



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

EFFECTO DEL FOTOPERÍODO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ CON DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS EN EL PERÍODO DE ENGORDE.

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTOR

SILVIA KARINA LEON TORRES

RIOBAMBA – ECUADOR

2005

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.Cs. José Herminio Jiménez Anchatuña

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Cs. Neptalí Wilfrido Capelo Báez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Sc. Benito Guillermo Mendoza Donoso

BIOMETRISTA DE TESIS

Ing. M.Cs. Julio Enrique Usca Méndez

ASESOR DE TESIS

Fecha: _____

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios Bendito por guiar mis pasos y permitirme culminar otra etapa de mi vida.

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a mi querida Escuela de Ingeniería Zootécnica, por haberme permitido formarme como profesional.

Gracias queridos profesores, especialmente al Ing. Wilfrido Capelo, Ing. Benito Mendoza y al Ing. Julio Usca, quienes me guiaron y me dieron la oportunidad de realizar esta investigación.

Gracias a todos mis amigos especialmente a Lucho, Guillermo y Mary, sin olvidarme de mis amigas Esthela, Vero, Mariana, Katy y Paulina con quienes compartí momentos inolvidables.

DEDICATORIA

A mi Madrecita linda quien con su apoyo, confianza y sobre todo con su inmenso Amor me a sabido acompañar y guiar en cada paso de mi vida, siempre apoyándome y motivándome en esos momentos difíciles.

A mi Padre, un soñador, quien me a demostrado que en este mundo todo se puede lograr, que basta con la imaginación y las ganas de superarse.

A mis hermanos Paty , Alexandra y Raúl , gracias por su apoyo y su amistad incondicional.

A mis Sobrinitos Domi y Tomás , quienes me alegran cada día con su sola presencia y sus risas contagiantes.

A Geovanny quien con su amor y apoyo me hace ver la vida mas hermosa.

RESUMEN

Esta tesis se realizó en la Parroquia Unamuncho, del cantón Ambato, y estudió el efecto de diferentes fotoperíodos (12,18 y 24 horas luz) y soluciones nutritivas (Solución Nutritiva Hidropónica y Abono Foliar Inicial), en la producción de Forraje Verde Hidropónico (F.V.H.) de maíz, para establecer el mejor desarrollo del cultivo y luego se evaluó su bondad en la alimentación de conejos en el período de engorde. Y es así que según los resultados obtenidos, no es favorable incrementar las horas luz, para acelerar el crecimiento del FVH de maíz, ya que las plantas tienen suficiente con las 12 horas de luz diariamente y requieren de un período de descanso por las noches, y más bien el desarrollo del cultivo depende del tipo de solución nutritiva utilizada, teniendo la mejor respuesta al aplicar Abono Foliar Inicial (AFI), igualmente en el engorde de conejos el FVH de maíz cultivado con AFI, presentó mejor índice de Beneficio Costo, con 1,17. El FVH de maíz mejora la conversión

alimenticia en los conejos, además de acuerdo al análisis del valor forrajero, se identificó que el forraje verde hidropónico de maíz es rico en fibra y grasa, lo cual hace de este alimento un buen suplemento en la alimentación animal.

ABSTRACT

This thesis was carried out in the Unamuncho Parish, Ambato Cantón, and studied the different photoperiods (12,18 and 24 light hours) and nutritive solutions (Hydroponics Nutritive Solution and Initial Foliar Manure) , in the production of Green

Hydroponic Forage (F.V.H.) of corn to establish the best culture development. The its value was in the rabbit feeding in the fattening period. According to the obtained results, it is not helpful to increase the light hours , to accelerate growth of FVH of corn, since the plants have enough with 12 light hours daily and require a rest period at night. The culture development rather depends on the nutritive solution used, having the best response upon applying the Initial Foliar Manure (AFI). Likewise in the rabbit fattening the FVH of corn cultured with AFI, showed the best Cost-Benefit index with 1,17 . The FVH of corn, improves the feed conversion in rabbit; moreover according to the forage value analysis, it was identified tha the green hydroponic forage of corn is rich in fiber and fat, which makes of this feed a good supplement in animal feeding.

I. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica como en el Ecuador, la producción agropecuaria, sigue siendo la base de la economía de cada país y por supuesto el sustento de cada familia.

La alimentación animal por ser la clave del éxito o fracaso de este tipo de explotaciones, representa un verdadero reto el ir buscando el mejor método de alimentación, dependiendo del tipo de explotación que se maneje y la especie animal que se explota.

La alimentación de los conejos en la mayoría de explotaciones extensivas se basa en el suministro de forrajes, malezas e inclusive desperdicios de cocina, los cuales consumen con gran eficiencia. En explotaciones más tecnificadas se les proporciona forrajes y se complementa con balanceados más agua.

La presión por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la falta y contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han influenciado para el estancamiento y en muchos casos el abandono de este sector de la economía.

Es así que surge la interrogante de cómo mejorar este sector, pues la mejor alternativa no es seguir métodos impuestos

hasta ahora, en una copia sin criterio y a veces sin escrúpulos que solo genera más pobreza.

Con base en esto se requiere plantear alternativas de producción, no solo analizando los rendimientos de cosecha y producción animal, sino revisando los métodos para alcanzarlos. Uno de los métodos que tiene antecedentes históricos muy antiguos, que ha demostrado su eficiencia en la alimentación animal, es el “ Forraje Verde Hidropónico “, que según varias investigaciones los animales alimentados con este sistema han incrementado su producción, ganancia de peso, mejora la fertilidad y lo más interesante, es que la producción de este tipo de forraje optimiza tiempo y espacio para obtener un alimento que brinda un alto valor nutricional, palatable y nos asegura su sanidad.

Siendo así, está investigación pretende probar la influencia de diferentes fotoperíodos y soluciones nutritivas en la producción de F.V.H. de maíz, para establecer el mejor desarrollo del cultivo y luego evaluar su bondad en la alimentación de conejos en el período de engorde.

Planteándose los siguientes objetivos.

- Conocer el número de horas luz y solución nutritiva optimos para la producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz.
- Evaluar la composición bromatológica del forraje verde hidropónico de maíz.
- Evaluar la respuesta productiva de conejos alimentados con Forraje Verde Hidropónico de maíz.

- Establecer los costos de producción cuando en la alimentación a conejos neozelandeses, se utiliza Forraje Verde Hidropónico de maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (F.V.H.)

Amaya, L (1998) manifiesta que el Forraje Verde Hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, alfalfa) que se realiza durante un período de 9 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva. Entre algunas de las ventajas de este tipo de forraje están las siguientes:

- El forraje Hidropónico es totalmente diferente a los alimentos tradicionales (pastos-alfalfas-tréboles-henos), ya que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, que constituyen una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteínas.
- Su aspecto, color, sabor y textura le confieren gran palatabilidad, a la vez que aumentan la asimilación de otros alimentos por parte del animal.
- El uso de F.V.H. puede evitar la necesidad de vitaminas sintéticas y cualquier otro suplemento nutritivo, ya que todas las vitaminas se presentan libres y solubles, lo que no ocurre con el grano seco.
- Eficiencia en el uso de espacio y mayor producción de forraje, puesto que el sistema de producción de FVH puede ser instalado en módulos y cada kilogramo de semilla produce de 7 a 9 kilogramos de FVH.

- Eficiencia en el tiempo de producción, ya que la cosecha se realiza 10 a 15 días.
- Ahorro de agua, puesto que utilizan la quinta parte de agua que la de un cultivo convencional.
- Inocuidad, representa un forraje limpio sin la presencia de hongos e insectos.
- Con el uso de FVH se han obtenido excelentes resultados en la alimentación de vacunos, porcinos, caprinos y conejos.

B. FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

1. La Luz

Samperio, G (1997) indica que la luz, es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que necesitan para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción. Esto se comprueba en la experiencia de todos los días, cuando carece de luz, las plantas se inclinan primeramente hacia la fuente que la produce, luego los tallos se debilitan, las hojas palidecen y se tornan quebradizas, se detiene su crecimiento y pueden morir. Se llama fototropismo a la capacidad que tiene la planta para orientar sus hojas y dirigir su crecimiento hacia la fuente de luz.

Luz directa, es la energía que en forma de rayos solares cae directamente libre sobre las plantas.

Luz indirecta, es cuando los rayos de energía no llegan directamente a la planta, sino que solo llega a ella la luminosidad que produce estos rayos, que pueden ser del sol o de luz artificial. Este tipo de luz se llama luz media, y conforme los rayos se alejan, la luminosidad se va debilitando. Esta luz se llama luz débil, y a medida que esto ocurre sirve menos a cierto tipo de plantas, aunque para otras es excelente.

Luz filtrada es aquella que llega a los cultivos a través de paredes translúcidas, cuando es a través de un vidrio, este no permite el paso de los rayos ultravioletas, pero si el paso de los rayos infrarrojos, lo que produce una luz desbalanceada (lo que no quiere decir que tal tipo de luz no sirva para nuestro propósito).

Las plantas necesitan, como término medio, de 9 a 12 horas de luz diariamente.

Pero también, al igual que los seres humanos, requieren de un período de descanso por la noche. Sin embargo, cuando se pretende acelerar un cultivo, se les debe proveer durante las horas nocturnas de una buena iluminación continua.

En los espacios para cultivos se recomienda utilizar colores claros, pues los colores oscuros absorben la luz. El color blanco, en especial, produce luz intensa, pues la refleja toda.

La colocación de las lámparas fluorescentes, se aconseja a una distancia de 40cm. aproximadamente de la planta, cuando son de 15 a 25 voltios. En caso de que se usen tubos de 100 voltios, se debe colocarlas a unos 60 cm.; y si la lámpara es de

250 voltios, no se deberá poner a menos de 75 cm. de distancia.

Los cultivos de follaje, aunque este sea abundante, necesitan de 10 a 12 horas de luz de día o artificial.

La duración del día o fotoperíodo influye sobre el desarrollo vegetativo. La luz solar no debe ser excesiva, ya que causan quemazón en las plantas, principalmente en las bandejas superiores.

2. La Temperatura

Samperio, G (1997) manifiesta que otro de los factores que inciden de forma definitiva en la vida de las plantas; aunque estas, según su clase y variedad, presentan diferentes requerimientos de calor.

Generalmente las plantas se desarrollan bien entre los 18 y 24 °C, temperatura que coincide con la temperatura ambiente que suelen guardar las casas.

Las plantas resisten los cambios de temperatura solo si son mínimos; si estos son bruscos pueden dañarse seriamente. Consideramos alteraciones bruscas de temperatura cuando hablamos de 8 a 10 °C de diferencia respecto de su temperatura habitual. Aunque las plantas que se encuentran permanentemente en temperaturas bajas, soportan mejor el frío. La mayoría de las plantas, sin embargo resisten más el calor.

Las temperaturas extremas afectan el rango de adaptación y la distribución de las especies, debe ser lo mas constante posible; un exceso de temperatura puede causar hongos y una temperatura baja retarda el crecimiento.

3. La Oxigenación

Samperio, G (1997) dice que es muy importante, ya que a través de esta realiza la función de transportar nutrientes y acumular elementos dentro de su sistema celular. El oxígeno al oxidar los minerales, se convierte en el catalizador para generar la energía metabólica, mediante su sistema de respiración radicular.

Para su correcto funcionamiento, las raíces dependen fundamentalmente de una óptima oferta de oxígeno, pues de lo contrario, aunque se les aporta los nutrientes adecuados, se tendrá un cultivo precario o en casos más graves podrán morir las raíces en una palabra necesitan respirar.

En la técnica hidropónica en el caso de forrajes, una forma natural sería colocar cerca del sistema de riego un "paso bruto" o cascada de la solución nutritiva, para que al caer, provoque su oxigenación. Pero esta velocidad de caída no debe llegar al contenedor, pues la velocidad de circulación para alimentación de las plantas debe ser lenta.

También puedes usar un tubo a lo largo de tu contenedor, con perforaciones de 2 mm. de diámetro y distanciadas unas de otras a 20 cm. aproximadamente y con una presión mínima de entre 4 y 5 kilos. También se logra buena oxigenación a nivel doméstico, si se usa una bomba pequeña de las que se emplean en los

acuarios. A nivel mediano y comercial se recomienda utilizar una bomba de recirculación en el tanque mismo, que además de proporcionar una perfecta oxigenación, no permite la sedimentación y ayuda a evitar la creación de algas.

Para este nivel de cultivo se puede colocar dentro del tanque, con la solución nutritiva, unas aspas de madera o de acero inoxidable, para que movidas por un tubo reductor, generen una turbulencia que capture el oxígeno ambiental, logrando así los mismos resultados que con la bomba de recirculación.

4. Fertilización Carbónica

Penningsfeld y Kurzmann (1975) indican que el contenido natural de CO₂ en el ambiente del invernadero suele ser en muchas ocasiones insuficiente para alcanzar una elevada asimilación y crecimiento, ocurre esto principalmente en las plantas con mucho follaje y de rápido crecimiento.

Gutiérrez, et al (2000) dicen que es indispensable una buena aireación para obtener el intercambio gaseoso. De acuerdo con el sitio en que se vaya a construir el invernadero, hay que tener en cuenta estos factores para adoptar los correctivos necesarios

5. Humedad Ambiente

Penningsfeld y Kurzmann (1975) manifiestan que para procurar las más adecuadas condiciones de asimilación es de gran importancia el sostenimiento de una humedad ambiente suficiente, puesto que esta ejerce una influencia directa en el trabajo

que desempeñan los estomas. Caso de no existir suficiente humedad ambiente no sería posible la absorción de CO₂, y por lo tanto no tendría lugar la asimilación.

