

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE
CHIMBORAZO**

Escuela de Ingeniería Zootécnica



**“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE
VERDE HIDROPÓNICO (F.V.H) DE CEBADA CON LA UTILIZACIÓN
DE DIFERENTES NIVELES DE AZUFRE Y SU RESPUESTA EN
GANADO LECHERO”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

DANIEL RENATO CALLES ARIAS

Riobamba – Ecuador

2005

ESTA TESIS FUE APROBADA POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL:

Ing. M.Cs. Luis Hidalgo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Cs. Wilfrido Capelo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Cs. Marcelo Moscoso
BIOMETRISTA

Ing. M.Cs. Patricio Guevara
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 15 de Mayo del 2005

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios, mi familia, amigos y compañeros de siempre que me apoyaron para continuar estudiando y trabajando por mi bienestar y para culminar mi carrera.

A mis maestros que integran mi tribunal de tesis los cuales encaminaron este trabajo de investigación siendo sus experiencias la fuente de información, Ing. M.Cs Wilfrido Capelo, Ing. M.Cs. Patricio Guevara e Ing. M.Cs. Marcelo Moscoso.

A mi querida Politécnica por acogerme durante todo este tiempo dotándome de una solides académica y formación profesional a sus representantes y Autoridades, al Ing. M.Sc. Benito Mendoza Decano de la Facultad por la colaboración prestada en la adquisición de materiales para la realización de esta investigación.

El agradecimiento es la mente del corazón es la parte principal del hombre de bien

DEDICATORIA

A Dios

A mis Padres Julio y Carmita

A mi Abuelita Pashita

A mis Hermanos

A toda mi familia

A mis amigos y sus familias,

dedico este trabajo fruto del esfuerzo y

responsabilidad estudiantil que supieron grabar en mi mente el

deseo firme de superación, y me enseñaron el camino por donde transitan

las personas que quieren ser mejores.

RESUMEN

En la Estación experimental Tunshi de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de ingeniería Zootécnica, ubicada en el cantón Chambo provincia de Chimborazo, se evaluó la producción y calidad de Forraje Verde Hidropónico de cebada con la utilización de tres niveles de azufre (20, 30 y 40 ppm) más un testigo, y su respuesta en vacas Holstein mestizas que se encontraban en el primer tercio de lactancia con pesos aproximadamente iguales y lo mas estandarizadas posibles.

La investigación se dividió en tres etapas que fueron: Producción de Forraje Verde Hidropónico, Valoración nutritiva del este alimento, y la respuesta en Ganado Lechero. La semilla y posteriormente la planta que mejor respuesta obtuvo a la fertilización a base de azufre son las que fueron tratadas con 40 ppm de S, y posteriormente la de 30, 20 ppm de S y finalmente el testigo. No ocurre lo mismo en lo referente a la valoración nutritiva del alimento en el cual el tratamiento que mejor respuesta obtuvo a la fertilización azufrada fue el de 20 ppm de S, esto se debe a que este tuvo un incremento de 2 % de proteína en los análisis químicos realizados mostrando un porcentaje de 17.8 %, además este tratamiento mostró un incremento de 2 lt en la producción diaria de leche en relación a los otros tratamientos y al testigo que fue en base a rechazo de banano.

SUMMARY

In the Tunshi Experimental Station which belongs to the Chimborazo Higher Education Polytechnic School (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) Zootechny Engineering School, Livestock Sciences Faculty, quality and production of hydroponics barley green forage using three sulfur levels (20, 30, 40 ppm) plus a control and their response in crossbred Holstein cows in the first third of lactation, with weights approximately equal and as standard as possible, were evaluated. The investigation was divided into three stages: Hydroponics Green Forage Production, Nutritive evaluation of this feed and their response in Dairy Cattle. The seed and later the plant that yielded the best response on fertilizing with sulphur are those which were treated with 40 ppm sulphur and later those with 30, and 20 ppm sulphur and finally the control.

It does not occur the same with the feed nutritive evaluation in which the treatment that had the best response upon fertilizing with sulphur was 20 ppm S. This is due to the fact that the latter had a 2 % protein increase in the chemical analyses, showing a 17.8 %, moreover this treatment showed a 2 lt increase in the daily milk production as related to the other treatments and the control which consisted of banana surplus

I. INTRODUCCIÓN

El jardín o la huerta sin tierra es un mundo creado por el ser humano y mantenido por sistemas de control balanceados.

En las unidades hidropónicas las plantas se desarrollan porque reciben una nutrición óptima y condiciones ideales. Estas condiciones son válidas tanto para instalaciones hogareñas como para las de escala comercial. Existen varios métodos de cultivo hidropónico pero todos ellos basados en los mismos principios: la utilización de agua y fertilizantes químicos para nutrir las plantas.

El F.V.H. es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 – 15) días, en cualquier época de año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello hoy en día, la técnica de hidroponía juega un papel importante en el desarrollo global de la agricultura.

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 la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos. La presente investigación esta orientada a la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo

condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo y con la utilización de fertilizantes (Azufre) para su pronto desarrollo o su mejora en su calidad bromatológica, en este caso con la utilización de azufre micronizado como único fertilizante. Usualmente se usan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo, pero esta investigación se lo hará con semilla de cebada. Además este forraje se suplementara a vacas lecheras para observar su incidencia en la producción de leche en las mismas.

Uno de los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado que se aumenta la producción en vacas lecheras a partir del uso de FVH obtenido de semillas de avena variedad "Nehuen" y cebada cervecera variedad "Triumph", existiendo también en este caso antecedentes en el uso de maíz, sorgo, trigo, arroz, tritricale. (Sepúlveda, 1994)

Los objetivos planteados para esta investigación fueron los siguientes:

1. Determinar cual de los tratamientos permitirá alcanzar la mayor incidencia del azufre en el desarrollo de la planta para la obtención de Forraje Verde Hidropónico.
2. Determinar el efecto del azufre en la calidad de FVH de cebada.
3. Evaluar la producción lechera con el suministro de FVH.

II. REVISION DE LITERATURA

A. CULTIVO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

1. Generalidades

Pinchuk, Garncarz, 1997. Para asegurar un buen crecimiento todas las plantas requieren agua, luz, aire. Sales minerales y sustentación para las raíces. Para desarrollarse necesitan absorber una parte de los elementos nutritivos de los gases atmosféricos (dióxido de carbono) y otra de las sales inorgánicas disueltas en el agua. Estas sustancias químicas son transformadas con ayuda de la energía luminosa. Cuando las plantas crecen en suelo, la tierra provee la sustentación para la raíces, pero en los cultivos hidropónicos se hace imprescindible proveer otro medio de sustentación. Por otro lado, debe haber suficiente humedad y nutrientes para evitar que la planta se seque y muera.

El término HIDROPONÍA deriva de las palabras griegas Hydor (agua) y Ponos (trabajo) "agua trabajando", haciendo referencia al empleo de soluciones de agua y sales minerales para el cultivo de plantas sin tierra ni otra materia orgánica. La notable versatilidad de los cultivos hidropónicos, combinada con los excelentes resultados que se obtienen en cualquier latitud y en todo tipo de espacio, ha hecho de este sistema el ideal para un amplio espectro de situaciones. Con un mínimo suministro de agua y fertilizantes, las unidades de cultivo hidropónico, tanto grandes como pequeñas, pueden ser utilizadas por las personas que viven en zonas desérticas o en otras regiones áridas

cultivando plantas sanas a pesar de las adversas condiciones que provocan la infertilidad del suelo.

2. Instalaciones

Según el Manual Técnico del Forraje Verde Hidropónico de la FAO (2000), La localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de producción de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta.

Además que existan períodos de déficit nutricional a consecuencia de la ocurrencia de condiciones agrometeorológicas desfavorables para la producción normal de forraje (sequías recurrentes, inundaciones) o simplemente suelos malos o empobrecidos. Para iniciar la construcción se debe nivelar bien el suelo; buscar un sitio que esté protegido de los vientos fuertes; que cuente con disponibilidad de agua de riego de calidad aceptable para abastecer las necesidades del cultivo; y con fácil acceso a energía eléctrica. Existe un amplio rango de posibilidades para las instalaciones que va desde aquellas más simples construidas artesanalmente con palos y plástico, hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se utiliza mano de obra para la posterior producción de FVH. En los últimos años se han desarrollado métodos operativos con modernos instrumentos de medición y

de control (relojes, medidores del pH, de conductividad eléctrica y controladores de la tensión de CO₂).

Marulanda e Izquierdo (1993), Las instalaciones pueden ser clasificadas según sea su grado de complejidad en:

a. Populares

Consisten en una estructura artesanal compuesta de palos o cañas (bambú o tacuara), revestida de plástico transparente común. El piso es de tierra y las estanterías para la siembra y producción del FVH son construidas con palos, cañas y restos de madera de envases o desechos de aserraderos. La producción obtenida en este tipo de instalaciones es utilizada en la mayoría de los casos para alimentar los animales existentes dentro del mismo predio. La altura de las estanterías, debido a la calidad de los materiales de construcción, no sobrepasa los 3 pisos. En casos muy particulares se alcanzan cuatro niveles de bandejas.

El material con que están fabricadas las bandejas puede ser de cualquier tipo y origen. Lo más común es que sean recipientes de plástico de descarte, a los cuales se les corta al medio, se les perforan pequeños drenajes de agua sobre uno de los lados y se usan tal como quedan. También se utilizan estantes de muebles en desuso a los que se le forran con nylon. En este tipo de instalaciones podemos encontrar todo tipo de formas y tamaños de bandejas y tal como promueve la FAO en su manual de la Huerta Hidropónica Popular

(Marulanda C. y J. Izquierdo, 1993), el FVH permite también practicar una agricultura popular del descarte.

b. Estructuras o recintos en desuso

Hemos denominado así a este segundo tipo de instalaciones de producción de FVH. Comprende instalaciones industriales en desuso, antiguos criaderos de pollos, galpones vacíos, viejas fábricas, casas abandonadas, etc.

Estas instalaciones se están volviendo cada vez más comunes en los países de América Latina. El ahorro que se obtiene con este tipo de instalaciones surge de la disponibilidad de paredes y techos lo que permite invertir en los otros insumos necesarios para la producción de FVH.

Los rendimientos en este tipo de instalaciones suelen ser superiores a las instalaciones populares por el mejor control ambiental logrado y el mayor número (hasta 7) de pisos de producción. El material utilizado en la construcción de las bandejas puede ser de distintos orígenes tales como fibra de vidrio, madera pintada, madera forrada con plástico y bandejas de plástico. Lo anterior sumado a un tamaño uniforme de las bandejas y a equipos de riego compuestos por microaspersores o nebulizadores supone una producción mucho más regular y planificada conociéndose casi exactamente cuantos kilos de FVH estarán disponibles para alimentar a los animales en un periodo determinado. Si bien el destino de la producción obtenida es, en la mayoría de los casos, para uso interno al predio, existen interesantes datos de ventas de FVH al exterior del establecimiento.

c. Modernas o de Alta Tecnología

Las instalaciones de este tipo pueden ser de construcción de albañilería hecha en el lugar, prefabricadas o importadas directamente como unidades de producción o "fábricas de forraje".

Existen construcciones de albañilería para la producción de FVH que alcanzan un costo de 221 US\$ por metro cuadrado. A modo de ejemplo describiremos un caso de una instalación con un área total de 1.000 metros cuadrados, ocupando la sección de cultivo un área de 30 por 25 metros (750 m²) y una altura de 3,5 metros.

El resto de la estructura (250 m²) es ocupada por los espacios para el lavado, remojo, escurrimiento y germinación de las semillas incluyendo espacio para la oficina y depósitos.

En estos modelos, la sala de germinación ocupa un área de 50 metros cuadrados, presenta la misma disposición que la sala de producción, cuenta con un sistema de riego por microaspersión, no tiene iluminación ni tampoco requiere de mucha ventilación. Los estantes de esta sala comprenden 10 pisos siendo la capacidad de producción de 10.000 kilos de FVH por día. La fase de producción se realiza sobre bandejas que son colocadas en estantes metálicos dobles de 7 pisos. Las bandejas son de fibra de vidrio que se ubican en 7 líneas de estantes siendo cada una de ellas de 26 metros de largo por 1,8 de ancho. Entre las líneas de estantes se coloca un piso de cemento con

canaletas a ambos lados, mientras que el piso bajo las estanterías esta recubierto con material inerte que facilite el drenaje y previamente desinfectado (balastro, pedregullo, etc.). La instalación cuenta con riego automatizado, estantería por estantería y controlado todo por relojes de tiempo con sus respectivas válvulas solenoides y de flotación. Presenta también ventiladores, extractores de aire, un ozonizador que incorpora ozono al agua de riego para eliminar contaminaciones de bacterias, e iluminación de apoyo basada en 20 tubos fluorescentes.

Marulanda C. y J. Izquierdo, 1993. Los resultados en una unidad como la descrita arriba, señalan que se pueden producir 10.000 kilos de FVH por día (10 kilos de FVH/m²/día) en 7 pisos de producción para alimentar con forraje verde a caballos (de carrera, paseo y de tiro), vacunos, porcinos, ovinos, camélidos y animales exóticos.

El destino de la producción del FVH no tiene limitaciones en cuanto a las especies animales y la bondad del producto (FVH) es tal que permite su adaptabilidad a cualquier animal. Otros ejemplos de instalaciones para FVH mencionadas en la literatura técnica ofrecen diferentes modelos de estructuras. Entre ellas, un modelo "Hydro Harvest" de California, EEUU, basado en túneles de producción automáticos en donde las bandejas se desplazan sobre rieles hasta el final del túnel donde el FVH es cosechado y entregado a la alimentación de los animales. Equipos similares son también fabricados y comercializados en España (Sintierra).

