



UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

**ESCUELA DE INGENIERIA
AGROPECUARIA.**

Eficacia de Tres Medios Hidropónicos en la
producción de forraje verde, en avena forrajera
(*Avena sativa,L.*)

Trabajo de graduación previo a la obtención del
título de Ingeniera Agropecuaria.

Autor: Lina Álvarez T.

Director: Ing, Eduardo Idrovo

Cuenca , Ecuador.

2006

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por haberme ayudado a culminar mi sueño más anhelado, a Gustavo y mis padres por el incentivo diario y su apoyo incondicional y a mi director por su ayuda en todos los momentos de aclarar mis inquietudes.

DEDICATORIA:

Le dedico a Dios, mi esposo Gustavo, a mi hijo Juan José, y a mis padres Hugo y Riny porque en todo momento estuvieron a mi lado apoyándome y alentándome para salir adelante y culminar mi carrera.

Resumen:

Los medios hidropónicos en la producción de forraje verde ha dado buenos resultados en nuestro país, las técnicas utilizadas en bandejas de germinación fáciles de manipular y la utilización de estanterías, reducen el espacio de producción, el manejo de condiciones ambientales, son mas fáciles de controlar en espacios reducidos.

El sistema de fertilización en los cultivos hidropónicos es simple, utilizando una solución nutritiva, se lo realiza a través de un sistema de fertirrigación, con riegos de 8 riegos por 15 días, dos primeros y dos últimos con agua. La fertilización puede ser química u orgánica, ya que ambos aportan elementos necesarios para el forraje.

ABSTRACT.

The average hydroponics in the production of forage green it has given to very good results in our country, the techniques used in germination trays that are very easy to manipulate and shelves the which reduce the space of production, the handling of the environmental conditions as it is the light, temperature, humidity and the irrigation.

The system of fertilization in the hydroponics cultivate is simpler since one is used solution nutritious and is made it thorough of a system of fertirrigacion which is made eight daily times, during fifteen day; the two fist days and the two ends days only with water.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Obtener de forma rápida y a bajo costo un forraje sano, limpio, de alto valor nutritivo para la alimentación de cuyes.

Objetivos Específicos:

- Determinar cuál de los tres medios hidropónicos es el que mejores resultados presenta en la producción de forraje verde.
- Analizar los costos de producción de forrajes hidropónicos

Índice:

Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Objetivos.....	v
Indice.....	vi–vii–viii
Introducción.....	1-2
 Capítulo I.....	 3
Factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico	3
Introducción	3
Marco teórico	4
Características generales	4
Fisiología de la producción de forrajes verdes hidropónicos	4
Factor determinante de la germinación	4 - 5
Estructura para forrajes verdes hidropónicos	6 – 7 – 8 –
9	
Procesos de producción de forrajes verdes hidropónicos	10
Selección de la semilla	10
 Lavado	 11
Pregerminado	11
 Dosis de siembra	 11 - 12
Recipientes	12
Germinación	12 - 13
Riego	13
 Riego con solución nutritiva	 14
Crecimiento	14 - 15

Cosecha	15 – 16 - 17
Ventajas de la utilización de forrajes verdes hidropónicos	17
Análisis nutricional	18
Factores que influyen en la producción	18
Calidad de la semilla	18 - 19
Iluminación	19 - 20
Temperatura	20 - 21
Humedad	21
Calidad del agua de riego	22 - 23
Ph	23
Conductibilidad	23 - 24
CO ₂	24 - 25
Hipótesis	25
Conclusiones	26
 Capítulo II	 27
Resultados obtenidos de la producción de forrajes verdes hidropónicos	27
Introducción	27
Materiales y métodos	27
Ubicación del ensayo	27
Características Ecológicos	27
Materiales	27
Métodos	28
Diseño experimental	28
Características de diseño experimental	28
Esquema del analisis estadístico.....	29
Factores en estudio	29
Medios hidropónicos	29
Tratamientos	30
Variables a evaluar	30
Manejo experimental del ensayo	30 - 31
Toma de datos para la investigación	31 - 32
Resultados e interpretación	32

Primer análisis	32-32-34-35
Segundo análisis	36-37-38-39
Tercer análisis	39-40-41-42
Costos	43
Conclusiones	44
Conclusiones y recomendaciones.....	45
Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Anexos	47
Foro N° 1 Siembra en las bandejas de germinación	47
Foto N° 2 Germinación de los primeros 4 días de la germinación	48
Foto N° 3 Las dimensiones de las bandejas de 60 x 80	49
Foto N° 4 Altura del follaje a los 8 días	50
Foto N° 5 Altura del follaje a los 15 días	51
Foto N° 6 Peso del follaje a los 15 días	52
Foto N° 7 Medio hidropónico 1 a base de fertilizante foliar	53
Foto N° 8 Medio hidropónico 2 a base de humus líquido	54
Foto N° 9 Medio hidropónico 3 a base de un biol.....	55
Foto N° 10 Riego de las bandejas con solución nutritiva	56
Foto N° 11 Prueba al finalizar los medios hidropónicos (fertilizante foliar)	57
Foto N° 12 Prueba al finalizar los medios hidropónicos (humus)	58
Foto N° 13 Prueba al finalizar los medios hidropónicos (biol)	59
Bibliografía	60

Alvarez Toral Lina Rosa
Trabajo de Graduación
Ing. Eduardo Idrovo
Mayo del 2006

Eficacia de Tres Medios Hidropónicos en la producción de forraje verde, en avena forrajera (Avena sativa,L.)

INTRODUCCIÓN:

En la producción pecuaria es notorio que se producen pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficit alimentarios o falta de forraje y/ o granos para su alimentación. En la mayoría de las ocasiones este déficit es el resultado de fenómenos climáticos adversos, tales como sequías prolongadas, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, que vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido de forma convencional para la alimentación de cuyes.

Esta realidad hace necesario contar con alternativas de producción de forraje que permita paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdidas de peso, escaso volumen de leche, retraso y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de pequeños y medianos productores. La producción de forrajes verdes hidropónicos es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de las técnicas de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robet Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, John Woodward produjo germinación de granos utilizando agua de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante. (Valdivia, E. 1997) Los forrajes verdes hidropónicos son de alta sanidad y calidad nutricional y su producción es muy rápida en cualquier época del año y en cualquier lugar geográfico siempre y cuando se establezca las condiciones mínimas necesarias.

Es importante anotar que es un cultivo alternativo para la alimentación de especies menores como los cuyes, por el poco terreno y espacio que se requiere cultivar. Una

ventaja que se presenta en los forrajes verdes hidropónicos es la fácil manipulación de las bandejas para el riego y la alimentación de los animales.

Frente a las múltiples necesidades de alimentación por problemas climáticos, de suelo, dinero, y tiempo surge una alternativa válida: la implementación de la producción de forrajes verdes hidropónicos.

El forraje verde hidropónico es un alimento de alta palatabilidad y excelente valor nutritivo porque tiene una fuente proteica y vitamina para cualquier animal.