Gutiérrez, et al (2000) indican que es de gran importancia para procurar condiciones de asimilación adecuadas, ya que ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan las hojas. Debe haber una humedad cercana al 100 % para asegurar un adecuado desarrollo del sistema radicular. Las raíces de las plantas jóvenes son incapaces de crecer en ambiente secos. Como el cultivo de F.V.H. es un cultivo a raíz desnuda, se deberá realizar en una ambiente con una alta humedad relativa, por encima del 85 %. Esta humedad se consigue con la frecuencia de los riegos y de la evapotranspiración de las plantas.

C. FACTORES BÁSICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

1. Construcciones y Equipo

a. El Invernadero

Gutiérrez, I et al (2000) señala que el invernadero deberá construirse de acuerdo con la cantidad de forraje que se quiera producir diariamente, dejando un margen de seguridad. Se sabe que 4 m² son suficientes para producir 15 kg. por día de forraje.

De acuerdo a la ubicación, debe estar cerca al establo, para facilitar el suministro de forraje a los animales, su manejo, control y supervisión constante, también dependerá de la funcionalidad de las instalaciones de agua y luz.

En climas fríos con el fin de regular la temperatura, especialmente en horas de la noche, se ha de construir un invernadero hermético y con doble pared de plástico.

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

b. Estanterías

Gutiérrez, et al (2000) indica que comprende toda la estantería para soportar las bandejas en que se va a cultivar el forraje y puede ser de madera, metal, PVC., su altura debe ser tal que ofrezca comodidad en las diferentes labores del cultivo. Cada módulo tendrá pendientes longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos.

Generalmente se construyen módulos de 4 a 6 niveles, separados entre si por calles de 1 m. para facilitar las labores de siembra, cosecha y aseo. Los niveles van separados entre si cada 50 cm. y el primer nivel dista 30 cm. del suelo, cada nivel debe tener una pendiente del 10 % para drenar la solución sobrante de las bandejas.

Chiriboga, H (2001) señala que la estructura donde crecen es simple, bandeja de plástico negro, que deben estar colocadas

con una pequeña inclinación, para evitar que el agua se encharque y se formen hongos.

c. Recipientes de cultivo o bandejas

Gutiérrez, I et al (2000) manifiesta que son los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, puede ser de diferentes materiales, como asbesto-cemento, lámina galvanizada, fibra de vidrio, material plástico o formaletas de madera cubiertas de polietileno. Sus medidas varían de 40 a 60 cm. de ancho y 80 a 120 cm de largo, profundidad es de 2 a 5 cm.

d. Sistema de Riego

Samperio, G (1997) señala que existen varios sistemas para proporcionar a la planta la humedad y alimento que requiere para una producción óptima.

En la técnica de cultivo hidropónico, describiremos las formas más fáciles, usuales y económicas de hacerlo. Los sistemas más usuales son:

- Riego por aspersión superficial.
- Riego por goteo.
- Riego por subirrigación.
- Riego por capilaridad.

En este proyecto por cuestión de costos se trabajará con el riego por aspersión superficial, el cual esta detallado a continuación.

(1). Riego por Aspersión Superficial

Tratándose de cultivos hidropónicos, en lugar de agua se hablará de solución nutritiva o solución de nutrientes.

Este sistema es recomendable para instalaciones domésticas, o cuando no se dispone de bombas eléctricas o de gasolina, y se prefiere el riego manual.

Para irrigar, se puede utilizar una regadera manual o algún otro recipiente que la sustituya. En este sistema se puede o no reciclar la solución nutritiva, si ha si lo deseará bastará con colocar un recipiente debajo del tubo o agujero de desagüe del contenedor. Y para regar, se puede emplear una regadera manual o algún utensilio que suplante a esta.

Es muy importante que al recoger la solución nutritiva, se tape de inmediato protegiéndola de los rayos del sol para ser usada el día siguiente, cuando se vaya agregando la cantidad de agua natural que va mermando, puesto que las plantas consumen mas agua que nutrientes.

Este tipo de riego debe hacerse por la mañana, entre las 6 y las 10 a.m. o bien por la tarde, entre las 5 y las 7 p.m. Esto es por que si se riega el cultivo cuando la temperatura ambiente es muy elevada, se corre el riesgo de que las plantas se

quemem, pues ya se sabe que cuando hace mucho calor, el proceso de evaporación es mas intenso.

Sánchez (1997) indica que el riego de las bandejas de crecimiento FVH debe realizarse solo a través de micro aspersores, nebulizadores, y hasta con una sencilla pulverizadora o "mochila" de mano. El riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente excesos de agua que estimulan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo.

D. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

1. Selección de la Semilla

Samperio, G (1997) manifiesta que se debe seleccionar cuidadosamente la semilla, atendiendo a que los granos estén en buen estado (ni rotos, ni maltratados) y, particularmente, a que no hayan sido tratados con pesticidas o productos tóxicos.

Gutiérrez, et al (2000) indica que la humedad de la semilla debe estar en un 12 % y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica. Las especies mas empleados son el maíz, cebada, sorgo y últimamente se esta experimentando con arroz.

2. Lavado y desinfección de la semilla

Gutiérrez, et al (2000) señala que se inunda el grano en un tanque o recipiente, con el fin de retirar todo el material que flote, como lanas, basura, granos partidos y cualquier otro tipo de impurezas.

Rodríguez, S (2000) manifiesta que las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % (diluyendo 10 mililitros de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). El lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias. El tiempo que dejamos las semillas en la solución de hipoclorito no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos. El dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas. Finalizado el lavado procederemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.

3. Período de remojo y pregerminación de la semilla

Hidalgo, M (1985) señala que esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un periodo no mayor a las 24 horas, para lograr una completa inhibición. Este tiempo lo dividiremos a su vez en dos periodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas procedemos a sacarlas y orearlas durante una hora, acto seguido la sumergimos nuevamente por 12 horas para finalmente realizarles el último oreado. Mediante este fácil proceso estamos induciendo la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando a su embrión. Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente las semillas y a razón de un mínimo de 0,8 a 1 litro de agua por cada kilo de semilla.

Realizados los pasos previos se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se

distribuirá una delgada capa de semillas pregerminadas, la cual no deberá sobrepasar los 1,5 cm. de altura o espesor. Luego de la siembra se coloca por encima de las semillas una capa de papel periódico el cual también se moja. Posteriormente tapamos todo con un plástico negro recordando que las semillas deben estar en semi-oscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Una vez detectada la brotación completa de las semillas retiramos el plástico negro y el papel.

Samperio, G (1997) manifiesta que como en cualquier cultivo cuya producción se pretende acelerar, después de lavar la semilla con agua limpia natural, se mantendrá en remojo durante 5 a 10 horas en un recipiente con agua tibia (entre 21 y 25 °C). A continuación se sacan y se colocan en una caja o contenedor, en el cual se iniciará la actividad enzimática dentro de la semilla. Una vez que hayan despuntado los brotes (al cuarto día aproximadamente), se colocaran en charolas de 50 a 80 cm.

a. Fisiología de la Producción de Forraje Verde Hidropónico

El embrión de la futura planta, despierta de su vida latente provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol (fotosíntesis) y absorber elementos minerales de la solución nutritiva.

La germinación se inicia desde el momento en que se somete a imbibición o hidratación. Las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas. Posteriormente, se

liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación.

b. La Germinación

Gutiérrez, et al (2000) indica que es el conjunto de cambios que experimenta la semilla. Durante este período el embrión rompe la cutícula de la semilla y emerge la radícula.

Las semillas poseen sustancias que inhiben la germinación y que durante el remojo quedan disueltas en el agua pudiendo ser extraídas; entonces conviene cambiar el agua repetidas veces. El tiempo de germinación varía entre 24 y 48 horas, que es cuando el grano alcanzado estructuras radiculares notorias, formando de tres a cuatro raicillas. Se puede considerar que el proceso de germinación ha terminado cuando los cotiledones han salido del tegumento de la semilla.

Carballo, C (2000) manifiesta al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión.

Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura apropiada. Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. El oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento.

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

(1). Absorción del agua

Carballo, C (2000) indica que durante la fase de absorción de agua se inicia la actividad vital de la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores la semilla va aumentando de volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle.

(2). Movilización de nutrientes

En esta fase de movilización de nutrientes los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume sus reservas, el alimento almacenado en ellos es digerido por la acción del agua, se descompone mediante la respiración, o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras. Los alimentos almacenados en los cotiledones generalmente se encuentran en

cantidades suficientes para sostener el crecimiento de las plántulas hasta cuando éstas puedan empezar a fabricar su propio alimento.

(3). Crecimiento y diferenciación

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

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

4. Etapa de Producción (inicio de riegos).

Samperio, G (1997) señala que una vez dispuesta las semillas en el contenedor o charolas con un espesor de 1 cm., permanecerán en el germinador hasta que el brote alcance de 0,5 cm.

Si el brote alcanza ya 0.5 cm., lo pasaremos a la sala o nave de producción, donde las charolas serán humedecidas constantemente con agua, a la que se añadirá una pequeña parte de nutriente que aceleren el crecimiento.

Es conveniente que la aplicación de esta solución se haga con un aparato humidificador; pero puede hacerse manualmente con un rociador, dependiendo del tamaño de tu instalación.

En la nave de producción los cultivos permanecerán de 5 a 7 días, hasta que las plantas hayan alcanzado el tamaño requerido, cosa que dependerá también de la clase de semilla utilizada, de la variedad de forraje, de la altura y de la precocidad del cultivo.

Se considera que por cada kilogramo de semilla, se utilizará 2 lt. de agua con nutriente o un poco mas.

Tres días antes de la cosecha hay que regar solamente con agua natural, pues esto hará que el forraje resulte más dulce. Este forraje puede consumirse en el mismo día o almacenarse por 2 o 3 días. Pero si se rebasa este tiempo límite, ira perdiendo su contenido nutricional al igual que el rendimiento en la producción, es mayor y más completo que el forraje de cultivos tradicionales.

En este cultivo intensivo se sugiere utilizar semillas de gramíneas (como maíz, cebada, centeno, avena, etc), y para los germinados se recomienda semillas de alfalfa, soya, fréjol, etc.

5. Cosecha y Rendimiento del Forraje

Gutiérrez, et al (2000) indica que la cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo demora de 9 a 15 días, dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invernadero y la frecuencia de riego.

Como resultado obtendremos un gran tapete radicular, ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra. Este tapete esta formado por las semillas que no alcanzaron a germinar, las raíces y la parte aérea de 25 cm. de altura.

Chiriboga, H (2001) manifiesta que para facilitar la cosecha se enrolla el forraje y se desmenuza en los comederos.

Por cada kilo de semilla se producen de 18 a 24 kilos de forraje hidropónico con 18 % de materia seca y más de 16 % de proteína.

Howard y Resh (2001) señalan que la producción en peso alcanzado con este método puede pasar de 1 a 5. Utilizando buena semilla, esto se puede aumentar y llegar a una producción de 12 veces.

E. SOLUCIONES NUTRITIVAS

1. Nutriente Hidropónico

Las materias primas utilizadas para su formulación son seleccionadas entre las mejores, garantizando la calidad de los nutrientes. Al utilizar este producto se evitará hacer mezclas que por varias razones pueden alterar la calidad de la solución. Solución cien por ciento estable y libre de sedimentos. Ver (Cuadro 1).

La dosis: 1 lt. en 400 lt. de agua mezclado con ½ lt. de solución menor.

Presentación: frasco de 1 lt. de solución mayor, liquido incoloro; frasco de ½ lt. de solución menor.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUIMICA DEL NUTRIENTE HIDROPÓNICO

SOLUCIÓN MAYOR	SOLUCIÓN MENOR
N 65 gr/lt.	Mg 22,5 gr/lt.
	S 0,16 gr/lt
	Fe 0,25 gr/lt
P 24 gr/lt.	Mn 0,63 gr/lt
	Cu 0,15 gr/lt
K 61 gr/lt.	Zn 0,15 gr/lt
	B 0,30 gr/lt
Ca 63 gr/lt.	Mo 0,003 gr/lt
	Co 0,001 gr/lt

Fuente: Almacenes “El Huerto”, 2004

2. Abono Foliar Inicial

Fertilizante complejo, soluble en agua y rápidamente absorbible por la planta, para aplicarse en forma disuelta vía fertilización foliar, así como por irrigación, durante el primer estado de inicio del

cultivo. Para estimular e incrementar el crecimiento de la planta. Ver (Cuadro 2)

Dosis: 0.5-1.0 kg./200 lt. De agua, aplicar cada 15 días. Presentación: blanco granulado, en contacto con el agua se torna violáceo.

F. EL MAÍZ

Martínez, E (2001) indica que el maíz es importante por el volumen de FVH que produce, aparte de su gran riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25°C y 28°C.

El forraje verde hidropónico es totalmente diferente a los alimentos tradicionales, ya que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, que constituyen una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteínas. Ver (Cuadro 3).

Su aspecto, color, sabor y textura le confieren gran palatabilidad, a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos por parte del animal.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUIMICA DEL ABONO FOLIAR INICIAL (NITROFOSKA)

INGREDIENTES (1kg.)

Nitrógeno (N)	13	%
Fósforo (P ₂ O ₅)	40	%
Potásio (K ₂ O)	13	%
Magnesio (MgO)	0,4	%
Azufre (S)	4,0	%
Manganeso (Mn)	500	p.p.m.
Hierro (Fe)	500	p.p.m.
Cobre (Cu)	200	p.p.m.
Cinc (Zn)	150	p.p.m.
Boro (B)	100	p.p.m.