3. Unidades de cultivo

a. Recipientes

Izquierdo. J (1986), Puede utilizarse todo tipo de recipientes de cualquier tamaño y por lo menos 20cm de profundidad para que las raíces tengan suficiente lugar para desarrollarse. Generalmente los recipientes más adecuados son los de material plástico, ladrillo o cemento. Si son de metal deben pintarse con barniz o pintura, y los de madera deben forrarse con tela impermeable o plástica. Las medidas dependerán de las necesidades particulares de cada uno, pero el largo máximo debe ser de 6 metros y el ancho máximo de 90 cm.

Es importante que los recipientes tengan perforaciones en su base para el drenaje y aireación. Los cultivos hidropónicos necesitan que los orificios estén abiertos en el momento de drenaje pero que puedan ser obturados por medio de tapones. Para asegurar un buen drenaje es necesario que los recipientes tengan una pendiente entre el 3% y el 5% que dependerá del sustrato utilizado. Si el recipiente no es opaco podrá originar el desarrollo de algas que competirán por los nutrientes, el oxígeno y alteran el pH de la solución.

b. El Sustrato

Izquierdo. J (1986), Se denomina sustrato a un medio sólido inerte que cumple 2 funciones esenciales: Anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles respirar y por otro lado, contener el agua y los nutrientes que las

plantas necesitan. Los gránulos componentes del sustrato deben permitir la circulación del aire y de la solución nutritiva. Se consideran buenos aquellos que permiten la presencia entre 15% y 35% de aire y entre 20% y 60% de agua en relación con el volumen total. Muchas veces es útil mezclar sustratos buscando que unos aporten lo que los falta a otros, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Retención de humedad
- Permitir buena aireación
- Estable físicamente
- Químicamente inerte
- Biológicamente inerte.
- Tener buen drenaje
- Tener capilaridad
- Ser liviano.
- Ser de bajo costo
- Estar disponible.

Los sustratos más utilizados son los siguientes: cascarilla de arroz, arena, grava, residuos de hornos y calderas, piedra pómez, aserrines y virutas, ladrillos y tejas molidas (libres de elementos calcáreos o cemento), espuma de poliestireno (utilizada casi únicamente para aligerar el peso de otros sustratos.), turba rubia, vermiculita.

c. Agua

Izquierdo. J (1986), Agua que se encuentra en la mayor parte de las fuentes normales de suministro es apta para los cultivos. El primer requisito es que el agua sea apta para el consumo humano o de animales, y por lo tanto también será apta para las plantas.

Las aguas con gran contenido de sal pueden ser utilizadas pero teniendo en cuenta que las plantas a desarrollarse en ellas sean tolerantes a la sal, por ejemplo el tomate, el pepino, la lechuga o los claveles. Las aguas "duras" que contienen concentraciones de calcio pueden ocasionar un problema ya que el calcio se deposita y puede taponar orificios en las" instalaciones de riego.

Otro factor muy importante a tener en cuenta es la calidad microbiológica del agua. Si se sospecha que el agua está contaminada, la cloración, en sus diferentes modalidades, constituye el proceso de desinfección más utilizado y el más barato (hipoclorito de Sodio o de calcio, 2 a 5 partes por millón de Cloro).

d. La Nutrición

Izquierdo. J (1986), La adición de los elementos nutritivos es un procedimiento de control y balance. Los elementos considerados esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas son: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Azufre, Magnesio (macronutrientes) y

Hierro, Manganeso, Boro, Zinc, Cobre, Molibdeno, Cobalto y Cloro (micronutrientes).

Cada elemento es vital en la nutrición de la planta, la falta de uno solo limitará su desarrollo, porque la acción de cada uno es específica y ningún elemento puede ser reemplazado por otro. Todos estos elementos le sirven para la construcción de la masa de tejido vegetal. Es necesario aclarar que no existe una única fórmula para nutrir los cultivos.

e. La Siembra

Izquierdo. J (1986), Una buena siembra ayudará considerablemente a las plantas a desarrollarse bien tanto al comienzo como durante la floración y fructificación. Para esto debemos asegurarnos de que las semillas sean frescas y con un alto poder germinativo. Un semillero se compone de una serie de elementos destinados a brindarle a la semilla todas las condiciones necesarias para su germinación. Entre los métodos más adecuados para realizar semilleros con destino a cultivos hidropónicos, están el de los cubos de espuma plástica, los almácigos o la siembra directa en el recipiente hidropónico. Toda semilla contiene, en potencia, una planta viva completa en forma latente que está esperando los estímulos necesarios para iniciar una vida activa.

Para que la semilla germine debe absorber suficiente cantidad de agua para que la corteza exterior se abra y el pequeño embrión que está dentro empiece

a desarrollarse. La luz puede estimular o inhibir la germinación de acuerdo a la variedad de planta. Las semillas respiran durante la germinación, por lo tanto si no existe aire en abundancia se asfixian, por eso hay que tener cuidado con la cantidad de agua que se suministra y con el tipo de medio en el cual se siembra. La nueva raíz se abre camino hacia abajo para afirmarse en su base de sustentación, y el pequeño tallo crece hacia arriba buscando la luz.

f. La Luz

Izquierdo. J (1986), La luz es un elemento vital para el crecimiento de las plantas, pero no todas necesitan la misma cantidad de luz. Es conveniente que los cultivos reciban la mayor cantidad posible, especialmente en invierno, por lo que es aconsejable colocarlos cerca de ventanas y en habitaciones pintadas de colores claros. En lugares de poca luz se puede instalar un tubo fluorescente que no emite tanto calor como las lámparas de filamento. Si se elige un lugar abierto debe procurarse que no dé el sol a pleno durante todas las horas del día.

No debemos olvidarnos que existen especies que desarrollan mejor a la sombra.

g. El Aire

Izquierdo. J (1986), La ventilación de los cultivos hidropónicos es muy importante, especialmente los instalados en lugares cerrados, donde debe

haber una buena circulación de aire fresco. Sin embargo las corrientes de aire, el humo, los gases y el polvo son muy perjudiciales. Si el ambiente es muy seco debe humedecerse colocando recipientes con agua o rociando las hojas. El exceso de humedad provocará el desarrollo de enfermedades.

En lugares abiertos debe protegerse a los cultivos de vientos fuertes pues afecta la polinización de las flores secándolas e impide el vuelo de los insectos. Sin embargo, los vientos moderados suelen favorecer la circulación de la savia, facilitan la fecundación transportando el polen y renuevan el aire en el medio ambiente de la planta.

h. La Temperatura

Izquierdo. J (1986), Entre los varios factores que afectan a las plantas, la temperatura es de los más importantes. Para la mayoría de las plantas hortícolas la temperatura óptima para el crecimiento está entre los 15 y 35 grados.

El grado de adaptación de una planta a temperaturas cambiantes varía según la especie. Las plantas que se establecen en un clima diferente al que las caracteriza, pueden presentar ciertos cambios de comportamiento. La modificación diaria de la temperatura es cosa corriente y no tiene efectos adversos sobre las plantas, mientras que los vientos fuertes y los cambios estacionales ejercen influencias decisivas. El congelamiento es uno de los

fenómenos más destructivos de las plantas, como también lo es el sol pleno durante el verano en lugares de clima muy cálido.

i. **El Riego**

Izquierdo. J (1986), En los cultivos hidropónicos es imprescindible el uso de un sistema de riego para suplir las necesidades de agua de las plantas y suministrarle los nutrientes necesarios. Los sistemas de riego que pueden utilizarse van desde uno manual con regadera hasta el más sofisticado con controladores automáticos de dosificación de nutrientes, pH y programador automático de riego. Un sistema de riego consta de un tanque para el agua y nutrientes, tuberías que conducen el agua y goteros o aspersores (emisores). El tanque debe ser inerte con respecto a la solución nutritiva y de fácil mantenimiento, limpieza y desinfección. El criterio para seleccionar el tamaño puede variar por el cultivo, localidad, método de control de la solución nutritiva, etc. Cuanto más pequeño sea, más frecuente será la necesidad de controlar su volumen y composición. La ubicación del tanque dependerá de la situación del cultivo. En caso de regar por gravedad, deberá tener suficiente altura para lograr buena presión en los goteros, si se riega utilizando una bomba, el tanque puede estar enterrado en el piso. Las tuberías de PVC y mangueras de polietileno son las más baratas.

El diámetro dependerá del caudal y longitud del tramo. Uno de los sistemas más ventajosos es el riego por goteo mediante el cual el agua es conducida

hasta el pie de la planta por medio de mangueras y vertida con goteros que la dejan salir con un determinado caudal. Mediante este sistema se aumenta la producción de los cultivos, menos daños por salinidad, acortamiento del periodo de crecimiento (cosechas más tempranas), mejores condiciones fitosanitarias. En el riego por aspersión el agua es llevada a presión por medio de tuberías y emitida mediante aspersores que simulan la lluvia.

j. Limpieza y Mantenimiento

Izquierdo. J (1986), La tarea principal consiste en mantener el cultivo hidropónico libre de polvo y desperdicios vegetales, pues estas condiciones antihigiénicas provocan enfermedades y la aparición de insectos.

Se debe verificar regularmente las condiciones del agregado, controlar la humedad y observar el vigor con que crecen las plantas. El agregado deberá tener el grado de humedad exacto pues si es excesiva no permitirá la aireación de las raíces y la planta morirá. No se debe olvidar el control de la luz y la temperatura. Cuando los cultivos se hacen al aire libre deberán cubrirse en épocas de mucho calor y protegerlos de las lluvias excesivas para evitar que el agregado se anegue. Las lluvias moderadas no son problemáticas pues riegan los canteros pero deberá observarse que la solución nutritiva no se diluya demasiado. Es muy útil registrar las fechas de siembra y cosecha. Al acercarse el periodo de cosecha se debe inspeccionar con frecuencia las condiciones en que se encuentran las plantas para decidir el momento en que

se recogerán. El trasplante y la poda se harán en la forma acostumbrada, aunque el tutorado es conveniente hacerlo con hilo y atar las plantas a un alambrado que se colocará por encima de los recipientes de cultivo.

Después de la cosecha, si las plantas no prestan ninguna utilidad, se retirarán de los recipientes para desecharlas. Luego se lavará el agregado con abundante agua clara para que pueda ser utilizado nuevamente.

4. Ventajas y Desventajas del FVH

Ventajas:

a. Ahorro de agua.

Carámbula, M. y Terra, J 2000. En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por Kg. de materia seca (Cuadro 1).

(Sánchez, 1997; Lomelí Zúñiga, 2000; Rodríguez, S. 2000). Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

**CUADRO N°1. GASTO DE AGUA PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE
EN CONDICIONES DE CAMPO**

Especie	Litros de agua/Kg. materia seca (promedio de 5 años)
Avena	635
Cebada	521
Trigo	505
Maíz	372
Sorgo	271

Fuente; Carámbula, M. y Terra, J 2000

Esta alta eficiencia del FVH en el ahorro de agua explica por qué los principales desarrollos de la hidroponía se hallan observado y se observen generalmente en países con ecozonas desérticas. A la vez que vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías.

b. Eficiencia en el uso del espacio.

Carámbula, M. y Terra, J 2000 El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

c. Eficiencia en el tiempo de producción.

La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12

días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días.

Bonner y Galston, 1961; Koper, 1962; Simón y Meany, 1965; Fordham et al, 1975, A pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH. Citados todos ellos por (Hidalgo, 1985.)

d. Calidad del forraje para los animales.

Less, 1983, citado por Pérez, 1987. El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm. de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales. Su alto valor nutritivo (Cuadros 2 y 3) lo obtiene debido a la germinación de los granos (Araño, 1976 citado por Resh, 1982; Chen, 1975; Chen, Wells y Fordham, 1975 citados por Bravo, 1988).

Pérez, 1987. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/Kg.) que el FVH (3.200 kcal/Kg.). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada (Cuadro 3) el FVH se aproxima a los valores encontrados para el Concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

Desventajas:**a. Desinformación y sobre valoración de la tecnología.**

Marulanda e Izquierdo, 1993. Proyectos de FVH preconcebidos como "llave en mano" son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO₂. Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Se debe tener presente que, por ejemplo, para la producción de forraje verde hidropónico sólo precisamos un fertilizante foliar quelatizado el cual contenga, aparte de los macro y micro nutrientes esenciales, un aporte básico de 200 partes por millón de nitrógeno. (Marulanda e Izquierdo, 1993). Así mismo el FVH es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e Información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.

b. Costo de instalación elevado.

Morales (1987), cita que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación.

CUADRO N° 2. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL VALOR NUTRICIONAL DEL GRANO DE AVENA Y EL FVH OBTENIDO DE LAS SEMILLAS DE AVENA A LOS 10 CM. DE ALTURA Y 13 DÍAS DE CRECIMIENTO.

Nutriente o Factor	Grano	FVH
Materia seca (%)	91,0	32,0
Cenizas (%)	2,3	2,0
Proteína Bruta (%)	8,7	9,0
Proteína Verdadera (%)	6,5	5,8
Pared Celular (%)	35,7	56,1
Contenido Celular (%)	64,3	43,9
Lignina (%)	3,6	7,0
Fibra Detergente Ácido (%)	17,9	27,9
Hemicelulosa (%)	17,8	28,2

Fuente: Extractado de Dosal, Juan José, 1987 pág. 63.