Un gran numero de experimentos y experiencias comerciales demostraron que es posible sustituir hasta en un 75% del concentrado por forraje verde hidropónico sin afectar la eficiencia en la ganancia de peso en cuyes. (Sanches, A. 2000)

La eficacia del sistema de producción de forrajes verdes hidropónicos es muy alto, estudios realizados en México (Lomelli 2000) con control de volumen de agua, luz, nutrientes y CO₂ demostraron que a partir de 22 Kg. de semilla de avena forrajera es posible obtener en una área de 11.6 m² (1.89Kg de semilla/m²) una óptima producción de 112 Kg. de forraje verde hidropónico/día 9.65 Kg. FVH/m²/día) obteniendo en los animales mejor calidad de carne y un buen peso hasta el momento de la faena. (Dosal Aladro, J.J.M. 1987)

El uso de forrajes verdes hidropónicos posibilitó intensificar y diversificar el uso de la tierra. Productores en Chile han estimado que 170 m² de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para forrajes verdes hidropónicos de avena, equivalen a la producción convencional de 5 hectáreas de avena de corte que puede ser destinado a la producción alternativa en otros rubros o para rotación de largo plazo. (Bravo Ruiz M.R.1985)

CAPITULO I

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCION DE FORRAJES VERDES HIDROPÓNICOS

I. INTRODUCCIÓN:

El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación del grano en este caso la avena forrajera que se realiza durante un periodo de 9 a 15 días captando energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva. Se utilizan técnicas de hidroponía sin ningún sustrato. El grano germinado alcanza una altura promedio de 25cm; los cuyes consumen la parte aérea formado por el tallo y las hojas verdes, los restos de la semilla y la raíz. (Aroano C. 1998)



2. MARCO TEORICO:

2.1 Características generales:

La avena (*Avena sativa*, L.) en nuestro país disponemos de algunas variedades comerciales seleccionadas por el INIAP entre las cuales tenemos la SANTA CATALINA 82 y la INIAP 82. (Ansaloni. R. et. al.1992)

El forraje verde hidropónico de avena es un importante recurso a experimentar en la alimentación de cuyes puesto que no solo mejora la calidad del animal sino que también aumenta notablemente en su peso.

Los forrajes verdes hidropónicos han tomado en todo el mundo una gran importancia comercial, como base para la producción de hierbas frescas para especies menores.

2.2 Fisiología de la producción de forrajes verdes hidropónicos:

En la germinación de las semillas se produce una transformación cualitativa y cuantitativa muy importante. El embrión de la futura planta despierta de su vida latente, produciendo la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula que es capaz de captar energía del sol y absorber elementos minerales de la solución nutritiva.(Sanchez, A 2000)

2.3 Factores determinantes de la germinación:

Para la germinación, las semillas deben tener un grado de madurez necesario y estar bien desarrolladas e íntegras, lo cual significa que se hayan cosechado en el momento oportuno y no hayan sido objeto de deterioro o ataque de plagas, que puedan afectar la vitalidad del embrión. Por otra parte la sustancia nutritiva de reserva de los cotiledones debe ser suficiente para sostener la plántula. es muy

importante que las semillas no sean demasiado viejas, ya que con el paso del tiempo van perdiendo viabilidad.

2.3.1 Fotosíntesis. Es el resultado de una absorción de energía por acción de la clorofila. La energía luminosa entra dentro de un sistema biológico.

2.3.2 Condiciones ambientales: Los factores que tienen mayor influencia son la luz, temperatura, humedad, oxigenación y el gas carbónico. (Palacio M. F. Nieri F. 1995)

Las plantas crecen mejor cuando la luz incide totalmente sobre los Forrajes Verdes Hidropónicos que cuando tiene solamente una parte de la luz. La duración del día o fotosíntesis influye sobre el desarrollo vegetativo, no debe ser excesiva ya que quema las plantas especialmente las de las bandejas superiores.

La temperatura afecta a todos los procesos de las plantas siendo la temperatura ideal la de 20 grados centígrados y debe ser lo mas constante posible, un exceso de temperatura puede causar hongos y un deficiente crecimiento.

El agua afecta al crecimiento de las plantas, la expansión celular depende de un mínimo de turgencia celular y la elongación del tallo y hojas se detiene rápidamente por la carencia de agua.

Debe haber una humedad del 100% para asegurar un desarrollo adecuado del sistema radicular. Las raíces de las plantas son incapaces de crecer en ambientes secos. Como el cultivo del forraje verde hidropónico es un cultivo a raíz desnuda, es decir, sin sustrato, se debe trabajar en un ambiente con una alta humedad relativa, por encima del 85% esta humedad se consigue con la frecuencia de los riegos y la evapotranspiración de las plantas. (Palacio M. F. Nieri.F. 1995).

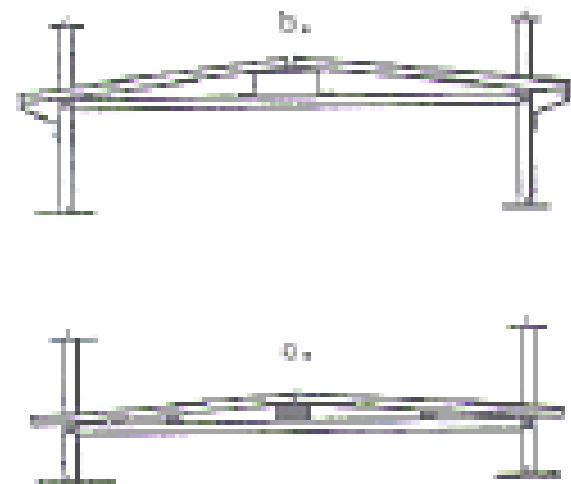
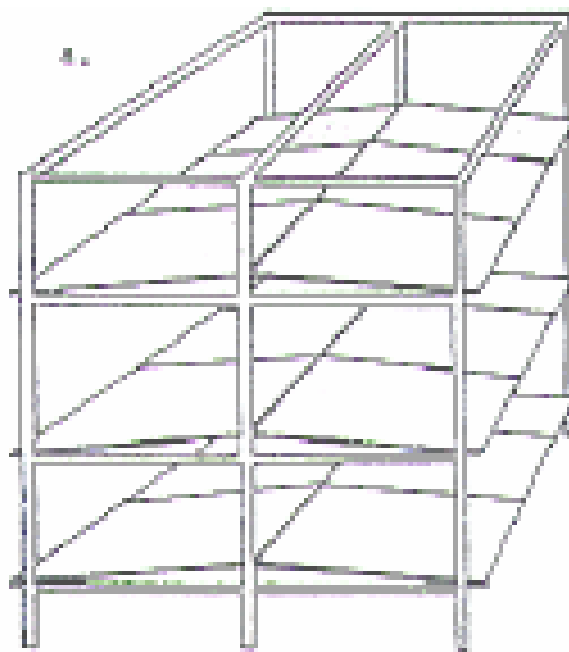
Es indispensable una buena aireación para obtener el intercambio gaseoso.