Fuente: Almacenes “El Huerto”, 2004

Cuadro 3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL GERMINADO DE MAIZ

DETERMINACIÓN	BASE HUMEDA	BASE SECA
HUMEDAD %	77,65	--
CENIZAS %	0,41	1,84
PROTEÍNA %	2,74	12,26
EXTRACTO ETÉREO %	0,95	4,25
FIBRA CRUDA %	1,98	8,87
E.L.N.	16,27	72,78

Fuente: Análisis Industriales I.B.Q. (Bogota ,1999)

G. ALIMENTACIÓN DE CONEJOS

Arévalo, F (1997) manifiesta que la alimentación representa el 70% del costo de un kg. de carne de conejo. El conejo es un animal herbívoro por excelencia, sin embargo, consume con gran eficiencia residuos de cocina y otro tipo de alimentos, la alimentación del conejo se basa principalmente en el suministro de forrajes gramíneas y leguminosas, otro sistema de alimentación puede ser forrajes más concentrado.

Grajales, et al (2002) señala que un conejo debe comer diariamente el 15 % de su peso vivo, pero si tiene mayor apetito y come más, no es un problema.

La ración diaria de alimentos para la etapa de ceba va de 50 a 140 g. pero generalmente se le suministra a voluntad. La ración debe suministrarse dos veces al día, a las 7:00 a.m. y a las 4:00 p.m.

Los pesos promedios de los conejos neozelandeses, en sus diferentes estados de desarrollo, son los siguientes:

- A los 35 días: 916 g.
- A los 42 días: 1250 g.
- A los 49 días: 1550 g.
- A los 56 días: 1750 g.
- A los 60 días: 2 Kg.
- A los 70 días: 2.2 Kg.
- A los 77 días: 2.4 Kg.

Gutiérrez, et al (2000) indica que el F.V.H. se ha utilizado en la alimentación de conejos como complemento proteínico a la fibra proveniente de otras fuentes, suministrando a cada animal adulto entre 300 y 500 gr. diarios. Debe evitarse el suministro del forraje muy húmedo para contrarrestar posibles problemas de timpanismo, un desorden fisiológico causado por la ingestión de materias vegetales muy ricas en Nitrógeno y a la vez muy húmedas.

H. INVESTIGACIONES REALIZADAS

Betún, B (1992) utilizando porquinaza encontró conversiones alimenticias de 4,404 y 5,043.

Balseca, M (1999) al emplear pelets determinó una conversión alimenticia de 2,98 cuando utilizó 100 gr. de forraje mas 100 gr. de pelets.

Mora, C (1999) indica en un análisis realizado a un germinado de maíz, en Laboratorios I.B.C de Bogota el porcentaje de humedad esta en 77,65%.

Benavides, W (2001) manifiesta que los mayores incrementos de pesos de los conejos californianos numéricamente, al utilizar codornaza en 5 y 15 %, registrándose ganancias de pesos de 2,150 y 2,117 Kg. respectivamente.

También establece que numéricamente las mayores respuestas en peso de conejos, fueron las que recibieron el balanceado que contenía 5 y 15% de codornaza, que registraron pesos finales de 2,975 y 2,939 Kg., en su orden, el menor peso registro el grupo que no recibió codornaza en el balanceado con 2,762 Kg.

Indica que los animales que recibieron el tratamiento con el 5% de codornaza requirieron de 3,217 Kg. de alimento para incrementar un Kg. de peso.

Ortega, E (2004) manifiesta que el porcentaje de biomasa caulinar representa el 25 a 30% de biomasa total y que la biomasa radicular tiene mayor peso debido a que tiene semilla no germinada, por lo que representa el 70 % de biomasa total.

Salazar, W (2004) al estudiar diferentes niveles de inclusión de forraje hidropónico henificado de cebada en reemplazo de la alfalfa, indica que no hubo deferencias significativas entre sus tratamientos y que numéricamente el tratamiento que tuvo mayor peso final fue el FH30 con 1,872 Kg. a los 90 días, y numericamente la mayor ganancia de peso se observó en el tratamiento FH30, con 1,089 Kg.

Los conejos neozelandés alimentados solo con alfalfa en el período de crecimiento y engorde obtienen un beneficio costo de 1,42.

Sánchez (1997) indica que conejos de raza neozelandesa en el período de engorde aceptaron hasta 180 – 300 g FVH/día que representa del 10 al 12 % del peso vivo.

Schneider, A (1991) sostiene que el éxito del FVH comienza con la selección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio y 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 cosecha.

III. MATERIALES Y METODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo en La Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Unamuncho, ubicado en la Panamericana Norte Km. 12 vía a Quito. Ver (Cuadro 4)

El trabajo experimental tuvo una duración de 125 días, distribuidos de la siguiente manera 20 días para la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz , más 15 días de adaptación de los conejos al forraje y los 90 días de alimentación controlada.

Cuadro 4. CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE LA ZONA

PARAMETROS	MEDIDA
Altitud m.s.n.m.	2550
Temperatura, °C	14,77
Precipitación, mm / año	470

Fuente: SEDAL, (2004)

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El presente trabajo de investigación tuvo dos fases experimentales, la primera que fue la Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz en la cual se trabajó con 90 unidades experimental, considerando a cada bandeja de producción como una unidad experimental.

En la segunda fase, que fue la alimentación a conejos, se considera a cada conejo como una unidad experimental, teniendo un total de 18 Unidades Experimentales.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Para la presente investigación se utilizó las siguientes instalaciones, materiales y equipos

1. Fase I (Producción de F.V.H.)

- Invernadero (8m de largo x 4 m de ancho)
- 3 Estanterías metálicas
- 60 Bandejas de madera cubiertas con plástico
- 2 Focos de 100 W
- Extensión de energía eléctrica
- Bomba de mochila (20 lt.)
- Plástico negro
- Saquillos
- 4 baldes de plástico diferentes capacidades
- Balanza
- Cinta métrica
- Fundas negras de basura
- Papel periódico
- Semilla de maíz
- Soluciones Nutritivas (Solución Hidropónica y Abono foliar - Nitrofoska)
- Desinfectantes (Hipoclorito de sodio al 5 %)
- Implementos de limpieza
- Materiales de oficina
- 2 Fundas de tela

2. Fase II (Alimentación de conejos)

- Conejeras
- 18 Conejos Neozelandés
- Comederos y bebederos

- Carretilla e instrumentos de limpieza
- Alfalfa
- Materiales de oficina

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo experimental se aplicó un D.C.A (Diseño Completamente al Azar), en arreglo bifactorial combinatorio en donde se consideró como factor A, los niveles de fotoperiodo utilizados en el cultivo de forraje hidropónico (12,18 y 24 horas luz) y el factor B estuvo constituido por dos fertilizantes (Abono Foliar Inicial y Solución Nutritiva Hidropónica). Ver (Cuadro 7 y 8)

1. Fase I (Producción de F.V.H. de maíz)

En la primera fase se trabajó con 6 tratamientos y cada uno tuvo 15 repeticiones, que se distribuyeron de la siguiente manera: Ver (Cuadro 5).

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO EN LA PRIMERA FASE

TRATAMIENTOS		REPETICIONES
Fotoperíodo (Horas luz)	Solución nutritiva	Nº
12	SNH	15
12	AFI	15
18	SNH	15

SNH = Solución	18	AFI	15	nutritiva hidropónica inicial (Nitrofoska)
AFI = Abono foliar	24	SNH	15	
	24	AFI	15	
2. Fase II	TOTAL		90	(Alimentación de conejos)

En esta fase se trabajó con 6 tratamientos y cada uno tuvo 3 repeticiones, las mismas que se distribuyeron de la siguiente manera: Ver (Cuadro 6).

El modelo lineal aditivo para las dos fases experimentales es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i\beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- μ = media general
- α_i = efecto del factor A (horas / luz)
- β_j = efecto del factor B (soluciones nutritivas)
- $\alpha_i \beta_j$ = efecto de la interacción
- ϵ_{ijk} = error experimental

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO EN LA SEGUNDA FASE

FORRAJES CULTIVADOS		REPETICIONES
Fotoperíodo (Horas luz)	Solución nutritiva	(Nº)
12	SNH	3
12	AFI	3
18	SNH	3
18	AFI	3
24	SNH	3
24	AFI	3
TOTAL		18

SNH = Solución nutritiva hidropónica
 AFI = Abono foliar inicial (Nitrofoska)

Cuadro 8. ESQUEMA DEL ADEVA FASE II (ALIMENTACIÓN-CONEJOS)

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	17
FACTOR A	2
FACTOR B	1
INTERACCION A X B	2
ERROR EXPERIMENTAL	12

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del Experimento

Al inicio de la investigación se construyó la infraestructura necesaria y se preparó el equipo y los materiales apropiados para dar inicio al trabajo de campo, el mismo que se realizó en dos fases simultáneas que se detalla a continuación.

a. Fase I (Producción de F.V.H. de maíz)

Como primer paso, se realizó la limpieza y desinfección del invernadero, materiales y equipo. Aclarando que los materiales y equipos se limpiaron y desinfectaron cada vez que se iniciaba un nuevo ciclo de producción de forraje poniendo énfasis en las bandejas.

El desinfectante que se utilizó para los materiales y equipos fue el Hipoclorito de sodio al 5 %, diluyendo 500 cc/10lt. de agua, dejando actuar unos 10 minutos aproximadamente. La desinfección del papel periódico y del plástico se realizó de igual manera dejando actuar de 3 a 5 minutos.

(1). Selección y desinfección de la semilla

En esta etapa se comenzó pesando la semilla que se va a utilizar, luego se escogió la semilla minuciosamente eliminando granos rotos o en mal estado, después se las sumergió en un balde con agua, con el fin de lavarlas y de retirar impurezas que hayan quedado, posteriormente, se realizó la desinfección de las semillas para lo cual se volvió a sumergirlas en una solución de hipoclorito de sodio al 5 %, diluyendo 10 ml por cada 5 litros de agua, el tiempo que dejamos las semillas en la solución es de 2 minutos, finalmente procedemos a enjuagar las semillas con agua limpia.

(2). Etapa de Pregerminación

Una vez desinfectada las semillas se colocó dentro de una bolsa de tela, la misma que se la sumergió completamente en agua limpia (un litro por cada kilo de semilla) por un periodo de 48 horas, estas 48 horas se dividieron en cuatro etapas de 12 horas cada una, a las 12 horas de estar las semillas sumergidas se procedió a sacarlas y orearlas durante una hora, acto seguido volvemos a sumergirlas por las otras 12 horas, y así hasta cumplir con las 48 horas que son necesarias para la pregerminación.

Posteriormente se procedió a sembrar en las bandejas 10 onz. de semilla en grano seco o 24 onz en grano húmedo por bandeja, las bandejas que se utilizaron en ésta investigación fueron de madera forradas con plástico de una dimensión de 38cm X 23 cm. X 4cm de alto. La siembra se realizó pasando un día. Una vez sembradas las semillas se las tapó a cada bandeja con papel periódico mojado y finalmente con plástico negro. En este estado las dejamos durante 5 días en un lugar sin pendiente y sin darle ningún tipo de riego o manejo. Ver (Fotografía 1).

(3). Etapa de Producción

La etapa de producción se da inicio con el sexto día, en el cual se destapó las bandejas y se observó que las semillas han germinado en su mayoría, detectando que los brotes están de unos 0.5 cm de altura promedio y es aquí donde clasificamos al azar cada tratamiento, ubicándolas en las estanterías de producción, las mismas que tienen una pendiente de 0.5 cm, necesaria para el drenaje. A partir de este día se inició el riego, con ayuda de una bomba de mochila, y que cada riego duró aproximadamente 1 minuto por bandeja, repitiéndose este 4 veces al día (8am, 11am, 2pm y 5pm). Ver (Fotografía 2).

En las bandejas que se aplicó la Solución Hidropónica, el riego se dio desde el día 6 hasta el día 14 , diluyendo 12 ml de la solución mayor y 6 ml de solución menor en 5 lt de agua , los últimos 4 días se aplicó el riego con agua simple .

En las bandejas que se utilizó el Abono inicial (Nitrofoska) solo se regó con este nutriente el día 12, diluyendo 25 gr.en 5 lt. de agua, antes y después se regó con agua simple.

A partir de este día sexto se aplicó la luz artificial en los tratamientos de 18 y 24 horas luz, los mismos que fueron controlados con ayuda de cortinas de plástico negro, a partir de las 6:00 p.m. se les sometía a luz artificial a las bandejas que estaban bajo el efecto de 18 y 24 horas luz hasta las 12:00 de la noche, luego los tratamientos de las 18 horas luz se les restringía la misma con ayuda de cortinas de plástico negro, dejando sometidas a la luz artificial los tratamientos de las 24 horas luz. Ver (Fotografías 3 y 4).

Para la luz artificial se utilizó 2 focos de 100 W, que fueron suficientes para proporcionar la luz necesaria en los tratamientos, el control de cortinas fue personal por lo que garantiza las mediciones de los tratamientos.

(4). Cosecha

Se da inicio a la etapa de Cosecha en el día 18, se recogió el FVH de maíz, el mismo que se midió y se pesó para la posterior evaluación de las variables que se analizaron en ésta investigación. Para la alimentación animal el forraje fue lavado

con agua limpia y se dejó que se airee. Ver (Fotografía 5).

b. Fase II (Alimentación a conejos de raza neozelandés en la etapa de engorde)

Para dar inicio a esta fase se realizó la limpieza y desinfección de jaulas, comederos y bebederos para lo cual se empleó creso diluyendo 10 ml. de creso en 5 lt. de agua.

Los conejos machos de raza neozelandés se compraron en 3 pequeños criaderos de la zona, dejándolos en cuarentena antes de separarlos por grupos al azar.

Quince días antes de iniciar la investigación los conejos fueron desparasitados con piperazina en el agua y sometidos a un periodo de adaptación al FVH de maíz por 15 días, dado a voluntad.

Luego se pesó e identificó a cada conejo, logrando así llevar un registro de pesos semanal. Los mismos que iniciaron pesando en promedio 0.85 kg.

