mejor resultado es el tratamiento V1D3 (variedad gaviota con el 30% de AOLa) con una media de 14,12 kg/m², mientras que el menor rendimiento en materia verde es el V2D0 (variedad criolla, con 0% de AOLa) con un promedio de 6,28 kg/m² de rendimiento en materia verde.

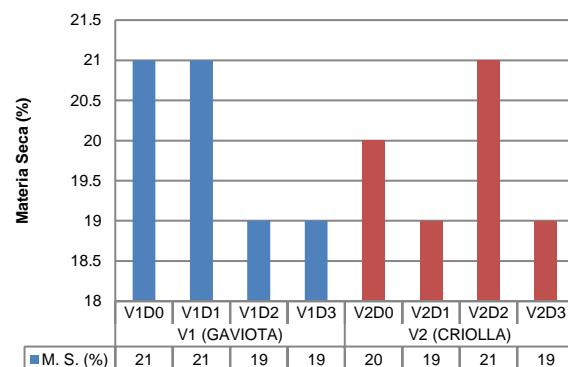


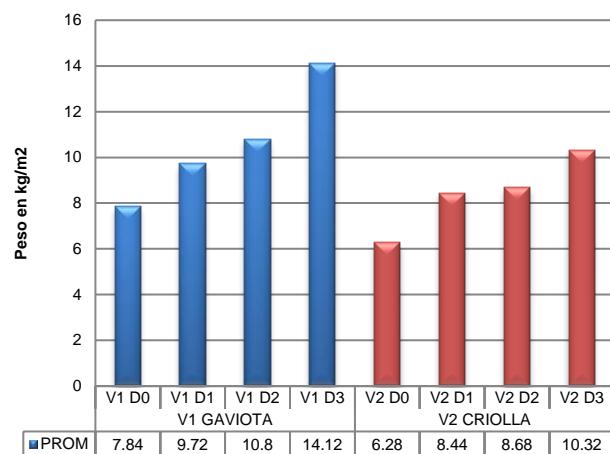
Figura 3. Rendimiento de materia verde.

Contenido de materia seca

En el caso del contenido de materia seca se llevaron las muestras al laboratorio de calidad ambiental (LCA) donde se determinaron los valores.

En la figura 4, observamos el contenido de materia seca, donde los valores más altos corresponden a la variedad gaviota en dosis D0, (solo agua) y D1 (10% de AOLa) con 21% de M. S. y el menor valor registrado corresponden D2, D3 (20% y 30% de AOLa) con 19 % de M. S. En la variedad Criolla se observa que la dosis 2 (20% de AOLa) presenta el mayor valor con 21 % y la dosis 1 (10%

de AOLA) y dosis 3 (30% de AOLA) con 19% de



contenido de materia seca.

Figura 4. Contenido de materia seca.

Efecto del AOLA sobre el contenido nutricional del FVBH-A

Contenido de proteína cruda

En el contenido de proteína cruda en FVBH, el mayor valor se presenta en los tratamientos V1D2, V1D3, V2D1 y la V2D3 con un valor de 13%, seguido de los tratamientos V1D0, V1D1 y V2D0 con un valor de 12% y el menor valor se presenta en el tratamiento V2D2 con un valor de 11% de proteína cruda.

Atanacio (2015), en el trabajo realizado en la producción de dos variedades de avena, bajo sistema hidropónico, con la aplicación de tres dosis de abono líquido obtuvo 15,12% de proteína cruda, estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio con 13% de proteína cruda.

Contenido de materia orgánica

El contenido en porcentaje de materia orgánica, el mejor resultado está en la variedad criolla en los tratamientos V2D0, V2D1 y V2D2 con 96% de M. O. y el menor porcentaje de materia orgánica presenta el tratamiento V2D3 con 95 %.

Ortega (2004), encontró valores similares de 96,29% de materia orgánica.

Contenido de ceniza

Se observa que la variedad gaviota tiene un mayor contenido en porcentaje de ceniza con 5%, excepto en el tratamiento V1D2 (20% de AOLA) con 4% de ceniza y en la variedad criolla se observa valores menores con 4% de ceniza en todos los tratamientos, excepto el tratamiento V2D3 (30% de AOLA) con 5% de ceniza.

Relación rendimiento de materia verde y materia seca

Tabla 2. Materia Verde y Seca por tratamiento.