CUADRO 3. COMPARACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS EL FVH (CEBADA) Y OTRAS FUENTES ALIMENTICIAS.

Parámetro	FVH	Concentrado	Heno	Paja
Energía(Kcal./Kg. MS)	3.216	3.000	1,680	1,392
Proteína Cruda (%)	25	30,0	9,2	3,7
Digestibilidad (%)	81,6	80	47,0	39,0
Kcal Digestible/Kg.	488	2,160	400	466
Kg.ProteínaDigestible/Tm	46,5	216	35.75	

Fuente: Sepúlveda, Raymundo. 1994

Sin embargo, se ha demostrado (Sánchez, 1996, 1997) que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileños han optado por la producción de FVH directamente colocado a piso sobre plástico negro y bajo microtúneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible.

B. ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS CON F.V.H

El FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm. de altura y de plena aptitud comestible para nuestros animales.

Less, (1983) y Pérez, (1987) sostienen que su alto valor nutritivo lo obtienen debido a la germinación de los granos.

Chen, (1975), Arano (1976) y Resh, (1982) manifiestan que en general el grano contiene una energía digestible algo superior a 3300 Kcal. Sin embargo los valores reportados de energía digestible del FVH de la cebada se aproximan a los valores encontrados para el concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

Sánchez, (1997) recomienda utilizar el FVH recién cosechado, sin embargo no existen problemas sanitarios de conservación por unos cuantos días salvo que hay un descenso de la calidad nutricional.

C. RESULTADOS OBTENIDOS EN VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON FVH DE CEBADA.

Lomeli Zúñiga, Agrocultura México (2000) las condiciones del ensayo realizado fueron medir la producción láctea y cantidad de grasa en la leche de vacas alimentadas con FVH; para lo cual la primera semana se determinó la producción láctea antes del suministro de FVH.

CUADRO Nº 4 DOSIS RECOMENDADAS DE FVH PARA BOVINOS

Categoría	Dosis de FVH Kg/100 Kg. P.V	Observaciones
Vacas lecheras	1 - 2	Suplir con fibras
Vacas secas	0.5	Suplir con fibras
Vacunos de carne	0.5 - 2	Suplir con fibras

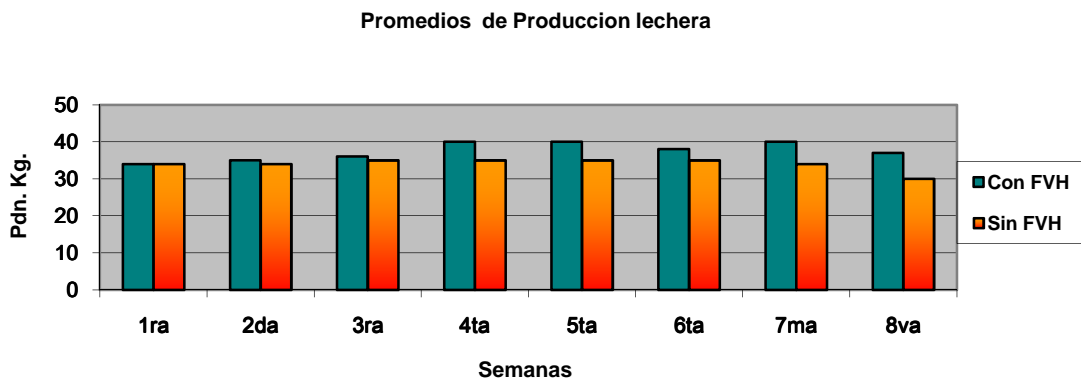
Fuente: Less, 1983; Pérez, 1987; Bravo, 1988; Sánchez, 1997.

La segunda y tercera semana se determinó la producción de leche en kilos con cantidades crecientes diarias de FVH y de la cuarta a la octava semana de producción alimentadas con FVH de cebada se observó un incremento representativo de la producción de leche así como de la cantidad de grasa en la leche. Ratificando estos resultados (Agrocultura México, 2000) han obtenido resultados de producción lechera que demuestran diferencias notables a favor del uso de FVH en ganado lechero.

En resumen sus ensayos demuestran:

- a) La producción de leche se incremento en un 18% y,
- b) La producción de grasa fue de 15.2% mayor que sin el uso de FVH.

Grafico N ° 01 PROMEDIOS DE PRODUCCION LECHERA



Fuente: C.Arano, 1998; Manual Técnico del FVH

Para la alimentación de vacas lecheras se suelen suministrar de 9 a 15 kilogramos de FVH repartidos en dos raciones, generalmente en las horas de los ordeños, suprimiendo otros complementos como los concentrados, ya que el FVH es suficiente para complementar en forma adecuada la dieta de una vaca lechera al aportar hasta 1800 gr. de proteína por día.

D. Efectos del FVH en la alimentación de vacas lecheras.

FAO, Manual Técnico FVH (2002) considera que el suministro de forraje verde

hidropónico en la alimentación de vacas en producción produce los siguientes efectos:

- Aumenta la producción de leche de 10 a 23.7%
- Aumenta la grasa de la leche de 13.4 a 15.2 %
- Aumenta la fertilidad por su alto contenido en vitamina E. Y mejora la salud del animal.
- Provoca una disminución de la incidencia de mastitis; a la vez que aumenta la producción de carne.
- Aumenta la carga animal por hectárea (considerando un consumo de forraje por vaca de 36kg / día).

E. EL AZUFRE.

Al igual que en el caso del fósforo, se encuentran altas concentraciones de azufre en las partes altas de las plantas que son a la vez ricas en proteínas.

Helmut (1978), manifiesta, que el azufre es absorbido por las plantas en forma de ion de sulfato a través de las raíces. También puede ser asimilable una pequeña parte a través de las hojas, especialmente en sitios de gran contaminación atmosférica, que los aminoácidos son una de las combinaciones de azufre que se encuentran en los organismos de las plantas, al igual que las enzimas. Ambas sustancias intervienen en las formaciones de las proteínas, grasas y aceites. Las combinaciones inorgánicas del azufre que

se encuentran en las plantas, son generalmente reservas que mantienen en funcionamiento el intercambio en los procesos que requieren azufre. La carencia de azufre se nota por clorosis de las hojas más jóvenes.

Por lo general no es necesario un abonado especial de azufre, ya que el mismo forma parte de muchos otros fertilizantes químicos, pero en caso de emergencia y tratándose de cultivos de gran valor, se efectúa una aplicación foliar. Los principales elementos constructivos de las plantas son el nitrógeno, fósforo y azufre, mientras que los más importantes elementos funcionales son: el potasio, el calcio, el magnesio y unos cuantos microelementos, los cuales intervienen en los procesos de metabolismo vegetal.

Cooke (1992). Manifiesta, el primer ejemplo registrado en Inglaterra del aumento de rendimiento de un cultivo producido por la aplicación de un fertilizante de azufre, se logró en un experimento con rábanos efectuado en Wareham, Dorset. Los rábanos cultivados en suelos de arenas muy gruesas rindieron más cuando se les proporcionó azufre elemental. Las deficiencias de azufre (S) en los cultivos son poco probables donde la lluvia aporta más de 12 Kg. de S/ha al año. Esta exposición sólo tiene el objeto de dar a conocer en forma breve la experiencia tenida en otros países.

La UCE IP (1992), Dice que el azufre es esencial para formar proteínas porque los aminoácidos, cisteína y metionina contienen azufre en las plantas. Los aminoácidos que contiene azufre están en concentraciones altas en las fibras de los animales. Una adecuada nutrición de azufre de los pastos (~ 0.3% S) es

esencial para la producción. La química del S en los suelos es una mezcla de los ciclos P y N. La reactividad del anión sulfato en los sitios de intercambio de la superficie del suelo es intermedia entre la adsorción fuerte del fosfato y la atracción débil casi inexistente del nitrato. Como en el caso del nitrógeno, la principal fuente de S en el suelo es la materia orgánica e igual que este, el S sufre varias transformaciones químicas (oxidación y reducción).

a. Fuentes de azufre del suelo

La UCE IP (1992), indica que algunas rocas parentales del suelo (los minerales primarios) contienen azufre principalmente en forma de sulfuros (S^{2-} , ej. Sulfuro de hierro, FeS). Las concentraciones en ígneas básicas promedian 600g de S/g. Durante la meteorización de los sulfuros en la superficie del suelo, el azufre se oxida rápidamente a sulfato (SO_4^{2-}). El sulfato es un anión común en materiales fertilizantes (el superfosfato es una mezcla de sulfato de calcio y fosfato de calcio, sulfato de amonio, sulfato de potasio y muchas trazas de elementos que suministran azufre).

b. Respuestas al azufre

Cooke (1992), nos indica que en algunas partes de Escandinavia (donde los cultivos reciben sólo unos 3 Kg. de S/ha al año), los cultivos han respondido al azufre. En los Estados Unidos, la deficiencia de S es común en la costa del Pacífico, en el noroeste y en el sureste.

La UCE IP (1992), menciona que en el noreste de ese país, en donde se queman grandes cantidades de combustibles que contiene azufre, las tierras reciben una cantidad mayor de ese elemento en estiércoles, la lluvia y los fertilizantes de la que se pierde y las cosechas no responden al azufre. En Canadá existen partes en Alberta. Columbia Británica y Saskatchewan que son deficientes en azufre. Se han reportado respuestas en las Indias Occidentales. América Central y del Sur.

La deficiencia está extendida en Australia y a veces se le asocia con una escasez de fósforo en el suelo. En Nueva Zelanda existen muchas áreas con deficiencia de azufre y los cultivos de la familia de la col y las leguminosas responden a sus aplicaciones. Tanto en Australia como en Nueva Zelanda el superfosfato ordinario es el fertilizante más importante y sin duda, algunos de sus beneficios se deben al sulfato de calcio que condene. Algunas partes de África son deficientes en azufre. En Senegal, las siembras de maní respondieron al azufre y asimismo se han registrado respuestas

c. Fertilización con Azufre

Cooke (1992), indica que en la mayoría de los países industrializados, el aire aporta la mayor parte del azufre que requieren los cultivos (que procede originalmente del azufre contenido en la hulla y el petróleo). Parte de éste es llevado al terreno por las lluvias, parte absorbido directamente del airé, tanto por las plantas como por el suelo. En la actualidad, se están haciendo

determinaciones de las cantidades de azufre contenidas en el aire y en la lluvia en muchas partes del mundo. Por ejemplo, los datos de Inglaterra indican que gran parte del país recibe, en promedio, entre 16 y 24 kg S/ha, pero en las áreas industriales y las tierras cercanas a las ciudades grandes reciben cantidades mucho mayores.

Investigaciones recientes de Rothamsted demostraron que anualmente se depositaron o absorbieron directamente del aire en el suelo unos 28 kg de S/ha, habiendo aportado la lluvia 21 kg de S/ha. Las cosechas mayores que ahora es común cultivar necesitan más azufre y ello hace más probable que la provisión natural de éste no sea suficiente.

www.Azufre. El azufre. Este macromineral es un importante componente de tres aminoácidos que se ocupan de formar proteínas así como de la tiamina reconocida como Vitamina B1. Dado que el azufre se encuentra presente en la queratina, que es una sustancia proteica de la piel, uñas y pelo, participa en la síntesis del colágeno (elemento que mantiene unidas a las células). También interviene en el metabolismo de los lípidos y de los hidratos de carbono. La dosis diaria recomendada no está estipulada, por tanto una dieta regulada es el único seguro de su correcta dosis. Si bien la incorporación excesiva del azufre contenido en los alimentos no es considerada tóxica, si es peligrosa la ingestión de azufre inorgánico a través de productos no recomendados por profesionales de la medicina. Su exceso es eliminado por el organismo a

través de la orina. La carencia de azufre en el organismo se ve reflejada en un retardo en el crecimiento debido a su relación con la síntesis de las proteínas.

Azufre/Azufre.htm. Matos, G El azufre en el interior de las células tiene características de poca movilidad. Cumple fisiológicamente algunas funciones importantes, además de constituir distintas sustancias vitales, están son:

- Forma parte constituyente de las proteínas (cistina, cisteína, metionina).
- Forma parte de las vitaminas (biotina).
- Es constituyente de las distintas enzimas con el sulfidrilo (SH^-) como grupo activo, que actúan en el ciclo de los hidratos de carbono y en los lípidos (en la oxidación de los ácidos grasos, como la coenzima A, CoA).
- Interviene en los mecanismos de óxido-reducción de las células (con el glutathion).
- Interviene en la estructura terciaria de las proteínas; las proteínas se ordenan en grandes cadenas moleculares, el azufre ayuda a la constitución de estas macromoléculas además de formar parte de los aminoácidos (compuestos moleculares imprescindibles para la formación de los péptidos, que se unen a su vez para la formación de las proteínas).