Una vez distribuidos al azar tres conejos por jaula en cada tratamiento (6 tratamientos), los conejos fueron alimentados de acuerdo a su peso y se estimó que deben consumir el 15 % de su peso vivo (es decir que en promedio iniciaron comiendo 0.13 kg. de alimento total por conejo), de acuerdo a esto se les suministró el 50 % de alfalfa y el 50 % de FVH de maíz, más agua a voluntad.

La alimentación se inicio proporcionando el F.V.H. de maíz, mas agua a voluntad a las 10:00 de la mañana, y se pudo detectar la predilección del conejo, que iniciaba comiendo el grano, el forraje y por ultimo las raíces. Ver (Fotografía 6).

Finalmente a las 5:00 de la tarde se les alimentaba con alfalfa, este régimen de alimentación duró 90 días, tiempo en el cual se fue evaluando las variables que se planteó en esta investigación.

2. Descripción de la medición de las variables

a. Fase I (Producción de F.V.H. de maíz)

(1). Porcentaje de germinación (%)

Para la medición de esta variable se cogió una muestra de cada bandeja de los tratamientos y se contó 100 semillas, entre germinadas y no germinadas, luego se contó cuantas semillas de las 100 no germinaron y se saco por regla de tres el porcentaje de las no germinadas y por diferencia con el 100% se obtuvo el porcentaje de germinación, así se lo hizo para las 15 repeticiones por bandeja de cada tratamiento.

(2). Altura de las plantas (cm.)

Con ayuda de una cinta métrica, el día de la cosecha (día 18), se midió al azar 10 plantas por bandeja de cada tratamiento entre las más altas, hasta obtener las 15 repeticiones por bandeja.

(3). Producción de F.V.H. de maíz (Kg.)

El día 18 se cosecho el F.V.H. de maíz en fundas con su respectiva identificación de cada tratamiento luego se procedió a su respectivo pesaje, estos pesos fueron tomados pasando un día, puesto que la siembra fue de la misma manera, así se lo realizó hasta completar las 15 repeticiones por bandeja de cada tratamiento.

(4). Longitud de la raíz (cm.)

Se tomó las mismas plantas que se ocupó en la variable de la altura y se midió con la cinta métrica desde el resto de semilla hasta la punta de la última raíz, esto se realizó el día 18 y se lo hizo para las 15 repeticiones por bandeja de cada tratamiento.

(5). Longitud del tallo (cm.)

Para la toma de esta variable igualmente se tomó una muestra al azar el día de la cosecha y se la midió con la cinta métrica

desde la base del tallo hasta el inicio de la hoja, así se lo hizo hasta conseguir las 15 repeticiones por tratamiento y por bandeja.

(6). Porcentaje de biomasa caular y radical (%)

Para la medición de estas dos variables se tomó una muestra representativa de cada bandeja de los tratamientos y se cortó con ayuda de unas tijeras la zona de la raíz incluyendo el resto de semilla y la parte del tallo con las hojas, luego se pesó en conjunto y a cada una de las partes para luego transformarlas en porcentajes así se lo efectuó hasta completar las 15 repeticiones.

(7). Área Foliar (cm²)

El día de la cosecha se tomó una muestra al azar de cada bandeja de los tratamientos, y con una cinta métrica se midió la parte media de la hoja (ancho) por el largo de la hoja, y la multiplicación de estas dos medidas da el área foliar, así se lo hizo hasta tener las 15 repeticiones.

(8). Índice de crecimiento (cm. /día)

Se inicio midiendo a partir del día sexto hasta el día dieciocho (pasando un día), para lo que se midió 10 plantas por bandeja, las cuales estuvieron entre las mas altas para tener una homogeneidad en la información de cada tratamiento, y repitiendo estas mediciones en 15 bandejas por tratamiento

b. Fase II (Alimentación a conejos de raza neozelandés en la etapa de engorde)

(1). Peso inicial (Kg.)

Al iniciar la parte experimental de esta investigación se adquirió 18 conejos de raza neozelandés de aproximadamente un mes de edad, los mismos que se pesaron e identificaron y se lo distribuyeron al azar, tres conejos por jaula, en promedio los pesos con los que iniciaron la investigación fueron de 0.85 Kg.

(2). Peso final (Kg.)

Cumplido los 90 días de investigación se volvieron a pesar (en ayunas) a los conejos para conocer el efecto de los tratamientos a los que estuvieron sometidos que en promedio terminaron con pesos de 1.98 Kg.

(3). Ganancia de peso (Kg.)

Teniendo los pesos finales y los iniciales de cada conejo, por simple diferencia se obtuvo la ganancia de peso de cada uno de ellos.

(4). Consumo de Alimento (Kg. M.S.)

El suministro de alimento total se basó de acuerdo al peso de los conejos tomados cada semana, y se les proveía el 15 % de lo que iban pesando, así se garantizó un mejor consumo de alimento puesto que el desperdicio era mínimo.

El consumo de F.V.H. de maíz fue el 50 % del total de alimento, el otro 50 % fue de alfalfa, así se midió el consumo de alimento.

Para obtener este consumo en M.S. (materia seca), con respecto al F.V.H. de maíz, se basó en los análisis bromatológicos que se realizó a cada tratamiento y para el consumo en m.s. de alfalfa se fundamentó en análisis teóricos.

(5). Conversión Alimenticia

Para la evaluación de esta variable se dividió el consumo total de alimento por conejo, para el incremento de peso del mismo; luego se sumó estas tres conversiones y se obtuvo el promedio para luego obtener la conversión alimenticia por tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ CON DIFERENTES FOTOPERÍODOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS.

Los resultados de la fase de Producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz, se a dividido en 2 partes, en la primera constan las variables que no presentaron interacción entre los tratamientos de los dos factores en estudio y sus resultados se exponen en el Cuadro 9, en la segunda parte se explica las variables que tuvieron interacción significativa entre los tratamientos de los factores en estudio, presentando sus resultados en el Cuadro 10.

1. Porcentaje de Germinación (%)

El mayor porcentaje de germinación se alcanzó a las 12 horas luz con 94.55 %, difiriendo estadísticamente del porcentaje de germinación obtenido a las 18 y 24 horas luz con 90.68 y 91.08 % respectivamente, que fueron estadísticamente iguales.

En la germinación por efecto de los dos tipos de nutrientes, la SNH (Solución Nutritiva Hidropónica) registro mayor porcentaje de germinación, siendo estadísticamente superior al porcentaje de germinación alcanzado con el AFI (Abono Foliar Inicial), con 93.66 y 90.54 % en su orden. Cuadro 9.

Se determinó que no existe regresión, es decir, no se encontró ningún tipo de tendencia dentro de los fertilizantes utilizados, por efecto de los fotoperiodos empleados en el estudio. Ver Anexo 21.

Schneider, A (1991), sostiene que el éxito del FVH comienza con la selección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio y 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 cosecha, por su parte Samperio (1998), indica que es normal que no germine del 1 al 2 % de las semillas.

Al no encontrar ensayos similares, especialmente a lo que se refiere a las horas luz, se coincide con los resultados obtenidos, puesto que no tiene mucha relación las horas luz y el porcentaje de germinación. Se coincide además con Schneider y Samperio, por lo que los porcentajes de germinación de esta investigación son buenos.

2. Longitud de la raíz (cm.)

Se obtuvo la mejor longitud de raíz con un fotoperiodo de 12 horas luz con 20.01 cm, difiriendo estadísticamente de la longitud de raíz a las 24 horas, no así de las 18 horas luz, además se determinó que al ir aumentando las horas luz el crecimiento de la raíz fue cada vez menor, por lo que la regresión es lineal y negativa, hallándose además un coeficiente de correlación entre el crecimiento de la raíz y las horas luz de -0.371 dentro del AFI y -0.260 dentro del SNH.

Con respecto al tipo de nutriente utilizado no hubo diferencias significativas en los tratamientos, registrándose un crecimiento de 19.13 y 18.20 para SNH y AFI respectivamente. Ver Anexo 5 y 21 , Cuadro 9, Gráfico 1.

Por lo anteriormente expuesto se puede manifestar que el crecimiento de la raíz, no depende del contacto directo con la luz, puesto que tiene un fototropismo negativo, es por esta razón que se encuentra poca dependencia entre las horas luz y la longitud de la raíz.

3. Longitud del tallo (cm.)

No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero numéricamente se indica que la mejor longitud del tallo se obtuvo con 12 horas luz con 9.51 cm., y con respecto al tipo de nutriente, el AFI fue numéricamente mayor que la SNH, con 8,93 cm. Mediante análisis de regresión no se determinó ningún tipo de tendencia respecto a la longitud del tallo en función de las horas luz.

4. Porcentaje de biomasa caulinar (%)

En la evaluación de esta variable se ha determinado que no existe diferencias significativas entre los tratamientos de los factores en estudio, pero numéricamente se observa que los tratamientos de 18 y 24 horas luz presentan un mayor porcentaje de biomasa caulinar con 32.99 %, con respecto al tipo de nutriente, el AFI tuvo 33.01 %, presentándose numéricamente mayor que la SNH.

Ortega, E (2004) manifiesta que el porcentaje de biomasa caulinar representa el 25 a 30 % de biomasa total y de acuerdo a los resultados obtenidos, las horas luz no afectan el porcentaje de biomasa caulinar, puesto que la relación entre esta variable y las horas luz es mínima, por que al igual que Ortega en el presente ensayo, la biomasa caulinar representa el 25 al 30 % de biomasa total.

5. Porcentaje de biomasa radicular (%)

No registro diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, no obstante numéricamente la mejor respuesta se presento a las 18 y 24 horas luz con 67 % y 67,01 % respectivamente, el AFI tuvo numéricamente mayor porcentaje con respecto al otro nutriente, con 66,99 %. Mediante análisis de regresión no se determinó ningún tipo de tendencia respecto a la biomasa radicular en función de las horas luz.

Ortega,E (2004) señala que los datos obtenidos en su ensayo muestran que la biomasa radicular tiene mayor peso debido a que contiene semilla no germinada, por lo tanto representa el 70 % de biomasa total.

En esta investigación también se coincide que el porcentaje de biomasa radical representa el 70 % de biomasa total. Y al no existir información sobre ensayos similares se concluye que el aumento de las horas luz y el tipo de nutriente utilizados no afectan al porcentaje de biomasa radicular.

6. Área Foliar (cm²)

Con respecto al área foliar, no se registró diferencias significativas entre los tratamientos con ninguno de los dos factores estudiados, pero numéricamente con un fotoperiodo de 12 horas luz se obtuvo un área foliar de 17,37 cm² y con respecto al tipo de nutriente, el AFI fue numéricamente mayor con 16,53 cm².

Se determinó una tendencia cuadrática del área foliar en función de los diferentes fotoperiodos empleados dentro de las bandejas tratadas con AFI, es decir que el área foliar decreció a las 18 horas luz y a las 24 horas luz esta presentó un ligero incremento, pero tiene un coeficiente de determinación bajo lo que indica la variabilidad de las observaciones, no pudo ser explicada por la regresión de manera confiable y la correlación entre el área foliar y los fotoperiodos empleados es mínima. Ver Anexo 3 y 21, Cuadro 9, Gráfico 2.

7. Humedad Total (%)

El mayor porcentaje de humedad se presentó en el tratamiento de 18 horas luz con 89,41 %, los tratamientos de 12 y 24 horas luz tuvieron un menor porcentaje de humedad sin diferencias significativas entre estas.

En lo referente al tipo de abono, tuvimos un mayor porcentaje con el AFI con 87,91 % de humedad.

Mora (1999), indica en un análisis realizado a un germinado de maíz, en Laboratorios I.B.C de Bogota el porcentaje de humedad esta en 77,65 %.

De acuerdo al porcentaje de humedad descrito anteriormente no conocemos ni el tiempo de la planta ni que tipo de humedad es la que indica, pero al no tener mayor información en lo que respecta a las horas luz, ni al tipo de abono no podemos discutir nuestros resultados.

8. Materia seca (% M.S.)

El tratamiento con mayor porcentaje de materia seca, fue el de 12 horas luz con 16,17 %, el mismo que no presenta significancia con el de 24 horas luz, pero estos si con respecto a la materia seca obtenida con 18 horas luz.

Con respecto al tipo de abono, el porcentaje de materia seca del SNH difirió estadísticamente del AFI, con 16.35 y 12.09 % respectivamente. Cuadro 9, Anexo 10.

Mediante análisis de regresión, se observa que dentro del AFI existe una tendencia cuadrática significativa, con respecto al incremento de las horas luz se puede apreciar que con 18 horas luz existe un decremento en la materia seca para con 24 horas luz volver a incrementarse a nivel de las 12 horas luz.

El coeficiente de determinación es bastante confiable y existe una asociación baja entre el porcentaje de materia seca y los fotoperiodos aplicados. Ver Anexo 21.

Al no disponer de información sobre ensayos similares, se ha podido determinar que si el objetivo es obtener mayor cantidad de materia seca se debería utilizar, como abono la SNH y los fotoperiodos de 12 y 24 horas luz, que fueron los mejores niveles.

8. Proteína (%)

Los porcentajes de proteína obtenidos en los diferentes tratamientos no demostraron diferencias significativas, sin embargo numéricamente el mejor % de proteína, con respecto a las horas luz se obtuvo a las 18 horas luz con 13.31 %. Con respecto al tipo de nutriente no se presentaron diferencias significativas en el % de proteína, registrándose la proteína numéricamente superior en la SNH. No se ha determinado ningún tipo de tendencia de la proteína en función de los fotoperiodos empleados. Cuadro 9. Anexos 12 y 21.

Por la falta de información sobre investigaciones similares no se puede realizar una comparación, sin embargo de acuerdo a los resultados obtenidos, el efecto de las horas luz no influye en el porcentaje de proteína del forraje verde hidropónico.