2.4 Estructuras para forrajes verdes hidropónicos:

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

Los recipientes para el cultivo o bandejas son los que se utilizan para colocar las semillas para el desarrollo del cultivo; pueden ser de diferentes materiales como asbesto-cemento, lamina galvanizada, fibra de vidrio, material plástico, o cajas de madera cubiertas de polietileno. Sus medidas varia de 40 a 60 cm. de ancho y de 80 a 120 cm. de largo; su profundidad es de 2 a 5 cm. (Bravo Ruiz M. R. 1988)







2.5. Procesos de producción de forraje verde hidropónico:



2.5.1 Selección de la semilla:

Se utiliza una buena semilla de avena forrajera que debe provenir de lotes limpios de malezas y estar libres de plagas y enfermedades, debe tener una humedad del 12% y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica.

(Hidalgo Miranda L. R. 1985)

2.5.2 Lavado:

Se sumerge los granos en un recipiente, con una solución de hipoclorito de sodio al 1% . No debe ser menor a 30 segundos ni mayor a 3 minutos. El lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes del forraje con el fin de retirar todos los materiales que flote, como lanas, basura, granos partidos y cualquier tipo de impurezas. El dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad causando importantes pérdidas de tiempo y dinero. Finalizado el lavado procedemos a enjuagar con abundante agua. (Hidalgo Miranda LR. 1985).

2.5.3 Pregerminación:

Consiste en activar la semilla, es decir, consiste en colocar la semilla dentro de una bolsa de tela y sumergirlo completamente en agua limpia y así romper el estado de latencia en que se encuentra. Los factores determinantes en la pregerminación son la temperatura, humedad, y oxigenación.

Para este proceso se humedece durante 24 horas con agua bien aireada; una vez cumplido este tiempo, se drena el agua para que la semilla pueda respirar y se deja reposando durante 48 horas en los recipientes debidamente tapados para mantener una humedad ambiental alta. (Hidalgo Miranda L. R. 1985)

2.5.4 Dosis de Siembra:

La dosis óptima a sembrar por metro cuadrado oscila entre 2.2 kilos a 3.4 kilos considerando que la disposición de la semilla o “siembra” no debe superar los 1.5 cm de altura en la bandeja. (Hidalgo Miranda L .R. 1985)



2.5.5 Recipientes:

Realizados los pasos previos la siembra se hace sobre las bandejas que se escojan en una forma cuidadosa para evitar daños a la semilla; la densidad de siembra varia de acuerdo con el tamaño del grano a sembrar (Dosal Aladro, J. J. M. 1987). No debe sobrepasar los 1.5cm de altura o espesor.

Luego de la siembra se coloca por encima una capa de papel el cual también se moja y se cubre con un plástico negro o con las mismas bandejas de unos 4 a 5 días hasta su germinación o brotación.

Mediante esta técnica le estamos proporcionando a la semilla condiciones de alta humedad y una optima temperatura para favorecer la completa germinación y crecimiento inicial. Una vez detectada la brotación completa de la semilla retiramos el papel y el plástico negro (Hidalgo Miranda L. R. 1985).

2.5.6 Germinación:

Comprende el conjunto de cambios y transformaciones que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad aireación y temperatura, que le permiten iniciar su vida activa hasta convertirse en la futura planta, esta se puede llevar a cabo mediante la hidratación de la semillas en baldes inundados de agua por 24 horas, o también en las bandejas de cultivo, iniciando el riego inmediatamente después de la

siembra. Durante este periodo el embrión rompe la cutícula de la semilla y emerge la radícula. Se considera finalizada la germinación cuando los cotiledones han salido del tegumento de la semilla. (Staff. H. 1997).



2.5.7 Riego:

Se puede aplicar bajo el concepto de que el grano o la parte aérea deben permanecer húmedos, evitando encharcamiento en las bandejas. Se puede hacer aplicaciones de 8 riegos diarios es decir uno cada hora desde las 8 AM. Hasta las 4 PM., realizando ciclos de riego de un minuto cada vez (Resh, H. 1992).

Los primeros días y los últimos solo se riega con agua pero desde el día 5 hasta el día 12 se riega con la solución nutritiva. Los últimos días no se riega con solución nutritiva para eliminar todos los residuos de sales que pueden quedar en el forraje evitando de esta manera problemas posteriores en la alimentación de los cuyes (Valdivia, E.1996).

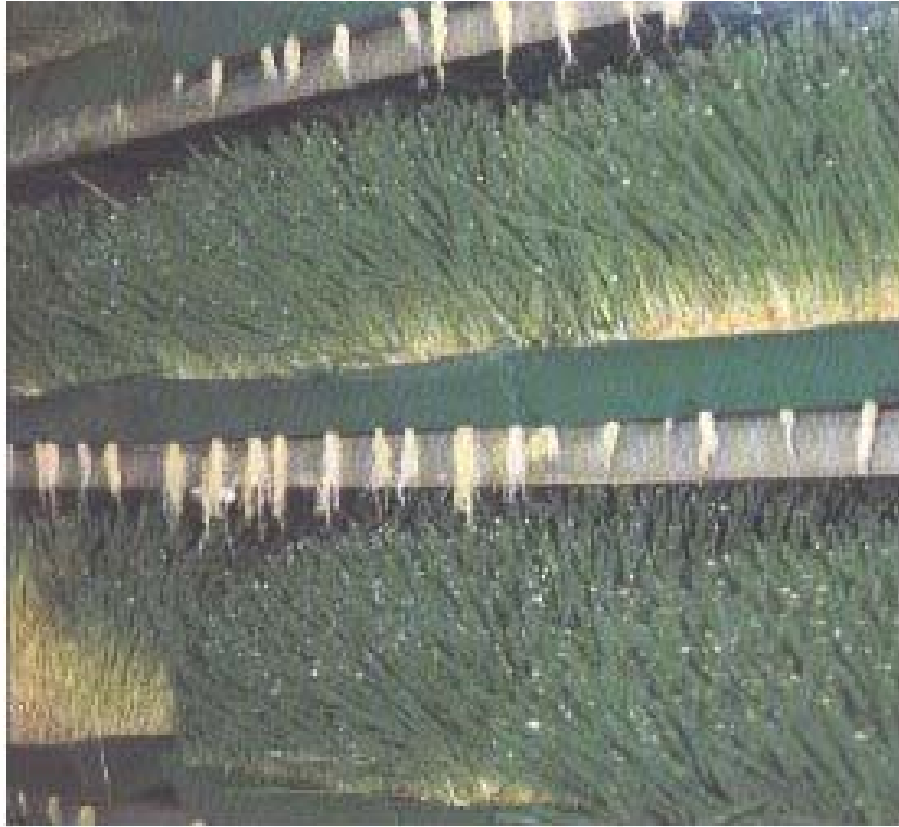
2.5.8 Riego con solución nutritiva:

Apenas aparecidas las primeras hojas, entre el 4^{to} y 5^{to} día, se comienza el riego con una solución nutritiva y finalmente no debemos olvidar que cuando llegamos a los días finales de crecimiento del forraje verde hidropónico (días 14 o 15) el riego se realizará exclusivamente con agua para eliminar todo rastro de sales minerales que pudieran haber quedado sobre las hojas y/o raíces. Es decir, si estábamos aplicando 1 litro de solución nutritiva por metro cuadrado y por día, el día 14 y 15 aplicaremos 2 litros por metro cuadrado y por día. Este es un detalle importante de recordar como condición de manejo al planificar nuestras cosechas.