El azufre actúa sobre el contenido de azúcar de los frutos, a pesar de que el contenido de almidón también puede estimarse; sin embargo no puede hablarse de una elevación del contenido del almidón por la fertilización el azufre. El azufre es un componente insustituible de algunas grasas (mostaza y ajo), y también forma parte de las vitaminas (tiamina y biotina). Este elemento contribuye en la formación de la clorofila, a un desarrollo más acelerado del sistema radicular y de las bacterias nodulares, que asimilan el nitrógeno atmosférico, que viven en simbiosis con las leguminosas. Parte del azufre se encuentran en las plantas en forma oxidada de compuestos inorgánicos. Las gramíneas y la Papa requieren entre 10-15 Kg/Ha. Las coles 40-70 Kg/Ha.

d. Deficiencias del Azufre

Azufre/Azufre.htm. Colinvau P. Deficiencias del Azufre en el Suelo: La deficiencia de azufre se observa en suelos pobres en materia orgánica, suelos arenosos franco arenosos. Una deficiencia de azufre en el suelo puede traer una disminución de la fijación de nitrógeno atmosférico que realizan las bacterias, trayendo consecuentemente una disminución de los nitratos en el contenido de aquél.

e. Deficiencias del Azufre en la Planta

Cuando el azufre se encuentra en escasa concentración para las plantas se altera los procesos metabólicos y la síntesis de proteínas. La insuficiencia del

azufre influye en el desarrollo de las plantas. Los síntomas de deficiencia de azufre son debidos a los trastornos fisiológicos, manifestándose en los siguientes puntos:

- Crecimiento lento.
- Debilidad estructural de la planta, tallos cortos y pobres.
- Clorosis en hojas jóvenes, un amarillamiento principalmente en los "nervios" foliares e inclusive aparición de manchas oscuras (por ejemplo, en la papa).
- Desarrollo prematuro de las yemas laterales.
- Formación de los frutos incompleta.

f. **Importancia del azufre en los animales**

K+S KALI GmbH - Azufre.htm.

- Los mamíferos, a excepción de los rumiantes, toman azufre exclusivamente en forma orgánica, como proteínas, aminoácidos o en aceites y grasas, vía oral.
- El azufre se deposita principalmente en tejidos tales como músculos (cerca del 3% del peso seco) o en la lana (13% consiste de cistina).

- Los rumiantes utilizan azufre inorgánico para producir aminoácidos que contienen S, lo que es posible por la específica microfloración en el intestino.
- Un bajo suministro de S en la dieta puede causar deficiencias llevando a desórdenes en el metabolismo de los animales e impedimento en el crecimiento.
- Se puede prevenir la deficiencia aumentando la proporción de legumbres en el forraje o suplementándolo con comidas ricas en proteínas.

Azufre/x7660s07.htm. El azufre -(S)- es necesario para las plantas en casi la misma cantidad que el fósforo, y las leguminosas, por lo general, tienen una respuesta positiva. Sin embargo, es menos usado, en forma creciente, como fertilizante. Su disponibilidad en el suelo es muy variable.

Algunos de los fertilizantes más conocidos contienen grandes cantidades de azufre; el superfosfato simple contiene más azufre que fósforo, el sulfato de amonio proporciona abundante azufre y las escorias básicas que fueron un fertilizante importante de las pasturas en los países industriales, contenían grandes cantidades del mismo. Muchos fertilizantes concentrados comunes hoy día contienen poco azufre en parte para reducir los costos de transporte- y el proceso de producción de acero que producía las escorias ricas en azufre ha sido casi abandonado, por lo que puede ocurrir que su abastecimiento pueda limitar la producción.

Los elementos traza o micronutrientes son elementos limitantes en algunos lugares y la aplicación de pequeñas cantidades puede tener efectos espectaculares. Las deficiencias de micronutrientes deben ser consideradas de acuerdo con cada caso particular.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se localizará en la Estación Experimental Tunshi granja de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en Tunshi San Nicolás, cantón Chambo, Provincia de Chimborazo. Localización: a 20° 13' de latitud Sur y 78° 53' de longitud Oeste, a 2780 m.s.n.m. La investigación tuvo una duración de 120 días.

1. Ubicación geográfica

Los datos geográficos de la zona donde se efectuó el experimento, se resume en el cuadro 5.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales constan de 16 bandejas por vaca durante 15 días dando un total de 240 bandejas para la producción de FVH, y 12 vacas Holstein

CUADRO 5. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

CONDICIONES METEOROLOGICAS DE LA ESTACIÓN TUNSHI		
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
TEMPERATURA	° Celsius	8 – 16
HUMEDAD	Porcentaje	70
PRESIPITACIÓN	Mm	513.5
FOTOPERIODO	horas/luz	12

Fuente: Estación meteorológica F.R.N. (ESPOCH) 2004

mestizas con un promedio de 350 Kg. de peso y 3 vacas de la misma raza alimentadas con Banano Verde todos los animales están en el primer tercio de lactación para la producción de leche en las que se distribuirán cuatro tratamientos y 15 repeticiones.

C. MATERIALES E INSUMOS, EQUIPOS Y MAQUINARIA

1. De campo

a. Instalaciones

- Invernadero de 144 m²
- Infraestructura de toma de agua
- 3 Estanterías de 3 x 2.10 x 0.90 m, con 6 niveles cada una
- Cisterna
- Sala de Ordeño

b. Equipos de campo

- Una bomba de 0.5 HP.
- Un temporizador
- Equipo de riego con nebulizadores
- Termómetro
- Balanza de 30 Kg de capacidad
- Balanza de 1 Kg de capacidad
- Cámara germinadora
- Un Vénturi inyector de ½”

c. Equipos de Oficina

- Computadora
- Calculadora
- Impresora
- Cámara Fotográfica automática

d. Materiales

- 180 Bandejas de cultivo de 0.43 x 0.43 x 0.035 m
- 6 lonas plásticas
- 2 Tanques plásticos de 100 lt
- 5 Baldes plásticos de 12 lt

- 5 jarros plásticos de 1 lt
- Flexómetro
- Plástico negro 60 m
- Plástico blanco 100 m
- 60 tiras de madera de 2.40 x 0.05 m
- Una mesa de madera
- Alambre de amarre 1 lb
- Dos jeringuillas de 12 cc
- Un Tamizador
- Comederos
- 9 fundas plásticas
- Una regla milimetrada
- Esferos y hojas de papel
- Texto básico
- Estilete
- Reloj
- Cajas Petry

2. De Laboratorio

- Estufa
- Mufla
- Macro Kendall

3. **Reactivos**

- Solución de Hipoclorito de Sodio 4 lt
- Solución nutritiva de FVH.
- Agua

4. **Animales**

15 Vacas en Producción raza Holstein, que se encuentran en el 1/3 de producción, de la Hacienda Tunshi de la FCP-ESPOCH, con un peso vivo promedio de 350 Kg.

D. **TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

1. **PRIMERA ETAPA**

(Fase de Producción)

En la etapa de producción de Forraje Verde Hidropónico se evaluó el efecto de tres niveles de azufre (20, 30, 40 ppm) y un testigo, se formaron 15 bloque entre los cuales los tratamientos se distribuyeron al azar; es así que se tiene cuatro tratamientos experimentales con 15 repeticiones cada uno, dándonos un total de 60 unidades experimentales, los mismos que se distribuyeron bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A).

Pegado al siguiente modelo matemático.

$$X_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde

u = efecto de la media poblacional

T_i = efecto de los tratamientos

B_j = efecto de las repeticiones o bloques

E_{ij} = efecto del error experimental.

2. SEGUNDA ETAPA

(Comportamiento en la Valoración Nutricional del F.V.H.)

Para determinar el valor nutritivo del forraje Verde Hidropónico que se produce durante el ensayo, a este forraje se lo sometió a un análisis proximal de nutrientes, Para lo cual se tomó una muestra representativa (1 Kg.) del forraje por cada tratamiento, esta muestra a su vez se la dividió en 5 submuestras que son las repeticiones, con los mismos tratamientos anteriores y se aplicó un diseño completamente al azar (D.C.A), y que se ajusta al siguiente modelo matemático.

$$X = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

X = Valor de parámetro en determinación

μ	=	Efecto de la media poblacional
T_i	=	Efecto de los tratamientos
E_{ij}	=	Efecto del error experimental

3. TERCERA ETAPA

(Fase de Post Producción del FVH. Respuesta en vacas Lecheras)

Para medir el efecto del Forraje Verde Hidropónico en la producción de vacas lecheras se escogieron del hato 15 vacas que estaban en el 1/3 de producción esto es dentro de los primeros 100 días de producción, este grupo se dividió en 5 bloques de 3 vacas; los tratamientos (testigo, 0 ppm S FVH, 20 ppm S FVH, 30 ppm S FVH y 40 ppm S FVH) se distribuyeron en forma aleatoria. Para la etapa de postproducción del forraje se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A), y que se ajusta al siguiente modelo matemático.

$$X_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde

μ = efecto de la media poblacional

T_i = efecto de los tratamientos

B_j = efecto de las repeticiones o bloques

E_{ij} = efecto del error experimental

CUADRO N° 6 ESQUEMA DEL EXPERIMENTO N° 1

Tratamiento	Código	Repetición	T.U.E	Total Bandejas
Testigo	Testigo	4	15	60
20 ppm S Micr	20 ppm S	4	15	60
30 ppm S Micr	30 ppm S	4	15	60
40 ppm S Micr	40 ppm S	4	15	60
			total	240

CUADRO N ° 7 ESQUEMA DEL EXPERIMENTO N° 2

Tratamiento	Código	Repetición	T.U.E (Kg)	Total (Kg)
Testigo	Testigo	4	1	4
20 ppm S Micr	20 ppm S	4	1	4
30 ppm S Micr	30 ppm S	4	1	4
40 ppm S Micr	40 ppm S	4	1	4
			total	16

CUADRO N° 8 ESQUEMA DEL EXPERIMENTO N° 3

Tratamiento	Código	Repetición	T.U.E	Total Bandejas
Banano Verde	Banano	0	0	0
FVH testigo	Testigo	4	1	4
FVH 20 ppm	20 ppm S	4	1	4
FVH 30 ppm	30 ppm S	4	1	4
FVH 40 ppm	40 ppm S	4	1	4
			total	16

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales que fueron evaluadas durante el desarrollo del presente trabajo investigativo se dan a conocer a continuación.

1. Fase de Producción del FVH

- Tiempo al inicio de la germinación.
- Porcentaje de germinación.
- Tiempo en aparecer las primeras hojas
- Longitud promedio del tallo
- Longitud promedio de la raíz
- Longitud del tallo a los 15 días
- Longitud de la raíz a los 15 días
- Producción de biomasa total
- Porcentaje de biomasa caular
- Porcentaje de biomasa radicular
- Índice de crecimiento total
- Índice de crecimiento del tallo
- Índice de crecimiento de raíz

2. Etapas de Valoración nutritiva

- Contenido de Humedad (%)

- Contenido de materia seca (%)
- Contenido de Cenizas (%)
- Contenido de Fibra (%)
- Contenido de proteína bruta (%)
- Contenido de Extracto Etéreo (%)
- Contenido de energía Neta de la Lactancia (Kcal)
- Contenido de energía de Ganancia de peso (Kcal)
- Contenido de energía Metabolizable (Kcal)

3. **Etapa de Postproducción del FVH.**

- Producción de leche/ vaca/ día

F. **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizarán las siguientes pruebas:

- Análisis de Varianza para determinar la variabilidad de los tratamientos
- Prueba de Tukey para la separación de medias

CUADRO Nº 9 ESQUEMA DEL ADEVA EXPERIMENTO Nº 1

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	59
Tratamiento	3
Bloques	14
Error	42

CUADRO Nº 10 ESQUEMA DEL ADEVA EXPERIMENTO Nº 2

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	19
Tratamiento	3
Error	16

CUADRO Nº 11 ESQUEMA DEL ADEVA EXPERIMENTO Nº 3

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	14
Tratamiento	4
Bloques	2
Error	8

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Fase de Adecuación del Experimento

a. Invernadero.

En el presente experimento se utilizó un invernadero tipo capilla con las siguientes dimensiones 18 m de largo, 7 m de ancho y una altura de 5 m, la estructura es de aluminio, paredes de ladrillo hasta la altura de 1 m, la cubierta es de translúcido, con un piso de ripio, equipado con puntos de luz y agua, la ubicación es en sentido Norte- Sur, con una excelente ventilación e iluminación.

b. Toma de agua.

Para garantizar la calidad del agua de riego, esta se filtra por un sistema de decantación, mismo que se adecuó con cubierta de zinc, cerramiento de plástico y tapas construidas de plástico con tiras de madera para cada una de las tanquillas con la finalidad de evitar impurezas presentes en el agua, que luego a través de tuberías será transportada hasta el tanque de reserva. Lo que avala que el agua utilizada es limpia y de excelente clase.

c. Reservorio.

-

Consiste en un tanque cisterna con una capacidad de 3 m³ cúbicos de agua

además consta de 2 bombas de agua, la una de medio hp de potencia para el suministro de agua a los cultivos hidropónicos, la segunda de 1 hp de potencia para la distribución de las diferentes instalaciones en todo el invernadero

d. Sistema de riego.

El sistema de riego utilizado es de microaspersión, para que el agua llegue desde la cisterna hasta los nebulizadores se utilizó una bomba de 0.5 HP de capacidad y tuberías de 16 mm de diámetro, cada fila de módulos tiene una llave independiente con la finalidad de que el riego pueda ser controlado en forma individual. La fertilización se realizó por medio de un Vénturi inyector de ½" el cual es colocado en la tubería antes de los módulos, el cual dosifica la cantidad de fertilizante requerido para cada riego. El control de riego se lo efectuó en forma automática para lo cual se utilizó un temporizador, equipo que por medio de una memoria electrónica programa el tiempo en que la bomba debe prenderse e impulsar el agua hacia los nebulizadores para efectuarse el riego.

e. Construcción de Estanterías.