9. Producción de FVH de maíz (Kg.)

Se ha determinado que existe diferencias significativas entre los diferentes fotoperiodos y además se encontró interacción significativa entre los tratamientos de los dos factores en estudio, por lo que se tuvo que separar los promedios de los diferentes fotoperiodos dentro de cada solución nutritiva utilizada, determinándose que si se utiliza SNH, se obtiene mayor producción al emplearse 18 horas luz con 1.18 kg de forraje verde, el mismo que no difirió de la producción obtenida a las 12 horas, pero si supera estadísticamente a la producción obtenida con un fotoperiodo de 24 horas, por otro lado al utilizarse en el cultivo AFI, la producción de los tres fotoperiodos empleados difiere estadísticamente, determinándose que con un fotoperiodo de 12 horas luz se alcanza una producción de 1.32 kg de F.V.H. seguida por 1.06 y 0.96 Kg de forraje verde, para 24 y 18 horas luz respectivamente. Cuadro 10. Anexo 2.

La producción de forraje fue sometida a un análisis de regresión múltiple relacionando, la producción de F.V.H. de maíz en función de la altura de la planta y el porcentaje de germinación para los dos tipos de abonos con el fin de obtener dos modelos que permitan predecir la producción de F.V.H. Con el AFI se tuvo un coeficiente de determinación aceptable, que explica la cantidad de varianza explicada por la regresión. ($r^2=30.6\%$), con la SNH el coeficiente de determinación fue menor por la dispersión de los datos. ($r^2=28,6\%$). Anexo 22. Graficos 3 y 4.

Howard y Resh (2001), manifiestan que la producción en peso alcanzado con este método puede pasar de 1 a 5. Utilizando buena semilla, esto se puede aumentar y llegar a una producción de 12 veces.

Gutiérrez, et al (2000), reporta conversiones de semilla a forraje verde de 5 a 1 y hasta 12 a 1, pero siempre con una pérdida de materia seca. Nosotros hemos encontrado rendimientos normales de 6 a 1; en maíz, con las semillas regionales, hemos obtenido hasta 8 a 1. La cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo demora de 9 a 15 días, dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invernadero y la frecuencia de riego.

Por la falta de ensayos similares no se puede discutir los resultados obtenidos, pero se indica que en esta investigación se obtuvo una relación de siembra-cosecha de 1 a 4, también señalamos que el aumento de las horas luz tuvieron poca influencia en la producción del forraje.

10. Altura de la planta (cm.)

Existen diferencias significativas entre los diferentes fotoperiodos y además se encontró interacción significativa entre los tratamientos de los dos factores en estudio, por lo que se tuvo que separar los promedios de los diferentes fotoperiodos dentro de cada solución nutritiva utilizada, determinándose que si se utiliza SNH, la altura de la planta no difiere estadísticamente, por otro lado al utilizarse en el cultivo AFI, la altura es estadísticamente superior al utilizarse en el cultivo 12 horas luz obteniéndose un forraje de 26.87 cm de alto. Cuadro 10. Anexo 4.

En el análisis de regresión se encontró una tendencia cuadrática significativa dentro del AFI, lo que indica que mientras aumenta las horas luz va disminuyendo el crecimiento de la planta hasta llegar a las 18 horas, pero luego se advierte un ligero incremento en altura hasta las 24 horas luz, por ello el mejor fotoperiodo para alcanzar una altura considerable es a las 12 horas luz. Gráfico 5.

El coeficiente de determinación $r^2=57,5\%$, demuestra un buen porcentaje de varianza explicada por el modelo de regresión, para la altura de la planta en función de las horas luz.

Schubert (1981), manifiesta que gracias a los óptimos cuidados en el ámbito de la nutrición y con unos cuidados irreprochables en los demás aspectos, las plantas hidropónicas tienen bastante con algo menos de luz que las cultivadas en tierra.

Samperio (1997), indica que las plantas necesitan, como término medio, de 9 a 12 horas de luz diariamente. Pero también, al igual que los seres humanos, requieren de un período de descanso por la noche. Sin embargo, cuando se pretende acelerar un cultivo, se les debe proveer durante las horas nocturnas de una buena iluminación continua.

Martínez (2001), Indica que el maíz es importante por el volumen de FVH que produce, aparte de su gran riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25 °C y 28 °C.

Comparando los datos obtenidos en el ensayo, con lo que manifiestan los autores antes mencionados, se puede decir que es suficiente el proporcionar a las plantas 12 horas luz por encontrarse los mejores resultados con este fotoperiodo, ya que estas necesitan de descanso para un mejor desarrollo. Por falta de ensayos similares se manifiesta que el aumento de luz no influye en el crecimiento de las planta.

11. Ceniza

Se determinó diferencias significativas entre los diferentes fotoperiodos, así también se encontró interacción significativa entre los tratamientos de los dos factores en estudio, por lo que se tuvo que separar los promedios de los diferentes fotoperiodos dentro de cada solución nutritiva utilizada, determinándose que si se utiliza SNH, el % de ceniza en el F.V.H. no difiere estadísticamente, por otro lado al utilizarse en el cultivo AFI, el % de ceniza estadísticamente es superior al utilizarse en el cultivo 12 horas luz obteniéndose un forraje con 4.04 % de ceniza, ya que mientras se incrementa las horas luz el % de ceniza es menor. Cuadro 10. Anexo 14.

12. Fibra Bruta

Se determinó diferencias estadísticas entre las soluciones nutritivas utilizadas, así como también interacción significativa por lo que se debió comparar los promedios de las soluciones nutritivas dentro de cada nivel de fotoperiodos utilizados. Encontrándose que el tratamiento con mayor porcentaje de fibra bruta fue al aplicar AFI a las 12 horas luz con 14.96 %. Cuadro 10. Ver Anexo 11.

Mora, C (1999), indica en un análisis realizado a un germinado de maíz, en Laboratorios I.B.C de Bogota el porcentaje de fibra bruta esta en 8.87 %, con respecto a este, el porcentaje de fibra de esta investigación es alto debido a que el tiempo de cosecha el cual es mayor (18 días).

13. Grasa

Existió diferencias estadísticas en los promedios de los dos factores en estudio y además existió interacción entre factores, por lo que se tuvo que separar los promedios de cada factor dentro de los diferentes niveles del otro factor. Se determinó que la SNH, influye en el mayor porcentaje de grasa, tanto a las 12 horas luz con 4.07 %, como a las 18 y 24 horas luz con 3.40 y 4,37 %, respectivamente, superando estadísticamente al AFI. Cuadro 10. Anexo 13.

Por otro lado al separar los promedios de contenido de grasa se observa que dentro de SNH y AFI, a las 24 horas luz se obtuvo mayor porcentaje de grasa, con 4.37 y 4.15 % de grasa para el SNH y AFI en su orden.

Mora, C (1999), indica en un análisis realizado a un germinado de maíz, en Laboratorios I.B.C de Bogota el porcentaje de grasa es de 4,25 %, al compararse con el análisis anteriormente citado y se coincide en el porcentaje de grasa, indistintamente del tipo de abono y de las horas luz.

14. Índice de crecimiento (cm./día)

El índice de crecimiento no fue sometido a ningún análisis estadístico, pero es necesario reportar el crecimiento de las plantas en los diferentes días para conocer la curva de crecimiento (crecimiento sigmoideo).

a. Crecimiento del F.V.H de maíz, utilizando SNH.

A partir del cuarto día, ya se observa un crecimiento de las plantas, no reportado porque aún se encuentran tapadas, al destaparlas al día sexto se observa que el brote mide en promedio 0,76cm, luego se ve un crecimiento lento y paulatino hasta el día décimo (4cm), a partir de ahí el crecimiento se acelera hasta llegar al día doce (12HL=7.21cm, 18 HL=7.92cm, 24HL=6.03cm), posteriormente el crecimiento es mas lento, llegando al día catorce (12HL=9.14cm, 18HL=10.24cm, 24HL=9.31cm), de ahí en adelante el crecimiento es rápido y uniforme hasta el día de la cosecha. (12HL=24.24 cm, 18HL=24.23cm, 24HL=23.56cm).

Se observa que los tres tratamientos (12, 18 y 24 Horas luz), inician con un crecimiento similar, pero las plantas cultivadas con 24 horas luz tiene crecimiento mas acelerado hasta el día 11, posteriormente, no logra superar al forraje cultivado a 12 y 18 horas luz, el resto de los días de producción en cambio, estos dos mantienen un crecimiento similar hasta el día de la cosecha. Gráfico 6.

b. Crecimiento del F.V.H de maíz, utilizando AFI.

Al sexto día el brote tiene un promedio de 0,76cm de longitud, a partir de ahí tiene un crecimiento paulatino hasta el día diez (12HL=4.25cm, 18HL=3.76cm, 24HL=4.0cm), luego del cual el crecimiento es mas rápido y luego se acelera de manera uniforme hasta el día de la cosecha (12HL=26.86cm, 18HL=22.94cm, HL=23.30cm).

Con este tipo de nutriente ocurre un similar comportamiento de crecimiento en las plantas, pero se observa que el forraje cultivado con el tratamiento de 24 horas luz, tiene su crecimiento acelerado hasta el día catorce, de ahí al igual que el otro nutriente el crecimiento es mas lento en relación a los tratamientos de 12 y 18 horas luz que tienen un comportamiento similar entre sí. Gráfico 7.

B. EVALUACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO DE CONEJOS NEOZELANDES ALIMENTADOS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ EN LA ETAPA DE ENGORDE.

Los resultados de esta fase se exponen en el Cuadro 11.

1. Peso (Kg.)

El peso inicial de los conejos, registró un promedio de 0,85 Kg. Con respecto al peso final, se ha determinado que no se presentó diferencias significativas, sin embargo numéricamente los conejos alimentados con F.V.H. cultivado con las 18 horas luz tuvieron una mejor respuesta con 2,06 Kg. y entre los pesos finales de los conejos alimentados con F.V.H. cultivado en función a las soluciones nutritivas no hubo diferencias estadísticas, teniendo un peso final de 1,99 Kg.

Benavides,W (2001) establece que numéricamente las mayores respuestas en peso de conejos, fueron las que recibieron el balanceado que contenía 5 y 15% de codornaza, que registraron pesos finales de 2,975 y 2,939 Kg., en su orden, el menor peso registro el grupo que no recibió codornaza en el balanceado con 2,762 Kg.

Salazar, W (2004) al estudiar diferentes niveles de inclusión de forraje hidropónico henificado de cebada en reemplazo de la alfalfa, indica que no hubo deferencias significativas entre sus tratamientos y que numéricamente el tratamiento que tuvo mayor peso final fue el FH30 con 1,872 Kg. a los 90 días.

Comparando los resultados obtenidos, con los autores antes citados, se observa que la inclusión de FVH de maíz mas alfalfa tiene una mejor respuesta en ganancia de peso que los registrados por Flores y Salazar, pero es menor con respecto a Benavides y esto se debe a que la alimentación es a base de balanceado. También se indica que las horas luz y el tipo de nutriente, utilizados en la producción del forraje no tuvieron influencia en el peso final de los conejos.

2. Ganancia de Peso (Kg.)

No se registro diferencias significativas entre las ganancias de peso de conejos alimentados con los forrajes provenientes de la primera fase, pero numéricamente el mejor tratamiento fue el de las 18 horas luz con 1,19 Kg, y en relación a los dos tipos de abonos tuvieron un efecto similar con 1,14 Kg de ganancia de peso.

Benavides,W (2001) manifiesta que los mayores incrementos de pesos de los conejos californianos numéricamente, al utilizar codornaza en 5 y 15 %, registrándose ganancias de pesos de 2,150 y 2,117 Kg. respectivamente.

Salazar, W (2004), manifiesta que la mayor ganancia de peso numéricamente se observó en el tratamiento FH30, con 1,089 Kg.

Los resultados obtenidos en esta investigación tienen respuestas similares a las obtenidas por Salazar, puesto que al dar una alimentación a base de balanceado como Benavides, asegura cumplir con los requerimientos nutricionales del animal por lo que reporta una mayor ganancia de peso.

3. Consumo de F.V.H. de maíz (Kg. M.S)

Se determinó que sobre el consumo de forraje en conejos, existen diferencias significativas entre los tratamientos de los dos factores utilizados en el cultivo de forraje y además la existencia de interacción significativa entre los dos factores considerados para el cultivo de F.V.H. por lo que se tuvo que separar los promedios de cada factor dentro de los tratamientos del otro factor, advirtiéndose que la SNH influye en el mayor consumo de F.V.H. de maíz a las 12 horas luz con 1,66 Kg, y que a medida que el forraje esta expuesto a mas horas luz el consumo es menor, igual sucede con el forraje cultivado con AFI.

Dentro de la SNH como del AFI, se observa que el mayor consumo del FVH de maíz es a las 12 horas luz que conforme esta expuesto a un mayor fotoperíodo, el conejo baja su consumo.

4. Consumo Total de Alimento (Kg. M.S)

El mayor consumo de alimento se alcanzo cuando el F.V.H. estuvo sometido a las 12 horas luz, con 3,51 Kg. Así también el consumo de alimento total, por efecto del tipo de nutriente, determino que con la SNH hubo un mayor consumo de alimento, con 3,55 Kg.

El consumo total de alimento, esta directamente relacionado con el consumo del FVH, ya que como se discutió anteriormente, dependía de las horas que el FVH estuvo expuesto a la luz y al tipo de nutriente que se utilizó en el cultivo.

5. Conversión Alimenticia

El mejor tratamiento, estadísticamente se obtuvo con el forraje cultivado con 12 horas luz, obteniéndose un índice de conversión de 3.24, con 24 y 18 horas luz, la conversión alimenticia fue menor y no difieren estadísticamente. Respecto al tipo de abono utilizado en el cultivo del F.V.H, la SNH tuvo una mejor respuesta a la conversión alimenticia con un índice de 3.14.