2.5.9 Crecimiento:

En este proceso de crecimiento intervienen varios factores: absorción de soluciones nutritivas, movilización de nutrientes, luminosidad, humedad, temperatura.

En esta etapa actúan interrelacionados los factores mencionados anteriormente la planta en la parte aérea como en su zona radicular, esta en un crecimiento acelerado; posee poco contenido de fibra y un alto contenido de proteína, parte de la cual se encuentra en formación por lo que gran cantidad de aminoácidos están libres y son fácilmente aprovechables por los animales que consumen.(Valdivia, E. 1996), en especial la alimentación de cuyes.



2.5.10 Cosecha:

Esto se hace cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25cm., este desarrollo demora de 9 a 15 días dependiendo de la temperatura, las condiciones ambientales y la frecuencia de riegos sin embargo si se necesita de forraje se puede realizar la cosecha a los 8 o 9 días, obteniendo una cosecha anticipada.

La cosecha de forrajes verdes hidropónicos comprende el total de la biomasa que se encuentra en la bandeja. Esta biomasa comprende a las hojas, tallos, el abundante colchón radicular, semillas sin germinar y semillas semi germinadas. (Staff H. 1997) Toda esta forma un solo bloque alimenticio, el cual es sumamente fácil de sacar y de alimentar a los cuyes, sea este entero, trozado, picado o desmenuzado para facilitar su ingesta y evitar rechazos y pérdidas de forraje en el suelo, se recomienda utilizar el forraje verde hidropónico recién cosechado.

En el caso de cuyes, ensayos de campo realizados por grupos de productores de la localidad de Rincón de la Bolsa (Uruguay), indicaron que los cuyes en etapa de engorde aceptan sin dificultad entre el 8 y 10 % de su peso vivo de FVH/día y obtenían el peso de faena a los 72 o 75 días en forma similar a los cuyes alimentados exclusivamente con ración balanceada. Sin consecuencias negativas.(Bravo Ruiz M.R. 1988)





2.6 Ventajas de la utilización del forraje verde hidropónico:

Entre las ventajas de utilizar forraje verde se destacan:

- Satisfacer las necesidades en productos verdes vivos durante todo el año.
- El forraje se puede cultivar en un área muy pequeña en comparación con los campos destinados para la alimentación animal.
- Brinda todas las vitaminas libres y solubles, haciéndolas mas asimilables lo que no ocurre con el grano seco.
- Se evitan trastornos digestivos causados por los cambios de composición y procedencia de los alimentos para uso animal.(Bravo Ruiz M.R.1988)

2.7 Análisis nutritivo:

En los forrajes verdes hidropónicos todas las vitaminas se presentan libres y solubles y por lo tanto, asimilable directamente. La vitamina E, asimilable y en libre circulación por toda la planta joven, mientras que en la semilla se presenta en la envoltura cuticular y es expulsada por las animales en los excrementos. En análisis de laboratorio se ha comprobado que en los excrementos de los animales alimentados con forraje verde hidropónico, no hay vitamina E, lo cual demuestra su completa asimilación. La vitamina E tiene gran importancia para la fertilidad de los animales. Pieza clave de todo sistema vitamínico, que remplace a la vitamina A en caso de deficiencia, actúa sobre los epitelios germinativos, mostrando su valor en los reproductores.

En el Ecuador no se han realizado muchas pruebas de la alimentación a cuyes con forrajes verdes hidropónicos pero de lo poco que se conoce se sabe que ha dado excelentes resultados. (Dosal Aladro. J.J.M.1987)

2.8 Factores que influyen en la producción:

En esta sección veremos todas aquellas variables que por su significativa importancia, condicionan en la mayoría de las veces, el éxito o fracaso de un emprendimiento hidropónico.

2.8.1 Calidad de la Semilla.

El éxito del Forraje verde hidropónico comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio y de la disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75% para evitar pérdidas en los rendimientos de forraje verde hidropónico. El usar semillas más baratas, o cultivares desconocidos, puede constituir una falsa economía y tal como se planteó antes, producir deficientes resultados. Se deben utilizar semillas de alto porcentaje de germinación

En resumen, el productor de forraje verde hidropónico deberá tener presente que el porcentaje mínimo de germinación de la semilla debe ser en lo posible mayor o igual a 70 - 75%; que la semilla a utilizar debe estar limpia y tratada con una solución de hipoclorito de sodio al 1% a través de un baño de inmersión, el cual debe durar como máximo 3 minutos; y que el lote de semillas no debería contener semillas partidas ni semillas de otros cultivos comerciales.

2.8.2 Iluminación:

Si no existiera luz dentro de los recintos para forraje verde hidropónico, la función fotosintética no podría ser cumplida por las células verdes de las hojas y por lo tanto no existiría producción de biomasa. La radiación solar es por lo tanto básica para el crecimiento vegetal, a la vez que promotora de la síntesis de compuestos (por ejemplo: vitaminas), los cuales serán de vital importancia para la alimentación animal.

Al comienzo del ciclo de producción de forraje verde hidropónico, la presencia de luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer o cuarto día de sembradas, las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces.

A partir del 3ero. o 4to. día iniciamos el riego con solución nutritiva y exponemos las bandejas a una iluminación bien distribuida pero nunca directa de luz solar. Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas (aumento de la evapotranspiración, endurecimiento de las hojas, quemaduras de las hojas).

La excepción se realiza, cuando la producción de forraje verde hidropónico se localiza en recintos cerrados y/o aislados de la luz solar (piezas cerradas, galpones viejos sin muchas ventanas, casa abandonada, etc), en los dos últimos días del proceso de producción, se exponen las bandejas a la acción de la luz para lograr, como cosa primordial, que el forraje obtenga su color verde intenso característico y por lo tanto complete su riqueza nutricional óptima.

Para el cálculo de la iluminación debe considerarse que el forraje verde hidropónico sólo requiere una intensidad lumínica de 1.000 a 1.500 microwatts/cm² en un período de aproximadamente 12 a 14 horas diarias de luz.

El uso de la luz solar es siempre lo más recomendable, por lo que se debe agudizar el ingenio para lograr un máximo aprovechamiento de la luz solar y por consecuencia, lograr menores costos de producción, prioridad básica para cualquier proyecto de producción de forraje verde hidropónico. Esto puede estar facilitado con una orientación de las instalaciones de Este a Oeste, favoreciendo de este modo la construcción de aberturas en estructuras pre existente, etc.