Se construyeron 3 módulos cada uno de los cuales contiene 6 filas o niveles de producción una nos sirve como cámara de germinación y las otras 2 para la producción de F.V.H. cuyas medidas son: 3 m de largo por 0.88 m de ancho y 2.10 m de alto; la separación entre niveles es de 0.32 m, para su construcción

se utilizó ángulo perforado, que están unidos entre sí con pernos. La ubicación de los módulos es uno a continuación del otro separados por corredores de 1 m para facilitar el trabajo de siembra y cosecha. A lo largo de cada nivel se ubicó una manguera de conducción de agua con 3 nebulizadores a 1 m de distancia entre ellos. Por nivel se acomodan 14 bandejas con área de 0.18 m^2 para la producción del FVH; en total podemos utilizar 252 bandejas de producción en los tres módulos.

f. **Bandejas de Cultivo**

Se construyeron bandejas de acero inoxidable mismas que miden un largo de 0.43 m, 0.43 m de ancho y 0.035 m de alto, por lo tanto el área de cada bandeja es de 0.18 m^2 , para el ensayo se utilizaron 240 bandejas en total

g. **Material Extra**

Como material auxiliar se utilizó 2 tanques plásticos de 80 lt de capacidad, en los cuales se realizó el remojo de la semilla, baldes plástico de 20 lt para el transporte y desinfección de la semilla, jarros con los que se mide el agua y otros elementos, plástico negro y papel periódico para tapar las bandejas que contienen las semillas sembradas, una mesa de madera la que se utilizó para escurrir el exceso de agua de la semilla, un tamizador para separar la semilla del agua; Balanzas para pesar la semilla, la producción de forraje y reactivos; una regla para medir el alto de la planta, estilete para cortar el forraje.

2. Etapa de Producción de Forraje

De campo

a. Selección de la semilla

Las semillas que se utilizarán para nuestra investigación se encuentran libres de piedras, paja, tierra y semillas partidas las que son luego fuente de contaminación, semillas de otras plantas y fundamentalmente saber que no hayan sido tratadas con curasemillas, agentes pre emergente o algún otro pesticida tóxico.

b. Lavado de la semilla

Las semillas se lavarán y desinfectarán con una solución de hipoclorito de Na al 1 %. Este lavado tendrá por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos. El tiempo que dejamos la semilla en la solución de hipoclorito de Na no va ha ser menor que 30 segundos ni exceder de los 3 minutos.

c. Remojo y germinación de las semillas

Esta etapa consiste en colocar la semilla dentro de una bolsa de lienzo y sumergirla 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 2 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 las sumergimos nuevamente por 12 horas para finalmente realizarles el último oreado.

d. Dosis de siembra

Las dosis de semilla a sembrar por metro cuadrado esta entre 2.2 kilos a 3.4 kilos y considerando que la disposición de la semilla no debe superar los 1.5 cm. de altura en la bandeja.

e. Siembra en las bandejas e inicio de los riegos

Se distribuirá una delgada capa de semillas pre-germinadas, la cual no sobrepasará 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 se moja también.

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. Una vez detectada la brotación o germinación completa de las semillas retiramos el plástico negro y el papel.

f. **Riego de la bandeja**

Se aplicará más de 0.5 litros de agua por metro cuadrado por día hasta llegar a un promedio de 0.9 a 1.5 litros por metro cuadrado. El riego se lo realizará por medio de un sistema de riego automatizado basado en temporizador y nebulizadores colocados a 0.80 metros uno del otro a lo largo de las estanterías, con lo que se garantizará un riego uniforme ya que con el temporizador aseguramos 5 minutos de riego por hora y una humedad del 85%.

A partir del cuarto día también se inicia el riego con solución nutritiva a una dosis de 1.25 cc / lt de agua / m² de solución mayor y 0.50 cc/lt de agua / m² de solución menor, riego realizado por intermedio del vénturi inyector el cual ayuda a dosificar los nutrientes. Al cabo del día 12 se suspende la fertirrigación y del día 13 al 14 se realiza un riego solo con agua pura con la finalidad de lavar el forraje de todo residuo que pueda quedar en la planta.

g. **Riego de Azufre Micronizado.**

Entre el 8 y 9 día se comienza la aspersion del Azufre micronizado utilizando la mochila fumigadora en la dosis que se probará en la investigación es decir con 0, 20, 30, 40 ppm, lo que quiere decir de 0, 40, 60 y 80 kg/ha de azufre micronizado.

h. Cosecha.

La cosecha del FVH se lo efectuará al día 15 de realizada la siembra, esto es que al día 15 se cosecharán las bandejas que se sembraron el día 1 y así sucesivamente hasta llegar a cosechar las bandejas que se siembren el día 15.

i. Alimentación a las Vacas Lecheras

Como complemento de esta investigación el FVH cosechado se utilizará en alimentar a 15 vacas lecheras las cuales se escogerán del hato lechero de la hacienda Tunshi de la F.C.P. - ESPOCH, para evitar la incidencia de otros efectos ajenos a la investigación en los resultados a estas vacas las estandarizaremos de acuerdo a diferentes criterios como:

Se les alimente bajo estabulación, todas reciban un periodo de adaptación al alimento de 3 días, que estén en el mismo tercio de lactancia, tengan edades parecidas, Todas reciban la misma cantidad y calidad de alimento y agua, que se alimenten en la misma hora, que estén libres de enfermedades y parásitos, cuenten con las mismas condiciones ambientales, con esto aseguraremos confiabilidad en los resultados que se obtengan.

Estas vacas serán alimentadas a razón de 1.5 Kg de FVH/ 100 Kg de Peso Vivo, para nuestro caso el peso promedio de las vacas es de 350 Kg. Por lo tanto el suministro total de FVH al día será de 5.25 Kg divididos en dos

raciones, 2.6 Kg en la mañana y 2.6 Kg en la tarde. Se evaluará la producción lechera de las 15 vacas durante los 15 días de alimentación con FVH.

3. Metodología utilizada para la evaluación

a. Tiempo al inicio de la germinación (días)

El tiempo al inicio de la germinación se determinó mediante la observación de la semilla de cebada al momento que aparecían las primeras raicillas.

b. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se determinó mediante dos formas. La primera usando una cámara de germinación, en la cual se obtuvo un promedio de germinación al tercer día de un 68 % y al cuarto día de un 98 %. La segunda forma fue en el lugar mismo del experimento en el cual se obtuvo un promedio de germinación al tercer día de sembrado de 55 % y al cuarto día un 90 %

c. Tiempo al apareamiento de las primeras hojas (días)

El tiempo al apareamiento de las primeras hojas se determinó mediante la observación de la semilla de cebada al momento que nacían las primeras hojas.

d. **Peso de la biomasa total (Kg).**

La biomasa total se determino con la utilización de una balanza en gramos, el pesaje se lo realizó en el día 15 o sea en el momento de la cosecha.

e. **Biomasa caulinar (Kg).**

Se procedió de la siguiente manera: con la utilización de un estilete se procedió a la separación de la biomasa caulinar de la radicular, posteriormente se peso una muestra significativa (1dm²) por tratamiento.

f. **Biomasa radicular (Kg).**

De igual manera al pesaje de la biomasa caulinar. Con la utilización de un estilete se procedió a la separación de la biomasa radicular de la caulinar, posteriormente se peso una muestra significativa (1dm²) por tratamiento.

g. **Altura promedio del tallo (centímetros).**

Se realizo con la utilización de una regla graduada en centímetros. Las medidas de los tallos se realizaron desde el día 5 de siembra debido a que en ese tiempo es cuando asoma el primer brote del tallo y además se retira el plástico que cubre a la semilla hasta el día 15 y se saco promedio de todos los tratamientos.

Se tomo como referencia una medida al azar de los tallos por bandeja o sea 4 medidas por tratamiento.

h. Longitud promedio de la Raíz (centímetros).

Con la utilización de una regla graduada en centímetros. Las medidas de las raíces se realizaron desde el día 1 de siembra debido que a partir de este día brota la raíz hasta el día 15 que se cosecha el alimento. Se tomo como referencia una medida al azar de la raíz por bandeja o sea 4 medidas por tratamiento.

i. Altura del Tallo a los 15 días de sembrada la Semilla.

Con la Utilización de una regla graduada se procedió a la medición del tallo a los 15 días de germinada la semilla, se tomo medidas al azar de las 4 respectivas bandejas por tratamiento.

j. Longitud de la raíz a los 15 días de sembrada la Semilla.

Con la Utilización de una regla graduada se procedió a la medición de la raíz a los 15 días de germinada la semilla de igual manera se tomo medidas al azar de las 4 respectivas bandejas por tratamiento.

k. **Longitud total de la planta a los 15 días de sembrada la Semilla**

Con la Utilización de una regla graduada se procedió a la medición de la raíz y del tallo osea una medida total de la planta a los 15 días de germinada la semilla de igual manera se tomo medidas al azar de las 4 respectivas bandejas por tratamiento.

l. **Índice de crecimiento (porcentaje).**

El índice de crecimiento se evaluó con los datos obtenidos en la medición de los tallos y de las raíces desde el 1 día de siembra en el caso de la raíz y en el caso del tallo desde el día 5 de siembra hasta el día 15 de cosecha.

m. **Análisis químico**

Se llevaron muestras por tratamiento al laboratorio de Bromatología en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

n. **Respuesta animal, en producción de leche.**

Con la obtención del Forraje Verde Hidropónico en el día 15 de Siembra, se procedió a suministrar el mismo a los animales que se encontraban en investigación, con una cantidad de 2 Kg.de F.V.H. por animal

De laboratorio

a. Determinación de la humedad

Principio:

La determinación de la humedad inicial consiste en secar el forraje a 60 °C de temperatura hasta obtener un peso constante; también se puede secar por congelación, luego la muestra se lleva a equilibrio con la humedad ambiente para seguidamente realizar la molienda y de esta forma realizar cualquier tipo de análisis que podemos requerir en el laboratorio.

b. Determinación de proteína bruta

Principio:

Calentando el alimento con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar anhídrido carbónico y agua. La proteína se descompone con la formación de amoníaco el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma sulfato de amonio.



El sulfato de amonio en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico. Por

consiguiente, luego de la forma de la sal de sulfato de amonio, actúa en base fuerte al 50% y se desprende todo el Nitrógeno en forma de amoniaco:



El amoniaco que se desprende se calcula mediante la absorción de este con 0.1 N de una solución de ácido clorhídrico por titulación.

c. Determinación de fibra cruda

Principio:

La muestra problema se digiere primero con una solución de ácido diluido luego con una solución de base diluida. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtración y se lavan con un solvente orgánico para eliminar el E.E. La pérdida de peso y después de quemar la muestra se denomina fibra cruda.

d. Determinación de la Energía Neta de la Lactancia

La determinación de la Energía neta de la lactancia se lo hizo con la utilización de la formula expuesta en el manual de Ecuaciones para predecir los valores de digestibilidad de gramíneas y otras materias primas para ganado.

La formula que se expresa a continuación es basada en parámetros químicos en la determinación de la Energía Neta de la Lactancia en gramíneas:

$$\text{ENL} = 1448 - 2.256 \text{ FC (MJ / Kg. MS)}$$

e. **Determinación de la Energía de Ganancia de Peso**

La determinación de la Energía de Ganancia de Peso se lo hizo con la utilización de la formula expuesta en el manual de Ecuaciones para predecir los valores de digestibilidad de gramíneas y otras materias primas para ganado.

La formula que se expresa a continuación es basada en parámetros químicos en la determinación de la Energía de Ganancia de Peso en gramíneas:

$$\text{EGP} = 1633 - 2.891 \text{ FC (MJ / Kg. MS)}$$

f. **Determinación de la Energía Metabolizable**

La determinación de la Energía Metabolizable neta de la lactancia se lo hizo con la utilización de la formula expuesta en el manual de Ecuaciones para predecir los valores de digestibilidad de gramíneas y otras materias primas para ganado.

La formula que se expresa a continuación es basada en parámetros químicos

en la determinación de la Energía Neta de la Lactancia en gramíneas:

$$EM = 16.01 - 0.00224 FC \text{ (MJ / Kg. MS).}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. FASE DE PRODUCCIÓN

Para el análisis de los resultados se toma en cuenta los niveles de Azufre 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, y un tratamiento testigo con las diferentes variables en estudio. Se utilizó el criterio estadístico de Tukey para establecer las diferencias estadísticas entre tratamientos al 5 % de error.

En primera instancia se analizarán y discutirán las variables de Producción de Forraje Verde Hidropónico de cebada, en relación a los diferentes tratamientos de estudio.

En el cuadro 12 podemos encontrar los resultados obtenidos de la fase de producción del Forraje luego de la aplicación de los tratamientos, y las respuestas encontradas en cada un de las variables planteadas.

1. El tiempo al inicio de la germinación (días).

Los resultados que se muestran en el cuadro 12 con respecto a esta variable

nos muestra que no existen diferencias significativas entre los respectivos tratamientos, presentándonos una media general de 2.97 días de iniciada la germinación. A pesar de no existir trabajos relacionados al realizado con los que se pueda discutir nos enmarcamos exclusivamente en nuestra investigación aseverando que para disminuir el tiempo para el inicio de la germinación de la semilla de cebada y acelerar la producción del forraje es indispensable que exista un pre remojo adecuada de la semilla y una optima oxigenación de la misma. En el grafico N ° 02 se muestran los diferentes tratamientos con sus respectivas medias, existiendo medias que van desde 2.8 días (tratamiento 40ppm) a medias de 3.07 días (20 y 30 ppm) de Azufre.

2. El porcentaje de germinación

Como se muestra en el cuadro 12 los resultados no presenta diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos respectivos sin embargo existen promedios que van desde 90.53 % a 91.06 % y con una media general de 90.82 % de germinación de la semilla de cebada.