Betún, B (1992) utilizando porquinaza encontró conversiones alimenticias de 4,404 y 5,043.

Balseca, W (1999) al emplear pelets determinó una conversión alimenticia de 2,98 cuando utilizó 100 gr. de forraje mas 100 gr. de pelets.

Benavides, W (2001), manifiesta que los animales que recibieron el tratamiento con el 5% de codornaza requirieron de 3,217 Kg. de alimento para incrementar un Kg. de peso.

Salazar, W (2004), la mejor respuesta la registro el tratamiento solo a base de alfalfa (FH0) con 2,873.

Con respecto a las investigaciones antes descritas, y comparándolas con las obtenidas en esta investigación, se observa que al utilizar Forraje Hidropónico se han obtenido mejores conversiones alimenticias, indistintamente de las horas luz y el tipo de nutriente.

C. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el Cuadro 12 se presentan los resultados de la evaluación económica correspondiente a la etapa de producción del FVH de maíz, en el que se observa el costo básico de producción tanto en forraje verde como en materia seca, teniendo que el forraje producido a las 12 horas luz con abono foliar inicial, tuvo un menor costo de producción, con respecto al resto de tratamientos de \$0,21 el kilogramo de forraje verde y \$1,50 en M.S., esto se debe a que este tratamiento tuvo una mayor

producción, lo cual redujo costos, también se debe a que no se utilizó luz artificial y a que el abono foliar inicial se aplicaba una sola vez durante su producción.

Cuadro 12. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL F.V.H. DE MAÍZ (Kg.)

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S					
	12 SNH	12 AFI	18 SNH	18 AFI	24 SNH	24 AFI
COSTOS FIJOS						
Depreciación	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
TOTAL USD.	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11
COSTOS VARIABLES						
Costo/PDN/3 meses.	12,71	12,24	13,96	13,49	14,21	13,74
TOTAL USD.	12,71	12,24	13,96	13,49	14,21	13,74
PRODUCCIÓN/3 MESES(Kg.)	51,30	59,40	53,10	43,20	48,15	47,70
COSTO BASICO FVH	0,25	0,21	0,26	0,31	0,30	0,29
COSTO BASICO FH. M.S	1,74	1,50	1,68	2,00	1,85	1,86

En el cuadro 13 se presentan los resultados de la evaluación económica correspondiente a la alimentación de conejos con FVH de maíz mas alfalfa en el período de crecimiento y engorde. Una mayor rentabilidad se registró con el tratamiento de las 18 horas luz, aplicando SNH, debido a que el consumo de alimento fue menor con un beneficio / costo de 1,17, lo que significa que por cada dólar gastado, el ingreso es de \$ 0,17.

Salazar, W (2004) indica que conejos neozelandés alimentados solo con alfalfa en el período de crecimiento y engorde obtiene un beneficio costo de 1,42. De acuerdo a la investigación antes citada, se manifiesta que con la alimentación a base de alfalfa, se obtiene un mayor beneficio costo, en relación al utilizar FVH de maíz, y esto es debido especialmente a que el FVH tiene mayor porcentaje de humedad que la alfalfa.

Cuadro 13. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS CONEJOS NEOZELANDES ALIMENTADOS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ EN EL PERÍODO DE ENGORDE.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S						
		12 SNH	12 AFI	18 SNH	18 AFI	24 SNH	24 AFI
INGRESOS:							
Venta de animales	1	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Venta de abono	2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL USD.		18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
EGRESOS:							
Animales	3	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Alfalfa	4	2,49	1,74	1,52	1,40	2,45	1,58
FVH de maíz	5	8,66	5,22	5,09	5,58	9,00	5,85
Mano de Obra	6	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Sanidad	7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TOTAL USD.		20,40	16,21	15,86	16,23	20,70	16,68
BENEFICIO COSTO		0,91	1,14	1,17	1,14	0,89	1,11

- 1 Venta de conejos a razón de \$6,00, cada uno
- 2 Venta de abono, una carretilla \$0,50
- 3 Compra de animales destetados a razón de \$2,00 cada uno
- 4 Costo del kilo de M.S de alfalfa a razón de \$ 0,50
- 5 Costo de kilo de M.S del Forraje Hidropónico (Cuadro 12)
- 6 Costo de mano de obra \$0,10 por hora x 90 horas
- 7 Costo por manejo sanitario \$1,00/3 conejos

V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los datos obtenidos, se determinó que el fotoperíodo no influye en la mayor o menor producción de forraje verde hidropónico, y más bien depende del tipo de solución nutritiva utilizada, teniendo la mejor respuesta al aplicar AFI.

2. De acuerdo al análisis del valor forrajero, se identificó que el forraje verde hidropónico de maíz, es rico en fibra y grasa, lo cual hace de este alimento un buen suplemento en la alimentación animal.
3. Se demostró que el forraje verde hidropónico de maíz, mejora la conversión alimenticia del conejo, en el período de crecimiento y engorde, por lo que se acepta la hipótesis planteada.
4. Se concluye que en el engorde de conejos el FVH de maíz cultivado con AFI, presentó mejor índice de Beneficio Costo, con 1,17, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de 0.17 centavos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados que se tuvieron en esta investigación, no es favorable incrementar las horas luz, para acelerar el crecimiento del FVH de maíz, ya que las plantas tienen suficiente con las 12 horas de luz diariamente y requieren de un período de descanso por las noches.
2. Para la producción del FVH de maíz, se recomienda aplicar Abono Foliar Inicial, ya que garantiza un mejor valor nutricional del forraje.
4. Al utilizar FVH de maíz en la alimentación de conejos, se aconseja que se les suministre solo y por la mañana, para su mejor aprovechamiento.
5. Se recomienda que al FVH de maíz sea utilizado como un complemento en la alimentación de los conejos, puesto que este mejora su conversión alimenticia.

6. Se recomienda realizar otras investigaciones, en donde se utilice otro tipo de cereal, bajo estas mismas condiciones.
7. Se sugiere que este tipo de investigaciones se divida en dos partes, para primero conocer las ventajas y desventajas en la producción de FVH y ahí aplicarla en la alimentación animal.

VII. LITERATURA CITADA

1. AMAYA, L. 1998. Uso de los cultivos hidropónicos bajo invernadero,sn.

st. Barcelona, España. se. pp 12-15.

2. AREVALO, F. 1996. Manual de Zootécnia General I. EIZ - ESPOCH. Riobamba, Ecuador. p 28.
3. BALSECA, M. 1999. Evaluación del suplemento paletizado en conejos neozelandés. Tesis de grado. ESPOCH-EIZ. Riobamba, Ecuador. p 55.
4. BENAVIDES, W. 2001. Inclusión de diferentes niveles de codornaza en la alimentación de conejos californianos en la edad de crecimiento- engorde. Tesis de grado. EIZ-ESPOCH. Riobamba-Ecuador. pp 48, 49,50.
5. BETÚN, B. 1992. Utilización de porquinaza en la alimentación de conejos californianos en la fase de crecimiento y engorde. Tesis de grado. ESPOCH-EIZ. Riobamba-Ecuador. p. 36.
6. Carballo @.cln.megared. net mx. 2000. Carballo, C. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal.

7. CHIRIBOGA, H. 2001. El Comercio sección Agromar, sábado 31 de marzo. Quito,Ecuador.
8. GRAJALES,H. GUZMÁN,J. CASTAÑO,M. . 2002. Manual Agropecuario Biblioteca del Campo. sn. st. Colombia. Edit. Quebecor World Bogota S.A. pp 299-301,307.
9. GUTIERREZ, I. SANCHEZ, S. CALDERÓN, F. 2000. Cultivos Hidropónicos. Fascículo 9. sn. st. Bogota,Colombia. Edit. Geminis Ltda. v 1 pp 137-141,149-152.
- 10.HAWARD, J y RESH, M. 2001. Cultivos Hidropónicos. 5a ed. st. España. Edit. Mundi-prensa. p 152.
- 11.HIDALGO, M. 1985. Producción de Forraje en condiciones de Hidroponía Evaluaciones preliminares en avena y triticale. 1a ed. st. Chillán, Chile. se. pp 2,3.
- 12.MARTINEZ, E. 2001. Comunicación personal. Manual Técnico FVH. 1a ed. st. Maldonado, Uruguay. se. p 16.

13. MORA, C. 1999. Laboratorio de Análisis Industriales I.B.Q.. Culiacán.
14. NACIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1977. Alimentación y Nutrición Animal. Editorial NRC. USA.
15. ORTEGA, M. 2004. Evaluación de los Intervalos de Escurrimiento durante el período de remojo previo a la germinación de la semilla para la producción de Forraje Verde Hidropónico en la Alimentación de vacas lecheras. Tesis de grado. EIZ - ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 57,65-67.
16. PENNINGSFELD, D Y KURSMANN, P. 1975. Cultivos Hidropónicos y en Turba. sn. st. Madrid, España. Edit. Mundi-prensa. pp 27,31.
17. RODRIGUEZ, S. 2000. Hidroponía: una solución de producción en Chihuahua México. En Boletín Informativo de Red Hidroponía N°9 CIHNH.UNALM.II Parte. sn. st. Lima, Perú. se. p 2
18. SALAZAR, W. 2004. Utilización de forraje hidropónico henificado de

cebada en reemplazo de la alfalfa en la alimentación de conejos.
Tesis de grado. EIZ-ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 45-54.

19. SAMPERIO, G. 1997. Hidroponía Básica. 1a ed. st. México. Ed. Diana.
pp 22, 29, 89, 90, 103,119.

20. SANCHEZ, A. 1997. Informes Técnicos de Estadía. sn. st. Montevideo,
Uruguay. se. pp 3, 4.

21. SCHNEIDER, A. 1991. Alternativas para lecheras y engordes. Forraje
Verde Hidropónico. Revista El Campesino (Julio 1991). Santiago,
Chile. P 18.

22. SCHUBERT, M. 1981. Manual Práctico de Hidroponía. sn. st. Barcelona,
España. Ed.Omega S.A. pp 97,98.

ANEXOS

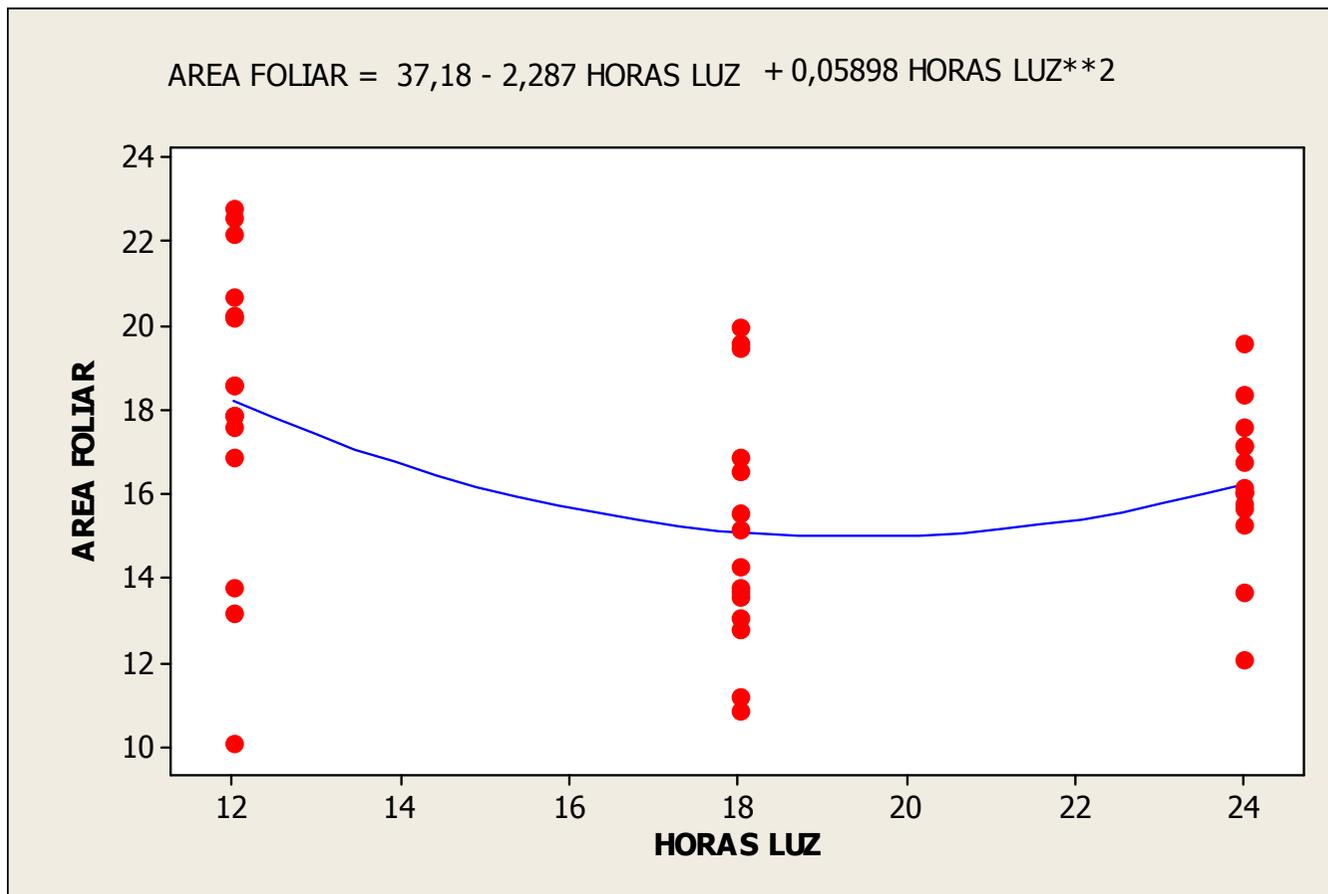


Gráfico 2. Línea de tendencia de la regresión para el área foliar del F.V.H. de maíz en función de diferentes fotoperíodos.