2.8.2 Temperatura:

La temperatura es una de las variables más importantes en la producción de Forraje verde hidropónico. Ello implica efectuar un debido control sobre la regulación de la misma. El rango óptimo para producción de forraje verde hidropónico se sitúa siempre entre los 18° C y 26 ° C. La variabilidad de las temperaturas óptimas para la germinación y posterior crecimiento de los granos en forraje verde hidropónico es diverso.

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. Sin embargo el maíz, muy deseado por el importante volumen de forraje verde hidropónico que produce, aparte de su gran riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25°C y 28 °C (Sanches, A. 2000). Cada especie presenta requerimientos de temperatura óptima para germinación lo que se suma a los cuidados respecto a la humedad.

En las condiciones de producción de forraje verde hidropónico, la humedad relativa ambiente es generalmente cercana al 100%. A medida que aumenta la temperatura mínima de germinación, el control del drenaje de las bandejas es básico para evitar excesos de humedad y la aparición de enfermedades provocadas por hongos. La presencia de estos microorganismos puede llegar a ser la causa de fracasos de

producción por lo que la vigilancia a cualquier tipo de situación anómala, debe constituirse en rutina de nuestra producción.

El ataque de los hongos usualmente resulta fulminante y puede en cuestión de horas arrasarse con toda nuestra producción, y quedarnos sin alimento para el ganado. Tener una buena aireación del local, así como riegos bien dosificados son un excelente manejo contra este tipo de problemas.

Una herramienta importante que debe estar instalada en los locales de producción es un termómetro de máxima y mínima que permitirá llevar el control diario de temperaturas y detectar rápidamente posibles problemas debido a variaciones del rango óptimo de la misma. Lo ideal es mantener siempre en el recinto de producción, condiciones de rango de temperatura constante.

Para ello, en el caso de climas o épocas del año muy frías, tendremos que calefaccionar nuestro ambiente, y viceversa, en climas o estaciones del año de muy altas temperaturas, habrá que ventilarlo al extremo o enfriarlo. Usualmente la calefacción dentro del recinto de producción, viene dada por la inclusión de estufas de aserrín.

El número de éstas está en función de la intensidad del frío que exista, y de la temperatura a la cual pretendamos alcanzar. (Resh, H 1992).

Por otra parte el abatimiento de altas temperaturas puede obtenerse a través de la colocación de malla de sombra y/o conjuntamente con la instalación de aspersores sobre el techo del invernáculo. Si podemos instalar nuestro sistema de producción de FVH en ambientes aislados de los cambios climáticos exteriores, nuestra producción se verá optimizada.

2.8.3 Humedad:

El cuidado de la condición de humedad en el interior del recinto de producción es muy importante. La humedad relativa del recinto de producción no puede ser inferior

al 90%. Valores de humedad superiores al 90% sin buena ventilación pueden causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar, además de incrementar los costos operativos.

La situación inversa (excesiva ventilación) provoca la desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación del cultivo. Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa con la temperatura óptima es una de las claves para lograr una exitosa producción de forraje verde hidropónico.



2.8.4 Calidad del agua de riego:

La calidad de agua de riego es otro de los factores singulares en nuestra ecuación de éxito. La condición básica que debe presentar un agua para ser usada en sistemas hidropónicos es su característica de potabilidad. Su origen puede ser de pozo, de lluvia, o agua corriente de cañerías. Si el agua disponible no es potable, tendremos problemas sanitarios y nutricionales con el forraje verde hidropónico.

Para el caso en que la calidad del agua no sea la más conveniente, será imprescindible el realizar un detallado análisis químico de la misma, y en base a ello reformular nuestra solución nutritiva, así como evaluar que otro tipo de tratamiento tendría que ser efectuado para asegurar su calidad (filtración, decantación, asoleo, acidificación o alcalinización). La calidad de agua no puede ser descuidada y existen casos donde desconocer su importancia fue causa de fracasos y pérdidas de tiempo.

pH. El valor de pH del agua de riego debe oscilar entre 5.2 y 7 y salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse hasta con pH cercano a 7.5, el resto de las semillas utilizadas (cereales mayormente) usualmente en FVH, no se comportan eficientemente por encima del valor 7.

Conductividad. La conductividad eléctrica del agua (CE) nos indica cual es la concentración de sales en una solución. En nuestro caso, nos referiremos siempre a la solución nutritiva que se le aplica al cultivo. Su valor se expresa en miliSiemens por centímetro (mS/cm) y se mide con un conductímetro previamente calibrado.

En términos físico-químicos la CE de una solución significa una valoración de la velocidad que tiene un flujo de corriente eléctrica en el agua. Un rango óptimo de CE de una solución nutritiva estaría en torno de 1,5 a 2,0 mS/cm.

Por lo tanto, aguas con CE menores a 1,0 serían las más aptas para preparar nuestra solución de riego. Debe tenerse presente también que el contenido de sales en el agua no debe superar los 100 miligramos de carbonato de calcio por litro y que la concentración de cloruros debe estar entre 50 – 150 miligramos por litro de agua (Hidalgo Miranda. L. R. 1985).

Uno de los principales problemas que ocurre en el riego localizado (goteo, micro aspersión), es la obturación de los emisores por los sólidos en suspensión de las aguas de riego. En general la cloración y un buen filtrado resuelven estos problemas.

Se ha encontrado que se puede mantener una operación adecuada de la mayoría de los emisores ensayados, mediante una cloración diaria durante una hora, o cada 3 días con la aplicación de 1 mg/l de cloro residual combinado con un filtrado a través

de filtros de 80 mesh (diámetro de los poros de 120 micras). (Aron. C. 1998) encontraron que en goteros de 4 litros/hora, una cloración continua a una concentración de 0,4 mg/litro de cloro residual, impidió la formación de obturaciones de origen biológica.

CO₂. El poder controlar la concentración del anhídrido carbónico dentro del ambiente de producción del forraje verde hidropónico, ofrece una excelente oportunidad para aumentar la producción del forraje, a través de un incremento de la fotosíntesis. Se pretende de esta manera provocar un aumento significativo en la cosecha del forraje verde hidropónico, a través del control atmosférico dentro del local de producción.

El control se ejerce mediante controladores automáticos los cuales enriquecen constantemente el ambiente interno con altos niveles de anhídrido carbónico, promoviendo una mayor foto asimilación celular y el aumento de la masa vegetal. A título informativo, la NASA ha experimentado con singulares resultados positivos la práctica de suministro de CO₂ a cultivos hidropónicos obteniéndose un excelente aumento en la producción de biomasa vegetal (Arano,C. 1998). Fertilización en la producción de forraje verde hidropónico Según diversos autores, (Hidalgo Miranda L.R.1985), Dosal Aladro J.J.M.1987), el uso de fertilización en la producción de forraje verde hidropónico resulta positiva como para recomendar su uso.

Dice que (Dosal Aladro J.J.M.1987), probando distintas dosis de fertilización en avena, encontró los mejores resultados en volumen de producción y valor nutritivo del Forraje verde hidropónico cuando se utilizó 200 ppm de nitrógeno en la solución nutritiva. El mismo autor señala que la pérdida de materia seca durante los primeros 11 días es menor en todos los tratamientos con fertilización nitrogenada (100; 200 y 400 de nitrógeno) que en el caso del testigo (sin fertilizar).