F A (Variedad)	F B (Dosis)	M. V. kg/m ²	M. S. (%)	M. S. kg/m ²
V1(GAVIOTA)	D0	7,84	21	1,6464
	D1	9,72	21	2,0412
	D2	10,8	19	2,052
	D3	14,12	19	2,6828
V2(CRIOLLA)	D0	6,28	20	1,256
	D1	8,44	19	1,6036
	D2	8,68	21	1,8228
	D3	10,32	19	1,9608

Con respecto a los resultados del rendimiento de materia verde de acuerdo a las diferentes dosis, se tiene que los mejores tratamientos son V1D3 (variedad gaviota con 30% AOLA) con 14,12 kg/m² y el tratamiento V2D3 (variedad criolla con 30% AOLA) con 10,32 kg/m², donde se determina que la dosis más efectiva es la dosis 3 (30% de AOLA) en ambas variedades de avena.

En los resultados obtenidos de la cantidad de materia seca en kg/m², se puede observar que los tratamientos V1D3 (variedad gaviota con 30% AOLA) obtuvo un mayor rendimiento con 2,6828 kg/m² MS y el tratamiento V2D3 (variedad criolla con 30% AOLA) con 1,9608 kg/m² MS. el valor más

bajo que corresponde a el tratamiento V2D0 con 1,256 kg/m² de materia seca.

Características y composición del AOLa

En la tabla 3, se presenta los resultados obtenidos del análisis químico del AOLa, obtenidos en el instituto boliviano de ciencias y tecnología nuclear. (IBTEN, 2017)

Tabla 3. Parámetros químicos resultantes.

PARAMETRO	Resultado	Unidades
Ph	8,79	-
Conductividad eléctrica	1,42	mS / cm
Nitrato	102,89	mg / L NO ₃
Fosforo	59,07	mg / L P
Potasio	321,65	mg / L K
Hierro	0,202	mg / L Fe
Cobre	0,003	mg / L Cu
Zinc	0,014	mg / L Zn

Análisis económico preliminar

Ingresos de la producción

Se observa una relación de B/C>1 en los tratamientos con la variedad gaviota, el valor más alto fue alcanzado por los tratamientos fueron V1D2 (variedad gaviota con 20% AOLa) obtiene mayor resultado de 1,13; seguido por V2D1 (variedad criolla con 10% AOLa) con un valor de 1,13; el tratamiento V1D1 (variedad gaviota con 10% AOLa) con un resultado de 1,12; el tratamiento V2D3 (variedad criolla con 30% AOLa) con un valor de 1,07; seguido por V1D0 (variedad gaviota con 0% AOLa) con un resultado de 1,03; el tratamiento V2D2 (variedad criolla con 20% AOLa) con un valor de 1,02 y el tratamiento V2D0 (variedad criolla con 0% AOLa) con un resultado de 0,99; finalmente V1D3 (variedad gaviota con 30% AOLa) con un beneficio/costo de 0,90.

Estos valores indican que es rentable ya que los valores son mayores a 1 y que económicamente es factible trabajar con las dos variedades, con una dosis

de 10ml y 20ml de AOLa por cada litro de agua (V2D1 y V1D2), los cuales presentaron el mejor resultado.

CONCLUSIONES

Se determina que el abono orgánico líquido aeróbico (AOLa) tiene efecto en la producción de forraje verde biohidropónico de avena, en cuanto al rendimiento en materia verde de los diferentes tratamientos, el ANVA muestra que existe significancia para el factor "A" (variedades), en este sentido la variedad gaviota tuvo el valor más alto con 2,65 kg/0,25m², seguida de la variedad criolla con 2,10 kg/0,25m². Y también la existencia de una diferencia altamente significativa para el factor "B" (dosis), obteniendo el mayor resultado la dosis 3 con 12,22 kg/m² y el menor fue el testigo con 7,064 kg/m².

Para la cantidad de materia seca, se observó que el valor máximo fue de 21% correspondiente a los tratamientos V1D0 (variedad gaviota con solo agua), V1D1 (variedad gaviota con 10% AOLa) y V2D2 (variedad criolla con 20% AOLa), el tratamiento V2D0 (variedad criolla con 20% AOLa) presento 20% y los tratamientos V1D2(variedad gaviota con 20% AOLa), V1D3 (variedad gaviota con 30% AOLa), V2D1 (variedad criolla con 10% AOLa) y V2D3 (variedad criolla con 30% AOLa) que alcanzaron el menor valor con 19% de materia seca.