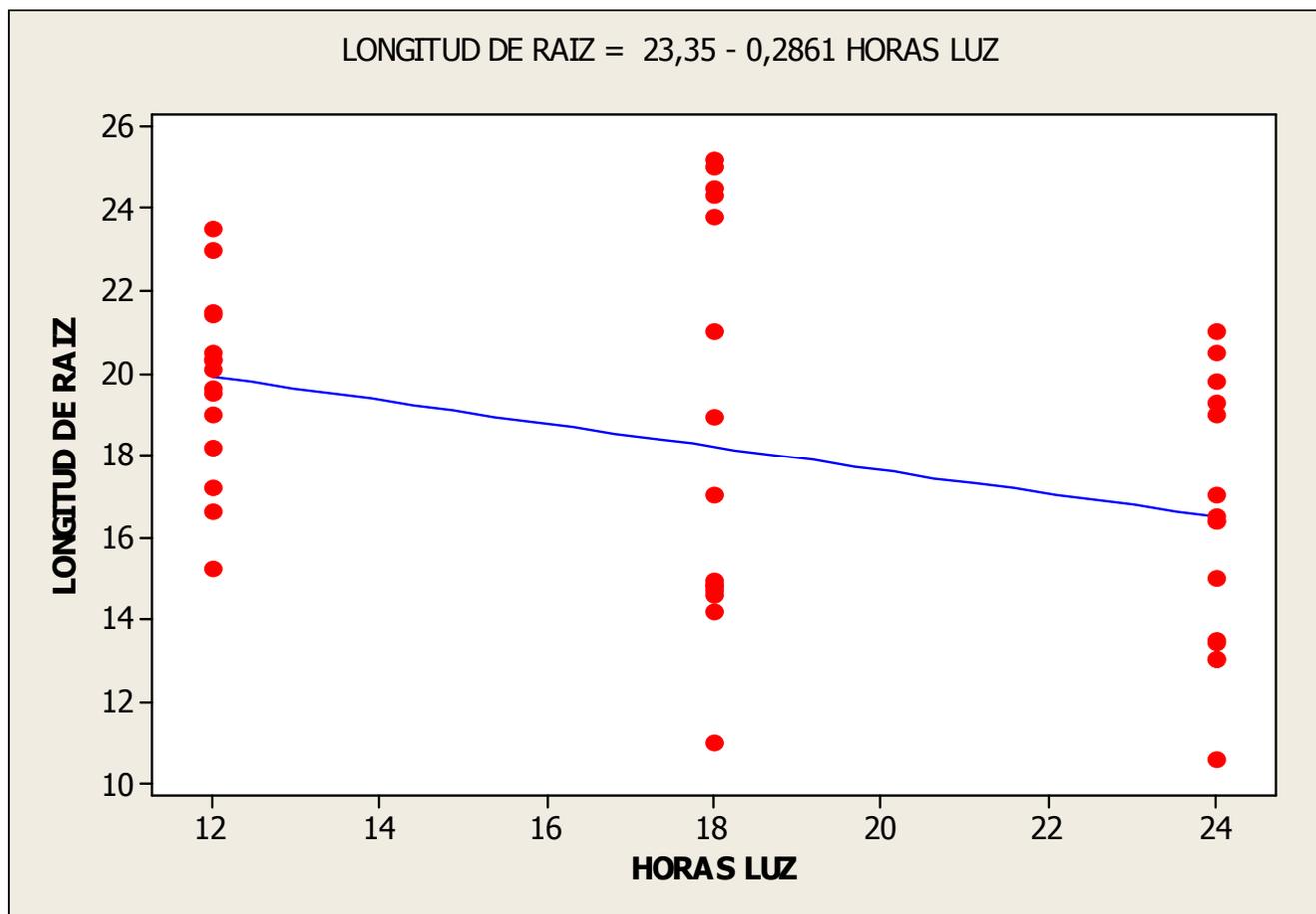


Gráfico1. Línea de tendencia de la regresión para la longitud de la raíz del F.V.H. de maíz en función de diferentes fotoperíodos.

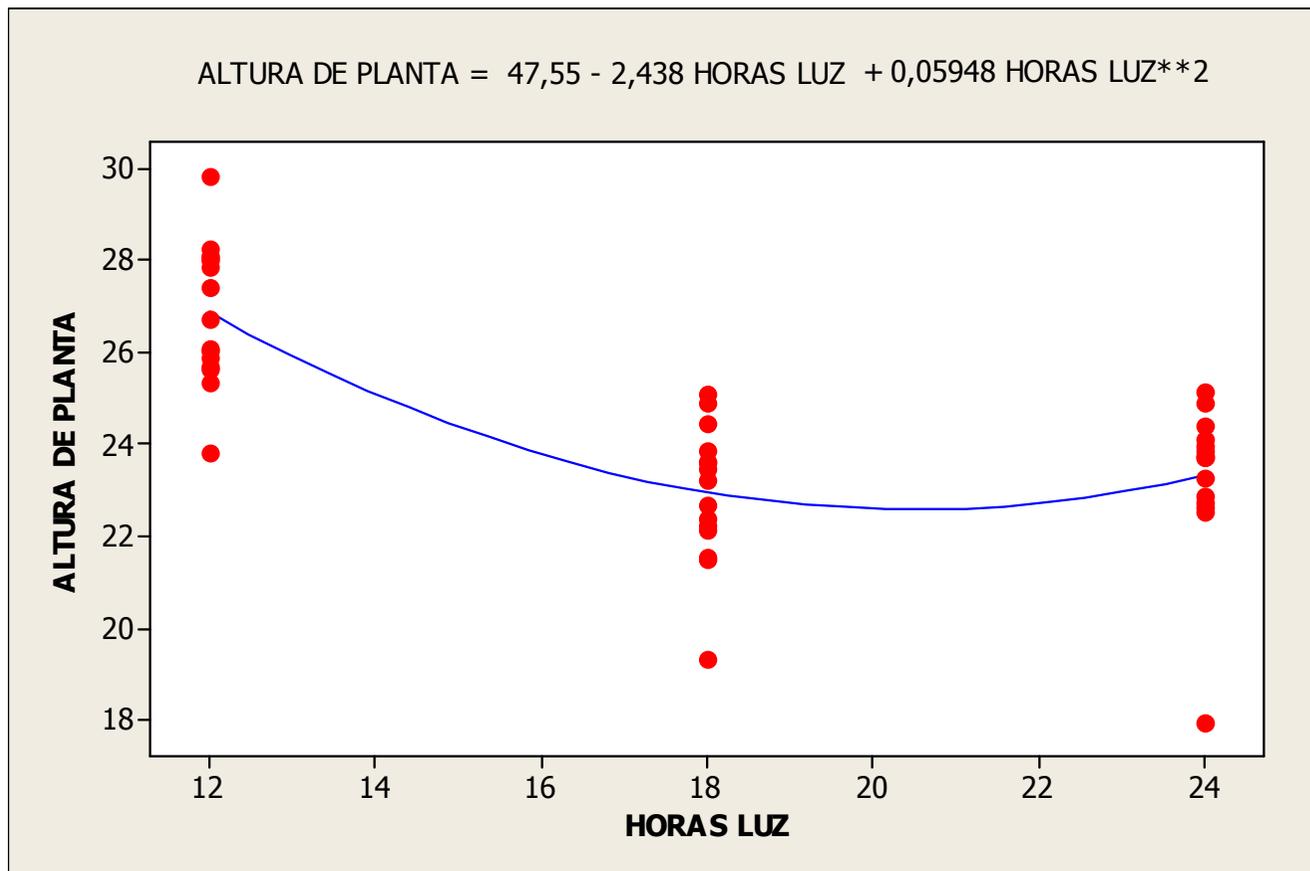


Gráfico 5. Línea de tendencia de la regresión para la altura de la planta del F.V.H. de maíz en función de diferentes fotoperíodos.

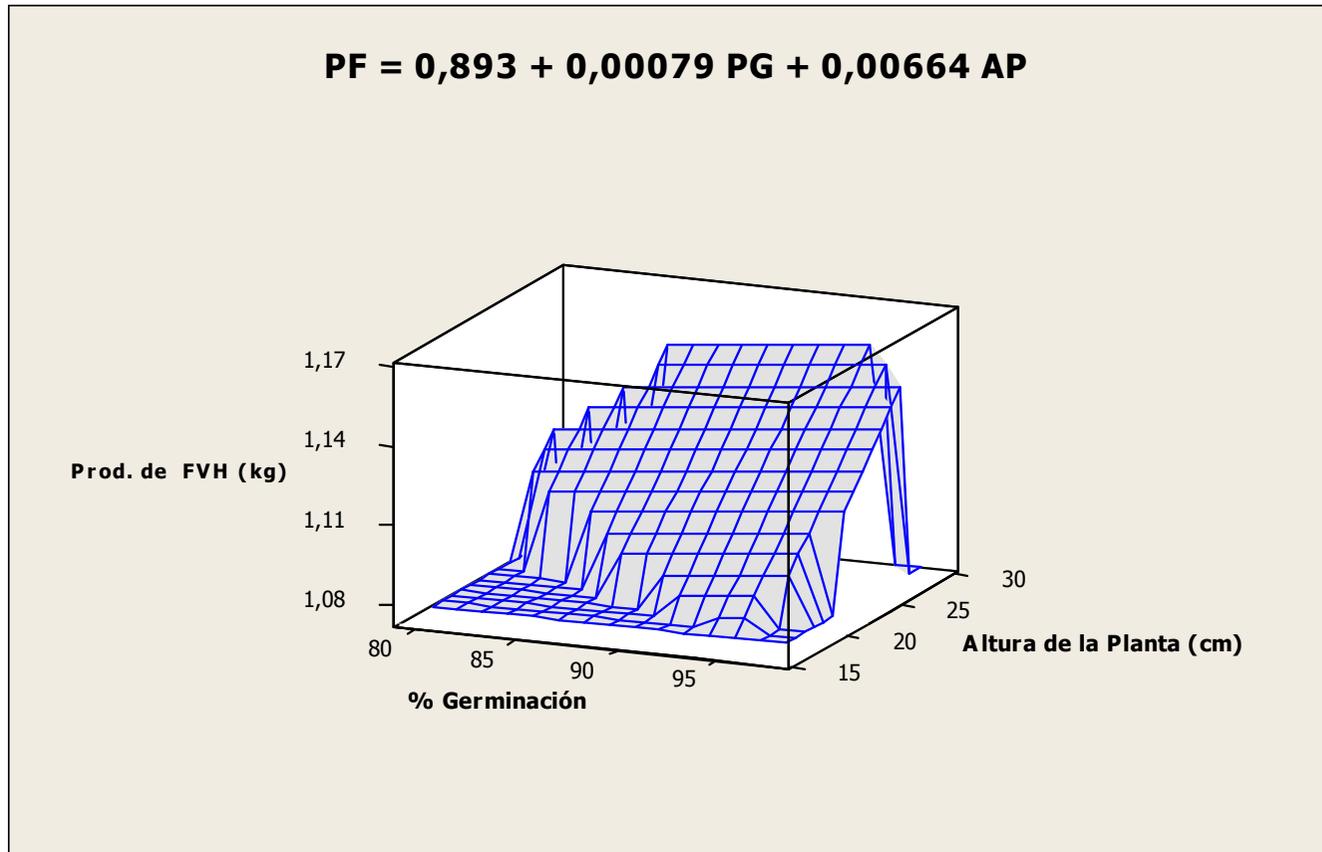


Gráfico 3. Regresión para la producción de F.V.H. en función de la altura de la planta y % de germinación con la utilización de Solución Nutritiva Hidropónica.

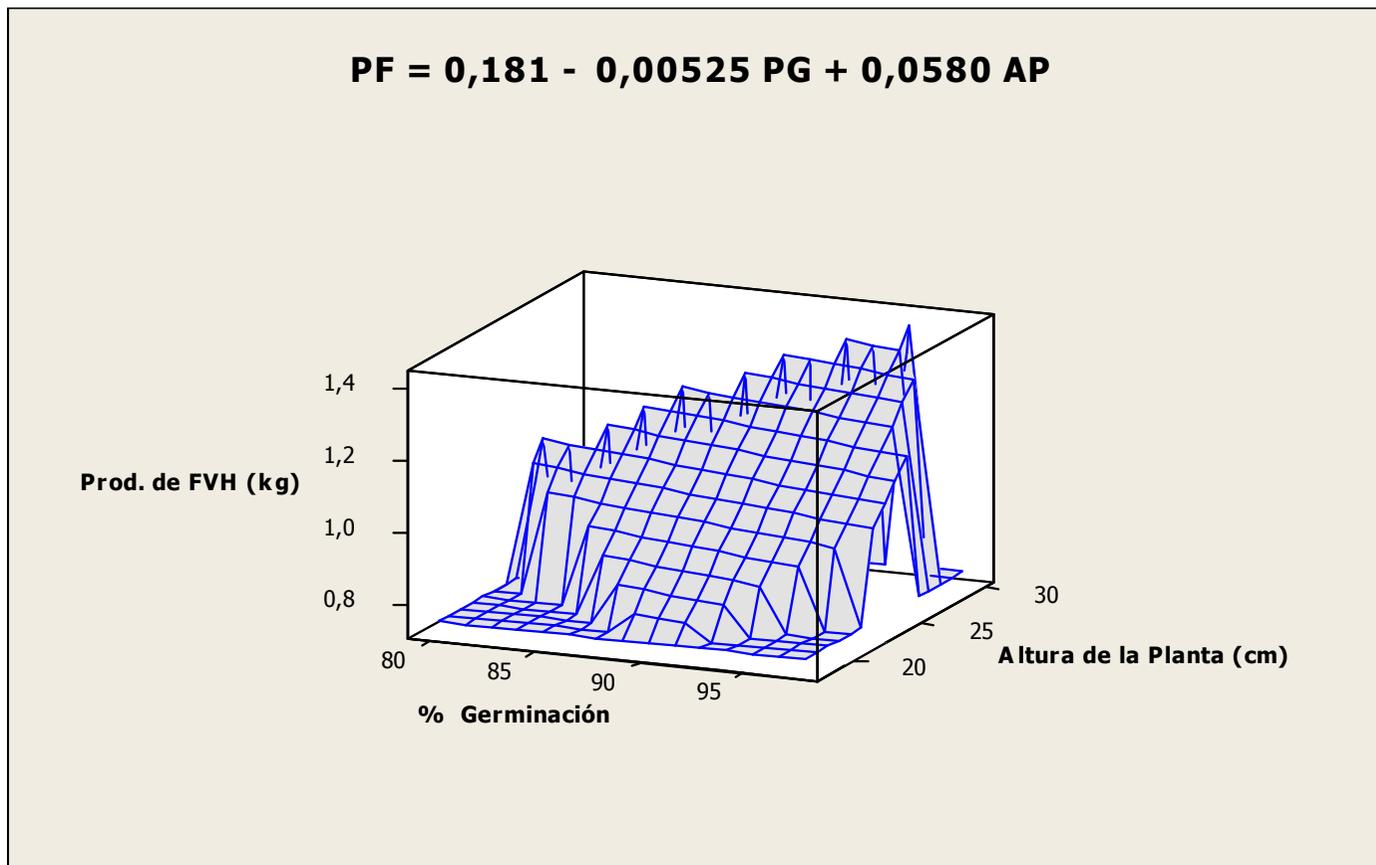


Gráfico 4. Regresión para la producción de F.V.H. en función de la altura de la planta y % de germinación con la utilización de Abono Foliar inicial.