FAO. (2001). En el manual Técnico de Producción de F.V.H. nos dice que, el productor de FVH deberá tener presente que el porcentaje mínimo de germinación de la semilla debe ser en lo posible mayor o igual a 70 – 75 aseverando estos resultados, los que concuerdan con los datos obtenidos en esta investigación que se presenta con un porcentaje de germinación de 90.53 a 91.06 %, este incremento puede deberse al tratamiento previo de

oxigenación, tratamiento y calidad de la semilla, de igual manera, Schneider, A. (1991), sostiene que el éxito del FVH comienza con la selección de una buena semilla, esta debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75% para evitar pérdidas en los rendimientos de cosecha. El usar semillas más baratas, o cultivares desconocidos, puede constituir una falsa economía y tal como se planteó antes, hacer fracasar totalmente el nuevo emprendimiento.

3. El tiempo al apareamiento de las primeras hojas (días)

En cuanto al tiempo de apareamiento de las primeras hojas en la semilla de cebada, observamos que no hay diferencias significativas entre los niveles de Azufre respectivos como se muestra en el cuadro 12. Existiendo una media general de 4.5 días, y promedios de los tratamientos que van desde los 4.40 días como se reporta en el tratamiento 30 ppm de S, a promedios de 4.53 de los restantes tratamientos, estos se pueden observar en el Grafico N° 04.

En tanto no existen ensayos similares para efectuar comparaciones, nos remitimos al análisis de nuestro ensayo. Los datos registrados muestran que esta variable de estudio esta en relación a una correcta germinación de la semilla y a un excelente manejo de la misma en el pre remojo.

4. La producción de Biomasa total

La producción de Biomasa total de Forraje Verde Hidropónico no registra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 40 ppm S y 30 ppm

S, de igual manera entre los tratamientos 20 ppm S y testigo. Se muestran diferencias estadísticas altamente significativas entre las medias de los tratamientos 40 ppm S con un promedio de 3258.39 gr, con los tratamientos 20 ppm S y testigo con promedios de 3240 gr y 3031.9 gr respectivamente, de igual manera entre las medias del tratamientos 30 ppm S con un promedio de 3270.8 gr en relación al Testigo. En el grafico N° 05 se presenta una vista global de los tratamientos uno en relación al otro.

Pinchuk, D. Garncarz. (1997), dicen que la relación de producción de F.V.H. es de 1 a 9, o sea que por cada kilogramo de semilla de cebada utilizada se obtienen 9 Kg. de forraje verde hidropónico y que no es difícil llegar a relaciones de 1 a 12 y de 1 a 15. Igualmente trabajos de validación de tecnología sobre FVH realizados en Rincón de la Bolsa, Uruguay en 1996 y 1997, han obtenido cosechas de FVH con una productividad de 12 a 18 kilos de FVH producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado el cultivo y en una situación climática favorable para el desarrollo del mismo. Estos resultados no varían en gran medida con los obtenidos en esta nuestra investigación ya que al sembrar 1 Kg. de semilla de cebada se obtuvo 6063.34 hasta bordear los 7000 gr. de FVH, esto pudo deberse a la calidad de la semilla utilizada que no fue de gran calidad y certificada. Todo este forraje comprende los tallos, las raíces, y los restos de semilla, que de acuerdo a nuestra investigación (Sánchez, 1997), nos dice que la cosecha del FVH comprende el total de la biomasa que se encuentra en la bandeja o franja de producción. Esta biomasa comprende a las hojas, tallos, el abundante colchón radicular,

semillas sin germinar y semillas semi germinadas Todo esto forma un sólo bloque alimenticio, el cual es sumamente fácil de sacar y de entregar a los animales en trozos, desmenuzado o picado, para favorecer una fácil ingesta y evitar rechazos y pérdidas de forraje en el suelo. Se recomienda utilizar el FVH recién cosechado, sin embargo, no existen problemas sanitarios de conservación por unos cuantos días salvo el asociado a un descenso de la calidad nutricional.

5. La producción de Biomasa Caulinar (gramos)

La Biomasa Caulinar (gramos) presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre el tratamiento 40 ppm S con un media de 1151.9 gr, con los tratamientos 30 ppm S, 20 ppm S y Testigo con promedios de 1043.41 gr, 1040.21 gr y 936.7 gr respectivamente; de igual manera diferencias altamente significativas entre los tratamientos 30 ppm de S y 20 ppm S con relación al tratamiento testigo. Entre los tratamientos 30 ppm S y 20 ppm S no existen diferencias estadísticamente significativas. Todos estos resultados se muestran en el cuadro 12.

Al no existir ensayos con los que podamos comparar esta variable podemos decir que los resultados estan de acuerdo a los obtenidos en la producción de biomasa total, es decir que el porcentaje de biomasa caulinar es del 30 % en relación al porcentaje de la biomasa total. En el Grafico N° 06 se muestran las medias y diferencias graficas entre los respectivos tratamientos.

6. La producción de Biomasa radicular (gramos)

La producción de Biomasa radicular (gramos) registra diferencias significativas entre los tratamientos 40 ppm S con una media de 2338.8 gr de F.V.H. en relación con el tratamiento testigo que tiene un promedio de 2091.87 gr. Entre los tratamientos 30 ppm S, 20 ppm S y el testigo no existe diferencias significativas, y con promedios de producción de biomasa radicular que van desde los 2091.87 gr hasta los 2217.37 gr de F.V.H. Los resultados se muestran en el cuadro N° 12. Rodríguez, S. (2000) nos dice que la planta en su estado radicular, tiene 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 aprovechados por los animales que las consumen. En tanto al no existir ensayos similares a esta variable en estudio y para efectuar comparaciones, nos remitimos al análisis de nuestro ensayo. Los datos registrados muestran que la biomasa radicular tiene mayor peso debido a que contiene también semilla no germinadas. En el grafico N° 07 se muestran las variaciones de los resultados entre medias de los tratamientos

7. Altura promedio del tallo (cm)

En el cuadro N° 12 se muestran los resultados de la altura promedio del tallo (cm.) las mismas que registra diferencias altamente significativas entre los

tratamientos 40 ppm S y el testigo con promedios de alturas de 7.87 cm y 6.28 cm en su orden. De la misma manera se presentan los tratamientos 30 ppm S y 20 ppm S en relación al tratamiento testigo y con medias de 7.75 cm y 7.47 cm respectivamente. Los tratamientos 40 ppm S y 30 ppm S no presentan diferencias estadísticas significativas, al igual entre los 30 ppm S y 20 ppm S. Todas estas diferencias se muestran con claridad en el grafico N ° 08.

Valdivia, E (1996) nos dice que la altura de la plántula alcanza a 25 cm con un promedio desde el 3 día hasta el día 15 de 11.5 cm. Este desarrollo demora de 8 a 12 días, dependiendo de la temperatura, las condiciones ambientales y las frecuencias de riego. De igual manera Amaya (1998), nos dice que el ciclo de producción es de 10 a 15 días y en ese período, la planta alcanza los 12.5 cm de altura promedio. Estos datos están sobre los obtenidos en la presente investigación la misma que obtuvo alturas promedios de 6.3 a 7.9 cm, los cuales pudieron ser afectados no solo por la calidad de semilla, el tipo de semilla, sino también por el crecimiento del tallo en si mismo, ya que este no fue uniforme. FAO (2001) Han obtenido cosechas de FVH con una altura promedio de 15 cm y una productividad de 12 a 18 kilos de FVH por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado el cultivo. Esto se debe a que fue una semilla de maíz y esta tiene un mayor crecimiento en cuanto a la altura promedio de la planta.

Comparando esta variable podemos decir que la altura que alcance la planta al final de la etapa de producción entre los estudios afines realizados varía de

acuerdo al tiempo de producción, a las condiciones ambientales y la calidad de fertilizante que se emplee en su producción; la altura del tallo representa el 62%.

8. Longitud promedio de la raíz (cm)

La variable longitud promedio de la raíz (cm) no registra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, sin embargo se muestran promedios de los tratamientos que van desde los 4.51 cm hasta los 4.68 cm.

En tanto no existen ensayos similares para efectuar comparaciones, con los datos registrados podemos manifestar que el crecimiento de la raíz del FVH de cebada es proporcional con la altura del tallo de la planta es así que a mayor altura de tallo mayor será la longitud de raíz, además la raíz gana peso de acuerdo al grosor de la misma más no a la longitud. En el grafico N ° 09 se detallan los promedios de los distintos tratamientos en los cuales se distinguen las diferencias matemáticas del uno en relación al otro.

9. Longitud del tallo a los 15 días de establecido. (cm)

Como se puede observar en el Cuadro N° 12 y en el Grafico N ° 10, los promedios entre los tratamientos 40 ppm S, 30 ppm S, 20 ppm S y Testigo presentan diferencias estadísticas altamente significativas uno con relación al

otro, las medias de los distintos tratamientos son de 18.947, 17.95, 16.81, 14.233 respectivamente.

El FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura, a los 12 – 15 días de sembrada la semilla (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, 1983, citado por Pérez, 1987). Avalando esto resultados Rincón de la Bolsa, Uruguay en 1996 y 1997, han obtenido cosechas de FVH con una altura promedio de 30 cm con la utilización de semilla de cebada utilizada a los 15 días, en comparación a nuestro trabajo los datos obtenidos se muestran menores a las investigaciones realizadas con una media general de 16.98 cm, esto puede deberse a la calidad de la semilla o a que esas investigaciones lo realizaron en una situación favorable y un ambiente controlado para el desarrollo del mismo.

10. Longitud de la raíz a los 15 días de establecido

Como se muestra en el cuadro N^o 12 en relación a la longitud de la raíz a los 15 días de sembrada la semilla, los tratamientos 40 ppm S con un promedio de 15.05 cm muestra diferencias estadísticas altamente significativas con los tratamientos 30 ppm S, 20 ppm S, y Testigo. Los tratamientos 30 ppm S y 20 ppm S no muestran diferencias estadísticas significativas con promedios de 14.54 cm y 14.43 cm respectivamente. Entre tanto los tratamientos 30 ppm S y 20 ppm S muestra diferencias estadísticas altamente significativas con relación al tratamiento testigo que posee una media de 12.09 cm de longitud de

la raíz. Al no existir investigaciones previas relacionadas con esta variable de estudio podemos decir que el crecimiento de la raíz está acorde al crecimiento del tallo, con la diferencia que a medida que se aplica el fertilizante azufrado en mayor cantidad, el grosor de la raíz aumentó es por ello que la biomasa radicular incrementa su peso. Las medias de los tratamientos se muestran en el Grafico N ° 11

11. Índice de crecimiento del tallo (cm. /día)

El índice de crecimiento del tallo no presenta diferencias estadísticas significativas entre los cuatro tratamientos el uno con relación al otro, con promedios que van desde los 1.4 cm hasta los 1.78 cm de crecimiento diario de la planta o dicho de otra manera al índice de crecimiento diario de la planta. Al no existir investigaciones previas ha este ensayo nos remitiremos y discutiremos los resultados obtenidos en la misma.

El mayor índice de crecimiento del tallo se encuentra entre los días 9 al 10, puesto que a partir del día 8 fue suministrado el azufre micronizado como fertilizante y además la planta muestra y alcanza su óptimo desarrollo en estos días, el tratamiento testigo muestra un leve incremento del crecimiento en estos días, puesto que no es suministrado el azufre como fertilizante. Este proceso se puede explicar mejor observando el Grafico N ° 12.

12. Índice de crecimiento de la raíz (cm. /día)

Como se presenta en el cuadro N ° 12, el índice de crecimiento de la raíz no presenta diferencias estadísticas significativas entre los cuatro tratamientos el uno con relación al otro, con medias 0.80 cm. hasta los 1.04 cm de crecimiento diario de la raíz o dicho de otra manera al índice de crecimiento diario de la raíz, se presenta una media general de todos los tratamientos igual a 0.88 cm al día. Igualmente como la variable anterior, al no existir investigaciones previas ha este ensayo nos remitiremos y discutiremos los resultados obtenidos en la misma. Como se muestra en grafico N ° 13 el mayor índice de crecimiento de la raíz se encuentra entre los días 2 y 3 puesto que a partir de este día la semilla comienza a germinar y la raíz brota con intensidad entonces es cuando alcanza su mayor índice de crecimiento. A partir del 4 día este índice se mantiene constante hasta el momento de la cosecha, se explica que la raíz no gana peso por la longitud de la misma, sino que gana peso por el grosor que toma conforme avanza la edad de la planta.

B. COMPORTAMIENTO EN LA VALORACIÓN NUTRITIVA DEL FVH

Para el análisis de los resultados se toma en cuenta los valores obtenidos de 5 muestras por tratamiento de Forraje Verde Hidropónico con la utilización de diferentes niveles de Azufre 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, y un tratamiento testigo, analizadas en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias

Pecuarías de la ESPOCH. Se utilizó el criterio estadístico de Tukey para establecer las diferencias estadísticas entre tratamientos al 5 % de error.

En esta instancia se analizarán y discutirán las variables de la Valoración Nutritiva del F.V.H. de cebada, en relación a los diferentes tratamientos de estudio.

En el cuadro N ° 13 podemos encontrar los resultados obtenidos en la fase de valoración nutritiva del Forraje luego de la aplicación de los tratamientos, y las respuestas encontradas en cada una de las variables planteadas.