En cuanto al efecto del AOLa sobre el contenido nutricional del FVBH-A. El mayor valor de proteína cruda fue de 13% correspondiente a los tratamientos V1D2 (variedad Gaviota, dosis 20% de AOLa), V1D3 (variedad gaviota, dosis 30% de AOLa) y los tratamientos V2D1 - V2D3, el mayor contenido de materia orgánica fue de 96% que corresponde a los tratamientos V2D0 (variedad criolla, solo agua), V2D1 (variedad criolla, con 10% de AOLa) y V2D2 (variedad criolla, con 20% de AOLa), y el mayor valor de ceniza de 5% que correspondió a los tratamientos V1D0, V1D1, V1D3

(variedad Gaviota, dosis 0%, 10% y 30% de AOL) y V2D1 (variedad criolla, dosis 10% de AOL). Lo que nos muestra que el forraje verde biohidropónico posee un buen porcentaje de proteína cruda, un alto contenido de materia orgánica y un considerable porcentaje de ceniza. Con lo que se demuestra la calidad del forraje para la alimentación de los animales.

De acuerdo a los resultados obtenidos en rendimiento de materia verde y la materia seca con respecto las diferentes dosis de AOL, se determina que la dosis más efectiva es la dosis 3 (30% de AOL) en ambas variables de respuesta, se tiene que los mejores tratamientos son V1D3 (variedad gaviota con 30% AOL) con 14,12 kg/m² de materia verde y el tratamiento V1D3 (variedad gaviota con 30% AOL) obtuvo un mayor rendimiento con 2,6828 kg/m² de materia seca.

En cuanto a la variable análisis económico preliminar, de acuerdo a los resultados del beneficio costo, se establece que el tratamiento V1D1 (variedad Gaviota, dosis 10% de AOL) con un B/C de Bs. 1,13. Es el que se debe tomar en cuenta ya económicamente supera al resto de los tratamientos porque mostró mayor rentabilidad; se puede lograr mayores beneficios pero se debe tomar en cuenta que el costo de la semilla influye significativamente en los costos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

AOPEB. (2013). Elaboración de Abonos Líquidos Orgánicos. La Paz – Bolivia. Asociación de Organizaciones Productores Ecológicos de Bolivia. Folleto. s.e.

Aquino, E. (2010). Producción, manejo y uso de forraje verde Hidropónico para zonas de

Altura. La Paz-Bolivia. Impresiones SIRCA. 80 p.

Atanacio, M. (2015). Evaluación de tres dosis de abono líquido y dos variedades de avena (*Avena sativa*) en la producción de forraje verde hidropónico. Tesis Lic. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Pág. 99 p.

Aydoagua, (2017). Cultivo Hidropónico Ecológico bio nutriente y Equilibrada. (en línea) . Consultado el 23 jun. 2017. Disponible en: <https://aydoagua.com/.../121-cultivo-hidroponico-ecologico-bio-nutriente-y-equilibra...>

Bernat, C. (1989). Invernaderos, Construcción, Manejo y Rentabilidad. Ed. Aedos, Barcelona España. Pág. 140 p.

Blanco, M. (2007). Aplicación de Abono líquido en el cultivo ecológico del tomate (*Lycopersicon esculentum Miller*) variedad cherry en condiciones de campo. Tesis Lic. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Pág. 127 p.

Chambi, O. (2005). Comportamiento agronómico de variedades forrajeras introducidas de avena, cebada y Triticale en la sub cuenca media del río Keka provincia Omasuyos. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 90 p.

Chilon, E. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones CIDAT. La Paz - Bolivia. p 185.

Chilon, E. y Chilon, J. (2015). “Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)”. *CienciAgro (online)*. Vol.1, n. 1, pp 35-42. www.revistasbolivianas.org.bo

Chilon, E. (2017). Comunicación personal sobre biohidroponía.

Conde, V. (2015). Efecto de tres niveles de biol en el rendimiento forrajero de avena (*Avena sativa*) cebada (*Hordeum vulgare*) y triticale (*Triticum secale*) en un sistema hidropónico en la comunidad de Yaribay en la provincia Pacajes. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.

Cultura H. (2017). Cultura en Hidroponía. (en línea). Consultado el 23 jun. 2017. Recuperado de: <http://culturah.com/>.

Delgado, A. (2016). Producción de avena (*Avena sativa*) como forraje verde hidropónico con tres métodos de producción, en el distrito 8 de la ciudad de El Alto. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia p. 38.

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/artículos/yr/hortofructI 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 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (2001). Manual técnico: Forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina. Santiago, Chile. 68 pp.

FAO. (1990). Guía de fertilizantes y Nutrición vegetal. Boletín. Roma – Italia. 46 p.

Flores, N. (2003). Evaluación de la Azolla (*Azolla filiculoides*) como abono orgánico, en lechuga (*Lactuca sativa*) en carpa solar, en la provincia Pacajes del departamento de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 112 p.

Gilsanz, J. (2007). Hidroponía. Montevideo, Uruguay. INIA Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 31 p.