El tratamiento de 200 ppm presentó a los 11 días un 94 % de materia seca respecto al primer día, mientras que en el día 15, marcó tan solo 76 %



III HIPOTESIS:

La producción de Forraje verde hidropónico resulta una tecnología apta para su implementación y uso a nivel de pequeños productores pecuarios por ser una estrategia de producción de biomasa vegetal que puede bajar los costos fijos de la alimentación animal, sobre todo aquella que se realiza utilizando como insumo fundamental el concentrado.

IV CONCLUSIONES:

- _ La avena forrajera es un alimento de alta digestibilidad y calidad nutritiva excepcionalmente apto para cuyes. Sustituyendo hasta en un 70% de concentrado.

- _ La fertilización en avena forrajera lleva a que se obtenga los mejores resultados tanto en producción como en valor nutritivo. De esta manera se favorece importantes ganancias de peso en los cuyes y aumenta la fertilidad.

- _ La utilización de estantes para la producción de forrajes verdes requiere un espacio de terreno reducido, por lo tanto permite llevar a cabo otro tipo de actividades.

CAPITULO II

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJES VERDES HIDROPÓNICOS

I. INTRODUCCIÓN:

La utilización de tres medios hidropónicos como son el fertilizante foliar (Nitrofoska), el Humus (Coda humus) y el biol (Basfoliar Algae), han permitido darnos cuenta de cual de estos es el mas apto para la utilización no solo por su costo sino también por sus características de contaminación al medio ambiente, observando de esta manera las ventajas que representa la utilización de los forrajes verdes hidropónicos para la alimentación de los cuyes y por su alta palatabilidad para estos animales y su fácil aprovechamiento sin producir desperdicio del forraje.

II. MATERIALES Y MÉTODOS:

2.1 Ubicación del ensayo:

El ensayo se realizó en la zona urbana de la ciudad de Cuenca.

2.2 Características Ecológicas:

Altura 2.552 m.s.n.m.

Temperatura promedio 16° C

Humedad relativa de 65 %

A) Materiales.

Los materiales utilizados fueron:

- Bandejas
- Baldes

- Semilla de avena forrajera
- Fertilizante foliar
- Humus Liquido
- Biol
- Regadera
- Agua
- Herramientas de jardinería
- Hojas de papel
- Cuaderno de datos
- Útiles de oficina
- Saran
- Balanza

B) Métodos.

El cultivo verde hidropónico se realizó en bandejas de plástico, la semillas se compraron en un almacén agropecuario previamente se pregerminó en un balde por 48 horas para posteriormente pasar a las bandejas en el que terminó el periodo de desarrollo con los adecuados riegos, fertilizaciones y cuidados que fueron necesarios. La cosecha del forraje para los cuyes se obtuvo en un periodo de 9 a 15 días y se procedió a su medición y evaluación.

III. DISEÑO EXPERIMENTAL:

El tipo de diseño que se utilizó fue el de Bloques Completos al Azar

3.1 Características del diseño experimental

Numero de tratamientos = 3

Numero de repeticiones = 3

Numero Total = 9

Las bandejas utilizadas en el cultivo hidropónico fueron de plástico de una dimensión de 40 cm. de ancho x 60 cm. de largo, y una altura de 2.5 cm. con sus respectivos orificios para drenar.

3.2 Esquema del análisis estadístico

Fuente de Variación	Grado de Libertad
Total	8
Tratamiento	2
Repetición	2
Error	4

3.3 Factores en Estudio

3.3.1 Medios Hidropónicos

Medio hidropónico 1	Solución a base de fertilizante Foliar
Medio hidropónico 2	Solución a base de humus líquido
Medio hidropónico 3	Solución a base de biol

El fertilizante foliar que se utilizó fue el Nitrófoska, fertilizante compuesto a base de nitrógeno, fósforo y potasio, más magnesio, Azufre y micro nutrientes. Para fertilización foliar y a través del riego. La dosis utilizada fue de 2 cm / l, 8 veces al día

El humus líquido que se utilizó fue el Coda humus con contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio y micro nutrientes, utilizándole como riego diario 2cm/l, 8 veces al día.

El biol que se utilizó fue el Basfoliar Algae con contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio y micronutrientes, utilizándole como riego diario 2 cm /l, con 8 riegos al día.

3.3.1 Tratamientos.

Tratamiento 1	Medio Hidropónico 1 (Fertilizante foliar)
Tratamiento 2	Medio Hidropónico 2 (Humus líquido)
Tratamiento 3	Medio Hidropónico 3 (Biol)

3.3.2 Variables a evaluar.

Altura del forraje	8 días
	15 días
Peso de la biomasa	15 días

IV. MANEJO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN:

El manejo de este trabajo se realizó de la siguiente manera:

4.1 En este ensayo se utilizaron trece libras y media de semilla de avena de buena calidad, libre de impurezas.

4.2 La semilla se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % (solución de detergente, preparada diluyendo 10 ml. de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). El lavado tiene por objetivo eliminar hongos y bacterias contaminantes.

4.3 Para la germinación de la semilla se colocó en una bolsa y se sumergió en agua completamente limpia por 24 horas para posteriormente pasar a las bandejas que es el lugar donde terminó su proceso de desarrollo

4.4 La dosis óptima de siembra por bandeja fue de 1 libra y media de avena forrajera considerando que la disposición de la semilla no debe superar los 1.5 cm de altura en la misma.

4.5 Después de la siembra las bandejas se protegieron de la luz manteniéndolas a oscuras de esta manera se estimuló su pronta germinación. Esto por un tiempo no mayor a 5 días, tiempo en el que emergen los primeros brotes.

4.6 El riego de las bandejas se efectuó con regadera evitando en lo posible encharcamientos y una posible pudrición de raíces o enfermedades que ataquen por exceso de agua. El riego se realizó todos los días 8 veces al día.

4.7 A los 8 días de la siembra se evaluó la variable altura de la planta de los tres tratamientos y las tres repeticiones.

4.8 Cuando aparecieron las primeras hojas entre el 4° y 5° día se comenzó el riego con la solución nutritiva (Nitrofoska, Coda humus y Basfoliar Algar) hasta el día 12 y 13 y los días 14 y 15 se regó únicamente con agua para eliminar cualquier exceso de sales minerales .

4.9 A los 15 días se tomó nuevamente las alturas de los forrajes y el peso total de cada una de las bandejas, tanto de tratamientos como de repeticiones. Estos datos fueron sometidos al análisis estadístico establecido.

4.10 Este proceso de siembra en las bandejas se realizó por tres veces consecutivas para observar si existe variaciones en los tratamientos y repeticiones.

V. TOMA DE DATOS PARA LA INVESTIGACIÓN:

- a) Altura del forraje.- Se realizó dos mediciones, la primera se lo hizo a los 8 días luego de la siembra y la segunda al momento de la cosecha.