1. **La Humedad Total (%)**

No registra diferencias significativas entre los tratamientos Testigo, 20 ppm S, 30 ppm S y 40 ppm S (Ver cuadro N ° 13); presentándose una media general de todos los tratamientos de 91.99 % y con rangos que van desde 91.83 a 92.21 % de humedad.

Arano, C. 1998. Nos muestra que en un análisis fisicoquímico de muestras de trigo en diferentes edades el porcentaje de humedad vario desde 86.82 % al décimo día hasta llegar a los 90.70 % de humedad al día 16. En esta investigación nos muestra que ha medida que aumenta la edad del forraje, aumenta el contenido de humedad, por lo que esta de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestra investigación que fueron de 91.18 a 91.69 %

de humedad como se muestra en el Grafico N ° 14; corroborando estos datos en análisis realizados por Tarrillo, H 2002, muestran que el contenido de humedad a los 10 días es de 91.1 % y a los 15 días es de 84.9 % de humedad, se puede afirmar que los valores obtenidos marcan una ligera diferencia por lo que se puede asegurar que la mayor aplicación de Azufre como fertilizante ayuda al incremento de la fibra y por ende al menor contenido de humedad del forraje, además interviene el tiempo de producción y la edad a la que se coseche el forraje, es así que a mayor edad de cosecha menor será el contenido de humedad del forraje y viceversa.

2. El contenido de Materia Seca (%)

No registra diferencias significativas entre los tratamientos todos los tratamientos uno en relación existiendo rangos de medias que van desde 7.79 % a 8.17 % de Materia seca y con una media general de todos los tratamientos de 8.005 % de MS. Todos estos resultados obtenidos se muestran en el cuadro N ° 13 y el Grafico N ° 14.

Chang (2001), en un ensayo realizado con FVH y un análisis bromatológico de una planta completa de cebada tuvo un 17.77 % de MS. FAO, Manual Técnico de FVH (2002), el análisis bromatológico del FVH de la planta de cebada alcanzó un 18.6 % de MS. Comparando los valores obtenidos por estos investigadores con relación al de nuestra investigación y realizando un previo análisis en el laboratorio, el contenido de MS es de un máximo 9 % y variará

en función del tiempo de producción así como de la edad a la que se coseche el forraje; por lo que el contenido de materia seca del forraje es bajo en relación a otras investigaciones, esto se debe a que los datos mencionados en lo referente a la materia seca son calculados en relación a la Humedad inicial del Forraje. En cambio Dosal, J (1987) muestra que en un análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento reporta valores de la materia seca de 32 %, esto se debe a la semilla utilizada en esa investigación.

3. El contenido de Cenizas (%)

Presenta diferencias estadísticas altamente significativas los tratamientos 40 ppm S con respecto a los demás tratamientos, presentando un media de 5.26 % de cenizas. De igual manera ocurre lo mismo con el tratamiento 30 ppm de S con el restantes tratamientos presentando una media de 3.16 % de cenizas. No ocurre lo mismo con los tratamientos 20 ppm S y Testigo que no presentan diferencias estadísticas significativas y presentan unos promedios de 2.62 % y 2.61 % de cenizas (Ver cuadro N ° 13).

Dosal, J (1987) muestra que a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento los valores de porcentaje de cenizas igual al 2 %. En la misma forma Alpi (1986), en el análisis bromatológico realizado al FVH de cebada realizado en su ensayo registró un 3.31% de Cenizas; contrariamente al no existir más trabajos semejantes al realizado para discutir y de acuerdo a los datos

encontrados los tratamientos se asemejan a los anteriormente realizados por otros investigadores obteniendo en nuestro ensayo promedios de porcentaje de cenizas de 2.6 a 5.26 %. La edad de cosecha, el contenido de fibra, el porcentaje de materia seca y a su vez el contenido de minerales del F.V.H. influye en el contenido de Cenizas es decir que a mayor edad y mayor cantidad de Azufre como fertilizante, mayor será el contenido cenizas del forraje y viceversa.

4. El contenido de Fibra (%)

En el cuadro N 13 se muestran los resultados del contenido de fibra del F.V.H. en el cual presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos 40 ppm S con los tres restantes tratamientos portando un promedio de 24.52 % de contenido de Fibra. De igual manera presenta diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos testigo con una media de 24.30 y el tratamiento 20 ppm S con una media de 24.31 % en relación con el tratamiento 30 ppm de S con un promedio de 23.25 % de Fibra. No ocurre lo mismo entre los tratamientos testigo y 20 ppm S que no poseen diferencias significativas entre ellos.

Sepúlveda (1994), en el análisis bromatológico de una planta de FVH de cebada observa que tenía un 77.49% de Fibra detergente neutra. FAO Manual Técnico de FVH (2002), al estudiar y realizar el análisis bromatológico del FVH obtuvo 51.79% de Fibra detergente neutra. Al comparar los resultados

obtenidos en el ensayo realizado y los 2 trabajos anteriores citados no se encuentra semejanza en los resultados esto se debe a que el contenido de fibra está dado en función del tiempo de producción y la edad a la que se coseche el forraje y en parte al exceso en la fertilización a base de Azufre, es así que a mayor edad de cosecha mayor será el contenido Fibra cruda del forraje y viceversa, lo que repercute en la disminución de la digestibilidad del pasto. No ocurre con lo citado por Dosal, J (1987) que reporta valores de porcentaje de fibra igual al 27.9 % que en relación a 23.25 y 24.72 % de fibra como promedio de nuestra investigación están semejantes. Ver Gráfico N° 17.

5. Contenido de Proteína (%)

Se presentan diferencias estadísticas altamente significativas en los tratamientos 20 ppm S con respecto a los tres otros tratamientos con un promedio de 17.83 % de proteína. Además no existen diferencia significativas entre el tratamiento T30 y T40 y tratamiento testigo con medias de 15.92 y 15.69 % y 15.58 respectivamente. (Ver cuadro N ° 13).

Chang (2001), en un ensayo realizado con FVH y un análisis bromatológico de una planta completa de cebada tuvo un 17.4 % de proteína al día 12 de cosecha, disminuyendo el contenido de Proteína a 13.4 % para el día 15. De la misma manera Arano, C. 1998. Nos muestra que en un análisis fisicoquímico de muestras de trigo en diferentes edades el porcentaje de proteína vario desde 20.33 a 22.90 % del décimo día hasta el día 15 de sembrado el forraje. Y

corroborando estas investigaciones Alpi (1986), en un análisis de la planta de cebada como FVH se registró el 16.8% de Proteína. FAO Manual Técnico del FVH (2002), en ensayos realizados con plantas de cebada encontraron que el contenido de proteína cruda es de 16.8%. Estos valores registrados en el ensayo realizado son parecidos a los valores de los ensayos anteriores de Alpi de acuerdo a esto en nuestro estudio los resultados obtenidos son parecidos a los anteriormente reportados en otras investigaciones presentando promedios de 15.58 a 17.83 Ver Grafico N ° 18, sin embargo esta variable estará dada en función del tiempo de producción y la edad a la que se coseche el forraje y al nivel de fertilización a base de Azufre para lo cual el mejor tratamiento es el de 20 ppm de S con un porcentaje de proteína de 17.83, es así que a mayor edad de cosecha menor será el contenido Proteína del forraje y viceversa.

6. Contenido de Extracto Etereo (%)

Los resultados del porcentaje de Extracto Etéreo se muestran en el cuadro N ° 13 reportándose que entre los tratamientos testigo, 30 ppm S y 40 ppm S no existen diferencias estadísticas significativas, reportando promedios de 3.84, 3.55 y 4.04 en su orden. Lo mismo ocurre entre los tratamientos testigo, 20 ppm S y 30 ppm S. Existiendo diferencia estadísticas altamente significativas entre el tratamiento 40 ppm S con una media de 4.04 y el de 20 ppm S con una media de 3.35 % de Extracto Etéreo. Ver Grafico N ° 19. Al no reportarse datos de esta variable en estudio en otras investigaciones nos remitimos a decir que el alto contenido de Extracto Etéreo (grasa), disminuye el porcentaje

de proteína del forraje verde hidropónico. Como se muestra en los datos obtenidos del análisis bromatológico realizado.

7. Energía Neta de la Lactancia (Kcal/Kg MS)

En el cuadro N ° 13 se muestra que existe diferencias altamente significativas entre el tratamiento 30 ppm S con los demás tratamientos presentando un media de 1523.73 Kcal de energía neta de la lactancia. Los tratamientos 20 ppm S y Testigo no presentaron efecto significativo presentado promedios de 1484.66 Kcal y 1484.26 Kcal respectivamente. El tratamiento 20 ppm presento igualmente diferencias altamente significas con el tratamiento 40 ppm S. Los tratamientos testigo y 40 ppm S no presentaron diferencias estadísticas significativas con medias de 1484.26 y 1476.36 kcal de energía neta de la lactancia en su orden.

Al no existir investigaciones previas a la nuestra no remitiremos a decir que los valores registrados en el presente ensayo se calcularon basándose en el contenido de lignina del forraje por lo tanto el contenido de Energía Neta de la Lactancia estará en función del contenido de Fibra, se observa que el mejor tratamiento es el 30 ppm S también en función a la edad de cosecha del forraje, es así que a mayor edad de cosecha menor será el contenido de Energía Neta de la lactancia del forraje y viceversa.

La inclusión de Azufre como fertilizante incrementa el contenido de energía neta de la Lactancia (Ver Grafico N ° 20), pero hasta un cierto punto, un exceso puede conllevar a un efecto negativo.

8. Energía de ganancia de Peso

En el Cuadro N ° 13 nos muestra que existe diferencias altamente significativas entre el tratamiento 30 ppm S con los demás tratamientos presentando un media de 1585.39 Kcal de energía de ganancia de peso. Los tratamientos 20 ppm S y Testigo no mostraron efecto significativo con promedios de 1535.89 Kcal y 1534.87 Kcal respectivamente. El tratamiento 20 ppm en cambio presento diferencias altamente significativas con el tratamiento 40 ppm S. Los tratamientos testigo y 40 ppm S no poseen diferencias estadísticas significativas con medias de 1534.87 y 1525.01 kcal de energía de ganancia de peso en su orden.

Al no existir trabajos previos al realizado, nos basamos en los resultados obtenidos en esta investigación, los cuales reportan promedios de energía de ganancia de peso en igual relación a los obtenidos en la energía de ganancia de peso ya que para el cálculo de estos valores nos basamos en el contenido de fibra del F.V.H. Es por ello que la utilización de Azufre hasta un determinado punto, (20 a 30 ppm de S) incrementaran el contenido de Energía del alimento (ver Gráfico N ° 21).

9. Energía Metabolizable

Los resultados mostrados en el cuadro N ° 13 nos expone que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre el tratamiento 30 ppm S con los demás tratamientos presentando un media de 2581.74 Kcal de energía metabolizable. Los tratamientos 20 ppm S y Testigo no mostraron efecto significativo con promedios de 2525.50 Kcal y 2525.02 Kcal respectivamente. El tratamiento 20 ppm posee igualmente diferencias altamente significativas con el tratamiento 40 ppm S. Los tratamientos testigo y 40 ppm S no muestran diferencias estadísticas significativas con medias de 2525.02 y 2514.0 kcal de energía de metabolizable en su orden. (Ver Grafico N ° 22).

Sepúlveda, Raymundo. 1994. nos muestra la comparación entre las características del FVH de cebada en lo referente a la Energía y otras fuentes alimenticias, el cual presenta los siguientes resultados: El F.V.H. 3216 Kcal. /Kg. MS, el Concentrado con 3000 kcal/kgMS, el heno presento 1680 kcal/kgMS y la paja con 1392 kcal/kgMS de energía metabolizable. Con relación a nuestra investigación los resultados obtenidos son menores a los de anteriores investigaciones con medias que van desde 2501.86 a 2581.74 Kcal. /Kg. de energía metabolizable. De igual manera al no poseer literatura de investigaciones realizadas respecto a la misma variable nos remitimos a los resultados obtenidos en la presente investigación. La energía metabolizable es calculada a través de coeficientes calculados es por ello que nuestros resultados estan a base del contenido de fibra del Forraje. Por lo expresado el

contenido de Energía metabolizable es mayor cuando se aplican de 20 a 30 ppm de S. En menor cantidad y el exceso de este mineral la energía disminuirá o no será productiva su utilización.

C. FASE DE POSTPRODUCCIÓN DEL FVH

Diferencias en la producción de leche / vaca/ período de ensayo (15 días). Los resultados evaluados para el consumo de FVH (cebada) y la producción de leche de vacas Holstein Mestizas de la hacienda Tunshi FCP -ESPOCH se reportan en el cuadro N° 14

Las medias de la producción de leche (lt) de vacas Holstein mestizas no presentan diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos, además se evaluó un tratamiento testigo a base de rechazo de banano para la comparación entre las medias, el mismo que no presentó efecto significativo con los otros tratamientos. Cabe indicar que numéricamente la mayor producción de leche corresponde al tratamiento 20 ppm S con 12.02 lt de leche, para posteriormente seguir los tratamientos 40 ppm S con 11.49 lt, Testigo con 10.68 lt, 30 ppm S con 10.67 lt, para finalmente quedar el tratamiento a base de banano verde con 8.47 lt. Estos datos no difieren estadísticamente pero en la realidad y matemáticamente incrementar un litro por vaca/día es altamente significativo.