Grupo Latino. (2006). Biblioteca Agropecuaria. Volvamos al Campo (Tomo II). Ed. 2006. Impreso en Colombia-Printed in Colombia. Pp. 827.

Guzmán, 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.

Hartmann, F. (1990). Invernaderos y ambientes atemperados. FADES. La Paz – Bolivia, p: 30,38 – 90.

HYDRO ENVIRONMENT, (2018). Producción Intensiva para Forraje Verde Hidropónico (2da Parte), (en línea). Consultado 6 jun. 2018. Disponible en: <http://www.Hydroenviron.com>.

Huiza, M. 2015. Evaluación de la Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) bajo tres niveles de abonamiento con té de humus de lombriz. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia 33 p.

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.

Izquierdo, J. (2000). Hidroponía Popular, Oficina Regional de la FAO, Santiago – Chile. pp. 50.

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. 219 p.

Marulanda, C. (2003). Hidroponía familiar en Colombia desde el eje cafetalero, Editorial Optigraf, Armenia – Colombia. Pp. 41-50

Marulanda, C. e Izquierdo, J. (1993). La Huerta hidropónica popular. Oficina Regional de la FAO Santiago – Chile. p 118.

Mokate, K. (1998). Evaluación financiera de proyectos de inversión. Ediciones Unidas. Santa Fe de Bogotá –Colombia. p 108.

Ochoa, T. (2009). Diseño Experimental Universidad Mayor De San Andrés Las Paz Bolivia pp. 240.

Ortega, M. (2004). Evaluación de los intervalos de escurrimiento de la semilla durante el periodo de remojo para producir Forraje Verde Hidropónico y su evaluación en la alimentación de vacas lecheras. Tesis de Grado Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.

Palomino, K. (2008). Producción de forraje hidropónico. Primera edición. Empresa editora Macro EIRL. Miraflores Perú. 59 p.

Picado, J. (2005). Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Editado por Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense, San José, Costa Rica. Recuperado de: http://www.cedeco.or.cr/files/Abonos_organicos.pdf

P.D.L.A. (2005). Producción de Forrajes Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano. Editorial Grafica Offset “VELOZ” Oruro – Bolivia. Pp. 80 – 95

Parsons, M. (1989). Manualidades para la educación agropecuaria, Trigo, cebada, avena. Editorial Trillas Rio Churubusco – México. P. 21.

Quino, V. (1993). Evaluación Comparativa de las Gramíneas Cultivadas en la Alimentación de los Cuyes (Tesis Para Optar el Título de Técnico Superior). Universidad Católica Boliviana. Tiahuanaco – Bolivia. p. 95.

Quispe, R. (2003). Efecto de la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados en Cañahua. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz –Bolivia. 24 – 61 pp.

Quispe, H. (2013). Rendimiento de cebada y avena como forraje verde hidropónico en relación a la densidad de siembra en carpa solar. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia 6 – 28 p.

Ralde, M. (2000). Producción de avena forrajera (*Avena sativa*) en cultivo hidropónico con cuatro densidades de siembra y tres frecuencias de riego, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Tesis de Grado, La Paz – Bolivia. 71 p.

Restrepo, R. J. (2002). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de estiércol de vaca. Primera edición. Fundación Juquirá Candirú. Santiago de Cali. Colombia. 105 p.

Rodríguez, A. (2001). Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. pp. 56-58.

Rojas, F. (2002). Catálogo de Botánica Sistemática. Texto guía (UMSA).

Sánchez, C. (2004). Hidroponía, Colección Granja Negocios, Lima – Perú. Ediciones Ripalme. 134 p.

SEFO. (2013). Empresa de Semilla Forrajeras. Fundo Universitario la Bioleta, Tiquipaya, Cochabamba – Bolivia.

SENAMHI. (2005). (Servicio nacional de meteorología e hidrología) características generales de la ciudad de La Paz. Recuperado de: <http://www.senamhi.gov.bo/turismo/index.pdf>.

SICA. (2000). Cultivos Controlados. [En línea], Quito – Ecuador. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/>.

Tarrillo, H. (2008). Manual de producción de Forraje Verde Hidropónico. Segunda edición. Ed. Forraje Hidropónico E.I.R.L. Perú. Pp. 41.

Urrestarazu G., M. (2004). Tratado de cultivo sin suelo. 3a ed. Editorial Mundi-Prensa. Barcelona, España.

Vargas, A. (2008). Evaluación productivo ambiental de dos genotipos de maíz (*Zea mayz L.*) en forraje verde hidropónico bajo invernadero. Tesis Lic. Ing. Agr. Instituto Politécnico Nacional. Durango - México.