- b) Pesaje de la biomasa.- Se procedió a tomar el peso de cada tratamiento al final del experimento

5.1 Resultados e Interpretación:

a) Primer análisis.

Siembra: 22/ 07/ 05

Cosecha: 08/ 08/ 05

Semilla de avena forrajera: 13.5 libras

Toma de los primeros datos a las 8 días de sembrado en las bandejas: 01/ 08/ 05

Riego: Los dos primeros días y los dos últimos riego solo con agua el resto con las soluciones de Nitrofoska, Coda humus y Basfoliar Algar.

b) Altura del forraje a los 8 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	14	16	12	42	14
Coda humus	16	18	17	51	17
Basfoliar					
Algae	16	16	18	50	16.6
Σ	46	50	47	143	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	26,89				
Tratamiento	2	16,22	8,11	4,18 N.S.	6.94	18
Repeticiones	2	2,89	1,44	0,74 N.S.	6.94	18
Error	4	7,78	1.94			

En la primera toma de datos de la investigación a los 8 días de la altura de la planta se observó que no hay significancia, es decir no hay una diferencia entre los tres tratamientos.

c) Altura del forraje a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	20	22	19,5	61.5	20,5
Coda humus	23	24	24	71	23,6
Basfoliar					
Algae	25	24	25	74	24,6
Σ	68	70	68,5	206,5	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	32,23				
Tratamiento	2	28,39	14,18	13,9 *	6.94	18
Repeticiones	2	0,73	0,36	0,35 N.S.	6.94	18
Error	4	4,11	1,02			

Para la variable altura del forraje a los 15 días se observó una diferencia significativa entre los tratamientos. En base a este resultado se realizó la separación de medias.

Prueba de Duncan:

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>
T3	24.6	A
T2	23.6	ab
T1	20.5	b

La prueba de separación de medias determina que el tratamiento T3 y T2 no son diferentes estadísticamente. En tanto que el T1 difiere significativamente de T3 y T4. Se puede observar que la diferencia entre el biol y el humus es insignificante, de igual manera en el humus y el fertilizante foliar, entre el biol y el fertilizante foliar hay una diferencia significativa.

d) Peso del forraje a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	18	21	20	59	19,66
Coda humus	21	21	22	64	21,33
Basfoliar					
Algae	22	22	22	66	22
Σ	61	64	64	189	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	14				
Tratamiento	2	8,66	4,33	5,21 N.S.	6.94	18
Repeticiones	2	2	1	1,2 N.S.	6.94	18
Error	4	3,34	0,84			

Al evaluar la variable peso total del forraje se observó que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

e) Segundo análisis.

Siembra: 02/ 09 / 05

Cosecha: 19/ 09 / 05

Semilla de avena forrajera: 13.5 libras

Toma de los segundos datos a las 8 días de sembrado en las bandejas: 10/ 09/ 05

Riego: Los dos primeros días y los dos últimos riego solo con agua el resto con las soluciones de Nitrofoska, Coda humus y Basfoliar Algae.

f) Altura del forraje a los 8 días

Tratamientos	repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	15	15	14	44	14,66
Coda humus	13	15	15	43	14,33
Basfoliar					
Algae	16	15	18	49	16,33
Σ	44	45	47	136	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	14,89				
Tratamiento	2	7,89	3,94	3,54 N.S.	6.94	18
Repeticiones	2	2,55	1,27	1,14 N.S.	6.94	18
Error	4	4,45	1,11			

En la segunda toma de datos de la investigación a los 8 días con relación a la altura del forraje se observó que no hay una diferencia entre tratamientos.

g) Altura del Forraje a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	22	23	25	70	23,33
Coda humus	23	23	25	71	23,66
Basfoliar					
Algae	24	24	25	73	24,33
Σ	69	70	75	214	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	9,56				
Tratamiento	2	1,56	0,76	2,62 N.S.	6.94	18
Repeticiones	2	6,89	3,44	11,86 *	6.94	18
Error	4	1,16	0,29			

h) Peso del Forraje a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	20	19	21	60	20
Coda humus	21	1	22	64	21,33
Basfoliar					
Algae	21	22	23	66	22
Σ	62	62	66	190	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	10,89				
Tratamiento	2	6,22	3,11	11,10 *	6.94	18
Repeticiones	2	3,55	1,77	6,32 N.S.	6.94	18
Error	4	1,12	0,28			

En la segunda toma de datos de la investigación a los 15 días en el peso del forraje se observó diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se procede a realizar la separación de medias.

Prueba de Duncan:

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>
<i>T3</i>	<i>22.0</i>	<i>a</i>
<i>T2</i>	<i>21.3</i>	<i>ab</i>
<i>T1</i>	<i>20.0</i>	<i>b</i>

La prueba de separación de medias determina que el tratamiento T3 y T2 ; T2 y T1 no son diferentes estadísticamente. En tanto que el T1 difiere significativamente de T3. Se puede observar que la diferencia entre el biol y el humus es insignificante, de igual manera en el humus y el fertilizante foliar, entre el biol y el fertilizante foliar hay una diferencia significativa.

i) Tercer análisis.

Siembra: 30/ 09 / 05

Cosecha: 17/ 10 / 05

Semilla de avena forrajera: 13.5 libras

Toma de los terceros datos a las 8 días de sembrado en las bandejas: 08/ 10/ 05

Riego: Los dos primeros días y los dos últimos riego solo con agua el resto con las soluciones de Nitrofoska, Coda humus y Basfoliar Algae.

j) Altura del Forraje a los 8 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	14	14	15	43	14,33
Coda humus	13	15	16	44	14,66
Basfoliar					
Algae	16	17	16,5	49,5	15,5
Σ	43	46	47,5	136,5	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	14				
Tratamiento	2	9,16	4,58	13,87 *	6.94	18
Repeticiones	2	3,5	1,75	5,3 N.S.	6.94	18
Error	4	1,34	0,33			

En la tercera toma de datos de la investigación a los 8 días en la altura del forraje se observó diferencia significativa entre los tratamientos, procediendo a realizar el test de Duncan de separación de medias.

Prueba de Duncan

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>
<i>T3</i>	<i>15.5</i>	<i>a</i>
<i>T2</i>	<i>14.6</i>	<i>ab</i>
<i>T1</i>	<i>14.3</i>	<i>b</i>

La prueba de separación de medias determina que el tratamiento T3 y T2 ; T2 y T1 no son diferentes estadísticamente. En tanto que el T1 difiere significativamente de T3. Se puede observar que la diferencia entre el biol y el humus es insignificante, de igual manera en el humus y el fertilizante foliar, entre el biol y el fertilizante foliar hay una diferencia significativa.

k) Altura del forraje a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	22	22	21	64	21,33
Codahumus	23	22	25	70	23,33
Basfoliar					
Algae	25	25	24	74	24,6
Σ	70	68	69	208	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	23,89				
Tratamiento	2	16,89	8,44	4,99 N.S.	6.94	18
Repeticiones	2	0,22	0,11	0,06 N.S.	6.94	18
Error	4	6,78	1,69			

En la tercera toma de datos de la investigación a los 15 días de la altura del forraje se observó que no diferencias significativa entre tratamientos.

l) Peso del Forraje a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	Σ	X
Nitrofoska	20	19	19	58	19,33
Coda humus	21	20	22	63	21
Basfoliar					
Algae	22	21	22	65	21,66
Σ	63	60	63	186	

ADEVA

					F t	
F de V	G de L	SC	CM	Fc	5%	1%
Total	8	12				
Tratamiento	2	8,66	4,33	13,12 *	6.94	18
Repeticiones	2	2	1	3,03 N.S.	6.94	18
Error	4	1,34	0,33			

En la Tercera toma de datos de la investigación a los 15 días en el peso del forraje se observó diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se procede a realizar la separación de medias.