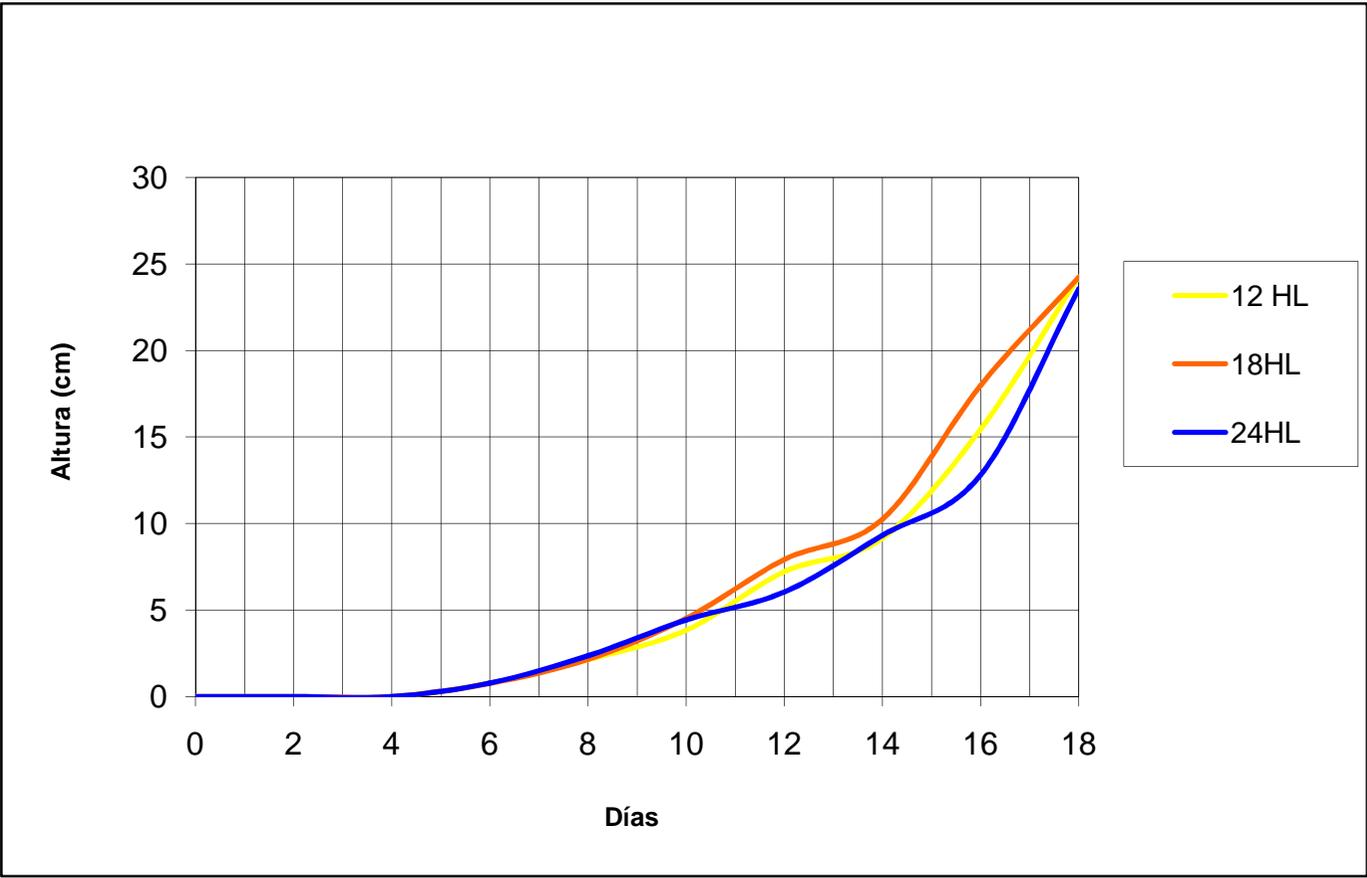


Gráfico 6. Índice de crecimiento por día del F.V.H. de maíz con la Solución Nutritiva Hidropónica.

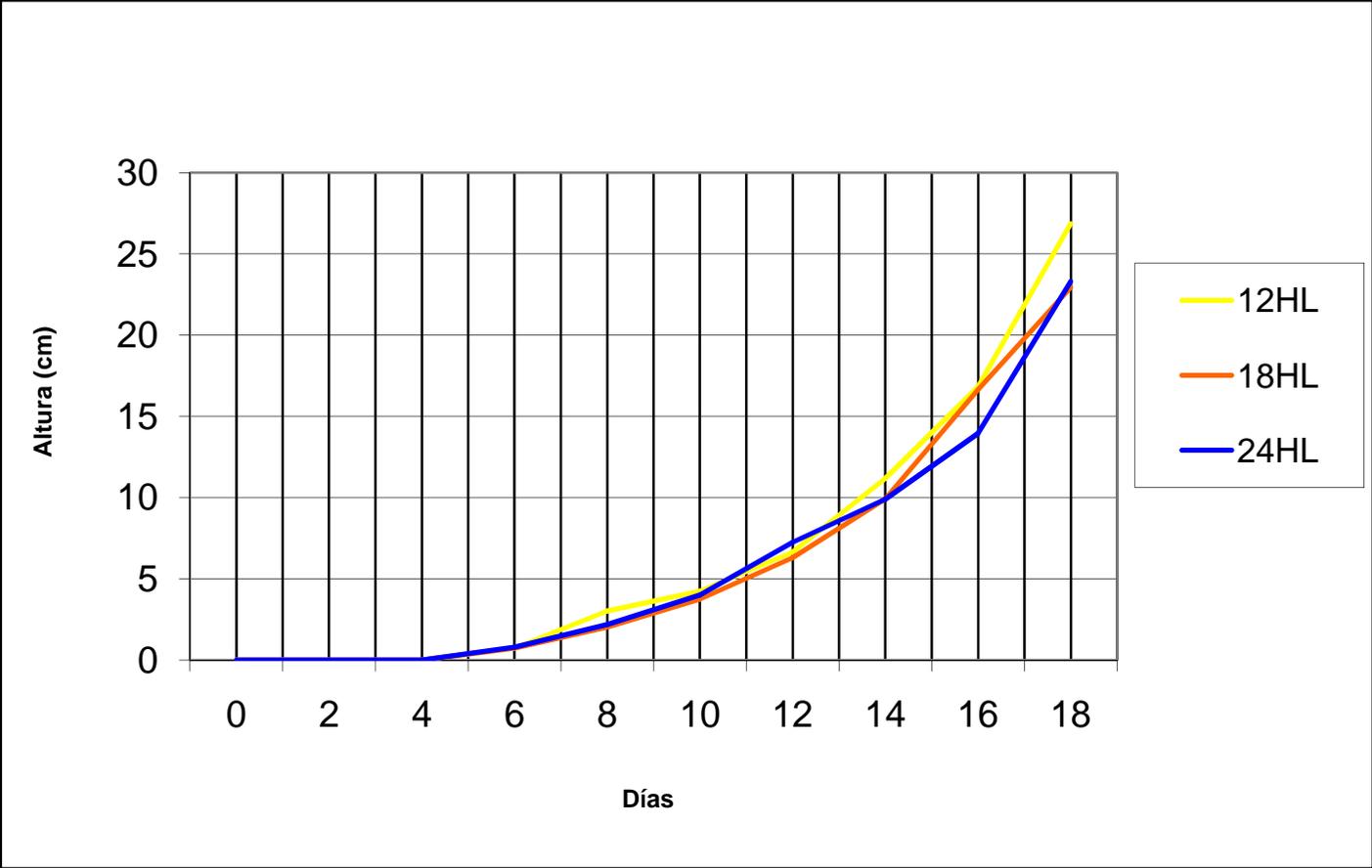


Gráfico 7. Índice de crecimiento por día del F.V.H. de maíz con Abono Foliar Inicial.

T R A T A M I E N T O S							
VARIABLE	FACTOR A			FACTOR B		C.V. (%)	X
	HORAS LUZ			TIPO DE NUTRIENTE			
	12	18	24	SNH	AFI		

Cuadro 9. EVALUACION DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ CON DIFERENTES FOTOPERÍODOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS.

% de Germinación (%)	94,55 a	90,68 b	91,08 b	93,66 a	90,54 b	6,29	92,11
Longitud de la raíz (cm.)	20,01 a	18,80 ab	17,20 b	19,13 a	18,20 a	18,82	18,67
Longitud del tallo (cm.)	9,51 a	8,44 a	8,47 a	8,68 a	8,93 a	33,6	8,81
Biomasa caulinar (%)	32,92 a	32,99 a	32,99 a	32,92 a	33,01 a	1,47	32,97
Biomasa radical (%)	66,03 a	67,00 a	67,01 a	66,36 a	66,99 a	5,43	66,68
Área Foliar (cm ²)	17,37 a	15,64 a	15,99 a	16,14 a	16,53 a	17,59	16,33
Humedad total (%)	83,83 a	89,41 b	84,10 a	83,64 a	87,91 b	4,16	85,78
Materia seca (%)	16,17 a	10,60 b	15,89 a	16,35 a	12,09 b	25,1	14,22
Proteína (%)	12,21 a	13,31 a	12,39 a	12,75 a	12,53 a	4,33	12,64

Letras iguales no difieren estadísticamente

Cuadro 10. EVALUACION DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ CON DIFERENTES FOTOPERÍODOS Y SOLUCIONES NUTRITIVAS (Interacción de Factores)

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S						C.V.(%)	X
	SNH			AFI				
	12 Horas	18 Horas	24 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas		
Producción de F.V.H. (Kg.)	1,14 ab	1,18 a	1,07 b	1,32 a	0,96 c	1,06 b	13,91	1,12
Altura de la planta (cm.)	24,26 a	24,23 a	23,87 a	26,87 a	22,94 b	23,31 b	9,1	24,25
Ceniza (%)	2,64 a	2,83 a	2,25 a	4,04 a	3,17 b	1,73 c	13,75	2,77

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S						C.V.(%)	X
	12 Horas/luz		18 Horas/luz		24 Horas/luz			
	SNH	AFI	SNH	AFI	SNH	AFI		
Fibra Bruta (%)	8,47 b	14,96 a	11,61 b	12,48 a	13,19 a	10,35 b	2,06	11,84

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S						C.V.(%)	X
	SNH			AFI				
	12 Horas	18 Horas	24 Horas	12 Horas	18 Horas	24 Horas		
Grasa (%)	4,07 b	3,40 c	4,37 a	3,07 b	2,92 b	4,15 a	4,06	3,66

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S						C.V.(%)	X
	12 Horas/luz		18 Horas/luz		24 Horas/luz			
	SNH	AFI	SNH	AFI	SNH	AFI		
Grasa (%)	4,07 a	3,07 b	3,40 a	2,92 b	4,37 a	4,15 b	4,06	3,66

Letras iguales no difieren estadísticamente

Cuadro 11. EVALUACION PRODUCTIVA DE CONEJOS NEOZELANDES ALIMENTADOS CON F.V.H. DE MAIZ EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO-ENGORDE.

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S		
	HORAS LUZ		
	12	18	24
Consumo Total de Alimento (kg.M.S.)	3,51 a	3,17 b	3,37 ab
Conversión Alimenticia	3,24 a	2,67 b	3,00 ab
Peso Inicial (kg.)	0,86 a	0,87 a	0,82 a
Peso Final (kg.)	1,96 a	2,06 a	1,95 a
Ganancia de Peso (kg.)	1,10 a	1,19 a	1,12 a

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S			
	12 Horas / luz		18 Horas / luz	
	SNH	AFI	SNH	AFI
Consumo Total F.V.H. (kg.M.S.)	1,66 a	1,16 b	1,01 a	0,93 a

VARIABLE	T R A T A M I E N T O S			
	SNH			
	12 Horas	18 Horas	24 Horas	12 Hora
Consumo Total F.V.H. (kg.M.S.)	1,66 a	1,01 b	1,63 a	1,16 a

Letras iguales no difieren estadísticamente