Prueba de Duncan:

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Rango</i>
<i>T3</i>	<i>21.6</i>	<i>a</i>
<i>T2</i>	<i>21.0</i>	<i>ab</i>
<i>T1</i>	<i>19.3</i>	<i>b</i>

La prueba de separación de medias determina que el tratamiento T3 y T2 ; T2 y T1 no son diferentes estadísticamente. En tanto que el T1 difiere significativamente de T3. Se puede observar que la diferencia entre el biol y el humus es insignificante, de igual manera en el humus y el fertilizante foliar, entre el biol y el fertilizante foliar hay una diferencia significativa.

VI COSTOS :

6.1 Costos con el fertilizante foliar (nitrofoska)

Materiales utilizados	Costo unitario	Costos total
Tres bandejas	2.50	7.50
4.5 lib. de semilla de avena forrajera	0.30	1.35
Fertilizante foliar	8.50	8.50
Regadera	3.00	3.00
Total	14.30	20.35

6.2 Costos con el humus líquido (Coda humus)

Materiales utilizados	Costo unitario	Costos total
Tres bandejas	2.5	7.50
4.5 lib. De semilla de avena forrajera	0.30	1.35
Humus líquido	15.00	15.00
Regadera	3.00	3.00
Total	20.80	26.85

6.3 Costos con el biol (Basfoliar Algae)

Materiales utilizados	Costo unitario	Costos total
Tres bandejas	2.5	7.50
4.5 lib. De semilla de avena forrajera	0.30	1.35
Biol	6.30	6.20
Regadera	6.00	3.00
total	15.10	18.05

VII. CONCLUSIONES:

_ El mejor fertilizante de acuerdo a los costos resulto ser el biol T3 después el fertilizante foliar y por ultimo el humus líquido.

- Los mejores resultados estadísticos se obtuvo en el biol (Basfoliar Algar), por presentar una mayor altura de el forraje a los 8 y 15 días y obtener un mejor peso a los 15 días, en el momento que sirve el pasto de alimento para los cuyes.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

3.1 Conclusiones:

_ el forraje verde hidropónico es un alimento apetecido por los cuyes, presentando buen sabor y una agradable textura.

_ Los costos de producción de los forrajes verdes hidropónicos son mínimos con relación a la producción de pastos en terrenos de gran extensión.

_ La producción de forrajes si se hace en forma modular ahorra tiempo y espacio por que el costo de producción es bajo.

- En cuanto a los costos de producción los tres tratamientos realizados tienen diferente costo, observando que el que tiene mejores resultados es el biol seguido de el fertilizante foliar y por ultimo el humus, pero cabe anotar que por condiciones ecológicas y alimenticias es mejor la utilización del biol por ser un producto orgánico y no presentar peligro en el momento de la alimentación a los cuyes.

3.2 Recomendaciones:

_ Incentivar el uso de avena forrajera en cultivos hidropónicos por el poco espacio que se utiliza y más si aún lo hace en estanterías.

_ Los costos de producción son mínimos y por esta razón se debería promocionar el uso de este cultivo en especial a los pequeños productores cunícolas urbanos.

_ Los rendimientos en este tipo de instalaciones son superiores al método convencional por el mejor control ambiental (humedad y temperatura) y logrando un buen número de pisos en estanterías.

_ Los tres tipos de fertilización tuvieron resultado similares pero el que se recomienda de acuerdo a los resultados es el biol por ser un producto orgánico, fácil de preparar y el costo de producción es inferior que el fertilizante foliar y el humus.

VII. ANEXOS



Foto N° 1 Siembra en las bandejas de germinación



Foto N° 2 Germinación en los primeros 4 días en las bandejas.



Foto N° 3 Las dimensiones de las bandejas son de 60 x 80.



Foto N° 4 Altura del follaje a los 8 días



Foto N° 5 Altura del follaje a los 15 días.



Foto N° 6 Peso de la muestra a los 15 días.



Foto N° 7 Medio Hidropónico 1 Solución a base de fertilizante foliar (Nitrofoska).



Foto N° 8 Medio Hidropónico 2 Solución a base de Humus Liquido (Codahumus).



Foto N° 9 Medio Hidropónico 3 Solución a base de un biol (Basfoliar Algae)



Foto N° 10 Riego en las Bandejas con solución nutritiva



Foto N° 11 Pruebas al finalizar los 15 días los tres medios hidropónicos (fertilizante foliar).



Foto N° 12 Pruebas al finalizar los 15 días los tres medios hidropónicos (humus).



Foto N° 13 Pruebas al finalizar los 15 días los tres medios hidropónicos (biol).

VIII. BIBLIOGRAFÍA:

1. ANSALONI, R. 1992 Cultivos Herbáceos y Forrajeros. Graficas Goz. Cuenca Ecuador.
1. ARANO, C. 1998 Forrajes Verdes Hidropónicos y otras Técnicas de Cultivo sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. Buenos Aires. Argentina.
2. BRAVO Ruiz M.R. 1988 Niveles de Avena Hidropónico en la Alimentación de Conejos Angora. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
3. DOSAL Aladro, J.J.M 1987. Efectos de la dosis de siembra, Época de Cosecha y Fertilización sobre la Calidad y Cantidad de Forraje de Avena Producido Bajo Condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de La Universidad de Concepción, Sede Chillán, Chile.
4. HIDALGO Miranda. L.R.1985 Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. I. Evaluación Preliminar en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
5. PALACIO M. F. Nieri. F.1995. Cultivos de Forrajes Verdes Hidropónicos. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Laboratorio de Fisiología Vegetal Universidad Agraria. La Molina. Lima. Perú.
6. RESH, H. 1992 Cultivos Hidropónicos. Mundi-Prensa. Madrid, España.
7. SANCHES, A. 2000. Una Experiencia de Forrajes Verdes Hidropónicos en el Uruguay. Boletín informativo de la red Hidropónico N 7. Lima, Perú.
8. STAFF, H 1997. Hidropônica. SEBRAE: Cuiaba, Brasil.

9. VALDIVIA, E.1996. Producción de Forrajes Verdes Hidropónicos. Curso Taller Internacional de Hidroponía. Lima, Perú.