Rodríguez, A. Tarrillo, H (2001) en su investigación realizada de la producción de Forraje Verde Hidropónica en Condiciones adversas, manifestaron que el suministro de FVH en la alimentación de vacas lecheras en producción produjo el incremento de la producción de leche de 10 a 23.7 %. De igual manera Arano, C. (1998), en su ensayo acerca de la alimentación de vacas lecheras con la utilización de FVH de cebada, encontró resultados aceptables a favor del uso del FVH sea en la producción de leche (incremento del 10.8 % de la producción), como en la cantidad de grasa obtenida (incremento del 13.4 %). Ratificando estos resultados, Lomelí Zúñiga, *Agrocultura México 2000*, ha obtenido resultados de producción lechera que demuestran diferencias notorias a favor del uso de FVH en ganado lechero. En resumen sus ensayos demuestran: a) la producción de leche se incrementó en un 18% y, b) la producción de grasa fue 15,2% mayor que sin el uso del FVH. No se aleja a la realidad por lo verificado en nuestro ensayo podemos decir que los datos de la presente investigación son relativamente parecidos, presentándose un incremento del 20 % de producción Láctea con el uso del FVH, esto debido a la influencia de factores externos como el manejo y sistemas de alimentación, y quizás el tipo de ordeño. El suplementar las dietas a vacas lecheras con FVH asegura un alto incremento en la producción y el contenido de grasa en la leche; este incremento es mucho mayor y más barato que al suplementar las dietas con otros productos, siempre y cuando la cantidad que se proporcione diariamente sea de 2 Kg de FVH/100 Kg de peso vivo y el forraje debe estar a base de Azufre como fertilizante en una dosis de 20 ppm, y así se tendrá mejores resultados en la producción. Mientras más sea la cantidad a

suplementar mayores serán los efectos en la producción en tanto en cuanto los animales acepten sin ningún problema el FVH. Cabe mencionar que en ensayos presentados por Valdivia, (1996) nos indica que han demostrado que las vacas que consumen FVH tienen más de un 60 % de probabilidad de quedar preñadas al primer servicio que aquellas que no lo consumen. Esto es inferido como un efecto de la vitamina E, la cual aumenta sus niveles de presencia en el animal, al ingerir esta dosis significativas de FVH. Esta característica del aumento de la probabilidad de quedar preñadas, tiene gran beneficio económico para el empresario lácteo porque reduce de 5 meses a 2 meses el tiempo en que el animal permanece en estado “seca”.

V. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En el cuadro 15 y 16 se presentan los resultados de los costos de producción de 1 m² de FVH y de 1 lt de leche, así como el indicador Beneficio/ costo.

1. Costo de Producción del FVH/ m²

Para la determinación de los costos de producción de Forraje Verde Hidropónico se toma en cuenta los costos fijos y costos variables involucrados en la producción, los costos fijos de amortización son los que abarcan gastos en inmuebles, equipos, infraestructura, y demás bienes de valor fijo; en cuanto al costo variable de producción se consideran todos los gastos en semilla, agua, fertilizante, mano de obra etc. La suma de estos costos nos da como

resultado los costos totales de producción de FVH por metro cuadrado que es 1.568 USD, dado que la producción de FVH por metro es de 13.1 Kg. de FVH / cosecha, al dividir el costo del forraje / m² para la producción se obtiene el costo por Kilogramo de forraje que es de 0.120 USD. Valor que es menor si comparamos con el valor del Kg de concentrado utilizado como suplemento en la alimentación de vacas lecheras que es de 0.23 USD, dado también que se registra un incremento de leche del 10%.

CREA (FUCREA), Uruguay registran datos estimados de costos estimados de producción y manejo de forraje según metodología convencional de avena y sorgo por metro cuadrado y el valor es de 0.0158 USD, 0.0151, respectivamente, estos costos dados no incluye datos de amortización, intereses, costo de cosecha. Por lo tanto no se toma en cuenta el número de cosechas que se obtienen al año y la calidad del forraje es inferior. Cabe recalcar que al vender en 0.12 USD/Kg de FVH estaremos recuperando la inversión en menos de un año siempre y cuando la producción por m² sea al rededor de los 12 Kg.

2. Costo por alimentación de las vacas.

La alimentación principal de las vacas lecheras con promedio 350 Kg. de peso vivo/ vaca, la alimentación está en base a pastoreo en praderas que contienen una mezcla forrajera (Alfalfa + Ray grass), para la presente investigación se ha tomado y para el cálculo del consumo se hace referencia a la formula del 10%

del Peso vivo más 10, por lo tanto una vaca de 350 Kg consume al día 45 Kg de forraje verde; se calcula el costo del Kg de forraje verde, haciendo relación al precio que tiene la carga de alfalfa en el mercado que bordea los 2.5 dólares; el peso de la carga de alfalfa está entre los 30 Kg., por lo tanto el precio del kilogramo de alfalfa es de 0.084 ctv de dólar, es decir que alimentar una vaca diariamente cuesta 3.02 USD. Costo que en tiempo de sequía puede variar.

3. Costo de Producción por litro de leche.

Producir un litro de leche con vacas Holstein mestizas de la hacienda Tunshi de la FCP-ESPOCH, utilizando como suplemento alimenticio el FVH de cebada es de 0.23 USD, valor que tiene relación al costo de producción de otras fincas, para analizar mejor este dato enfocamos el indicador beneficio costo registrando un valor de 1.27 significa que por cada dólar invertido en la producción de leche tenemos una ganancia de 0.27 ctv de dólar, que es más o menos lo que ronda en el mercado. Tomando en cuenta que la calidad de leche es superior y se incrementó en un 10 % su producción.

CUADRO N.15 COSTO DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA

Rubro	Costo total
Costos fijos para la producción de FVH / m2	39,690
Costos fijos en la compra de equipo complementario	559,000
Costos fijos de amortización para la producción de FVH	0,410
Total costos fijos	0,410
Costos variables para un ciclo productivo de FVH	1,158
Total costos variables	1,158
Costo total por metro cuadrado de FVH	1,568
Producción de FVH / m2 / cosecha (Kg)	13,054
Costo por Kg de FVH (USD)	0,120

CUADRO N. 16 COSTO DE PRODUCCION DE UN LITRO DE LECHE DE VACAS QUE RECIBEN COMO SUPLEMENTO FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE CEBADA.

Rubro	U	Cant/día	Costo Unit	Costo/día vaca	Costo/día 12 vacas	Costo/15 días
Costos variables						
Mezcla forrajera	Kg	45,00	0,05	2,25	27,00	542,70
Suplemento (FVH)	Kg	3,00	0,12	0,36	4,32	64,80
Luz	KW / h	0,20	0,15	0,03	0,27	3,78
Agua	m3	0,20	0,05	0,01	0,09	1,26
Mano de obra	Jornal	0,05	5,00	0,25	2,25	31,50
Subtotal						644,04
Imprevistos (1%)						6,44
Total costos						650,48
Prod de leche/15 días	lt					2019,00
Costo/litro de leche	USD/lt					0,32
Total Ingresos	USD					650,48
Total Egresos	USD					511,4
Beneficio /Costo						1,27

VI. CONCLUSIONES

1. En las variables: inicio de la germinación, porcentaje de germinación y apareamiento de las primeras hojas no se encontró diferencias significativas entre los resultados de los tratamientos.
2. En la producción de biomasa total, radicular y caulinar, el tratamiento que obtuvo mejor respuesta a la fertilización con azufre micronizado fue 40 ppm con pesos de 3490.83; 2338,86 y 1151.98 respectivamente.
3. La altura promedio del tallo y longitud de tallo a los 15 días, la mejor respuesta la obtuvo el tratamiento 40 ppm de Azufre, llegando a un promedio total de 7.87cm y 18.94 cm. respectivamente.
4. En cuanto a la longitud promedio de la raíz y longitud de la raíz a los 15 días de sembrada la semilla, el mejor tratamiento fue 40 ppm de S con una media de 4.68 cm y de 15.05 cm en su orden.
5. En cuanto al índice de crecimiento del tallo no existieron diferencias significativas, pero se observó un alto crecimiento de las planta a partir del 9no. y 10mo. día.

6. En cuanto a porcentaje de humedad y porcentaje de materia seca no existieron diferencias significativas entre los tratamientos mostrando una media general de 91.99 % y 8.005 % respectivamente
7. Respecto al contenido de cenizas, fibra y extracto etéreo el tratamiento que presentó mayor respuesta es el de 40 ppm de S, con un promedio de 5.26 %, 24.72% y 4.04 % en su orden.
8. En cuanto al porcentaje de proteína el tratamiento 20 ppm de Azufre demostró ser el mejor con una media de 17.83 %.
9. En lo referente a la energía metabolizable, neta de la lactancia y de ganancia de peso, son calculados en base a la fibra, el tratamiento que presentó una mejor respuesta al Azufre fue el de 30 ppm con datos para las energías de 1585.4, 1795 y 1523.73 kcal/kgMS respectivamente
10. En la producción de leche el tratamiento que mayor incidencia obtuvo en lo referente a esta variable en estudio es el de 20 ppm de Azufre, presentando una media de 12.02 litros.

VII. RECOMENDACIONES.

1. En cuanto a la utilización de Azufre micronizado como nutriente para obtener un incremento de proteína en la planta y mayor calidad de forraje verde Hidropónico, se recomienda la utilización de 20 ppm de S, tratamiento que incrementó el nivel de proteína en 2 %. Utilizando mayores contenidos de este mineral no se obtienen mejores resultados, por el contrario disminuye el contenido de proteína.
2. La utilización de FVH de cebada incrementa la producción de leche, por lo que se recomienda dar FVH con un nivel de Azufre de 20 ppm como mínimo y un máximo de 30 ppm, fuera de este rango no se obtendrá un incremento de la producción de leche.
3. Determinar el valor de la energía metabolizable, energía neta de la lactancia y energía de ganancia de peso a partir de pruebas de digestibilidad

VIII. RESUMEN

En la Estación experimental Tunshi de propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de ingeniería Zootécnica, ubicada en el cantón Chambo provincia de Chimborazo, se evaluó la producción y calidad de Forraje Verde Hidropónico de cebada con la utilización de tres niveles de azufre (20, 30 y 40 ppm) más un testigo, y su respuesta en vacas Holstein mestizas que se encontraban en el primer tercio

de lactancia con pesos aproximadamente iguales y lo mas estandarizadas posibles.

La investigación se dividió en tres etapas que fueron: Producción de Forraje Verde Hidropónico, Valoración nutritiva del este alimento, y la respuesta en Ganado Lechero. La semilla y posteriormente la planta que mejor respuesta obtuvo a la fertilización a base de azufre son las que fueron tratadas con 40 ppm de S, y posteriormente la de 30, 20 ppm de S y finalmente el testigo. No ocurre lo mismo en lo referente a la valoración nutritiva del alimento en el cual el tratamiento que mejor respuesta obtuvo a la fertilización azufrada fue el de 20 ppm de S, esto se debe a que este tuvo un incremento de 2 % de proteína en los análisis químicos realizados mostrando un porcentaje de 17.8 %, además este tratamiento mostró un incremento de 2 lt en la producción diaria de leche en relación a los otros tratamientos y al testigo que fue en base a rechazo de banano.

IX. SUMMARY

In the Tunshi Experimental Station which belongs to the Chimborazo Higher Education Polytechnic School (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) Zootechny Engineering School, Livestock Sciences Faculty, quality and production of hydroponics barley green forage using three sulfer levels (20, 30, 40 ppm) plus a control and their response in crossbred Holstein cows in the first third of lactation, with weights approximately equal and as standard as possible, were evaluated. The investigation was divided into three stages: Hydroponics

Green Forage Production, Nutrive evaluation of this feed and their response in Dairy Cattle. The seed and later the plant that yielded the best response on fertilizing with sulphur are those which were treated with 40 ppm sulphur and later those with 30, and 20 ppm sulphur and finally the control.

It does not occur the same with the feed nutritive evaluation in which the treatment that had the best response upon fertilizing with sulphur was 20 ppm S. This is due to the fact that the latter had a 2 % protein increase in the chemical analyses, showing a 17.8 %, moreover this treatment showed a 2 lt increase in the daily milk production as related to the other treatments and the control which consisted of banana surplus.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, I. 1999. Sugerencias para enfrentar mejor la crisis. Revista del Plan Agropecuario N° 89. Montevideo, Uruguay.
2. Arano, C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos Aires, Argentina.
3. Boerger A. Fertilización de Pasturas. Editorial Dirección General de
4. Carámbula, M; Terra, J. 2000. Las Sequías: Antes, durante y después. INIA, Treinta y tres. Montevideo, Uruguay.
5. Carrasco, G; Izquierdo. J. 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala: La Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante ("NFT"). FAO- Univ. de Talca. Santiago, Chile.

6. Cooke G. Fertilización para Rendimientos Máximos. Editorial Continental. México. 1992.
7. Chang, M; Hoyos, M; Rodríguez, A., 2000. Producción de Forraje Verde Hidropónico. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú.
8. Dosal Aladro, J.J.M. 1987. Efecto 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.
9. Herrera V. Respuesta de una pastura a la fertilización química complementaria con Calcio y Azufre. Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador. Quito. 1999
10. Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
11. Lomelí Zúñiga, H. 2000. Agrocultura. México.
12. Martínez, E. 2001. Comunicación Personal. Maldonado. Uruguay.
13. Marulanda, C; y Izquierdo, J. 1993. Manual Técnico "La Huerta Hidropónica Popular". FAO-PNUD. Santiago, Chile.
14. Voisin A. Productividad de la hierba. Editoriales Tecnos. Madrid. 1974.

GRÁFICO N° 02. TIEMPO AL INICIO DE LA GERMINACIÓN (días)

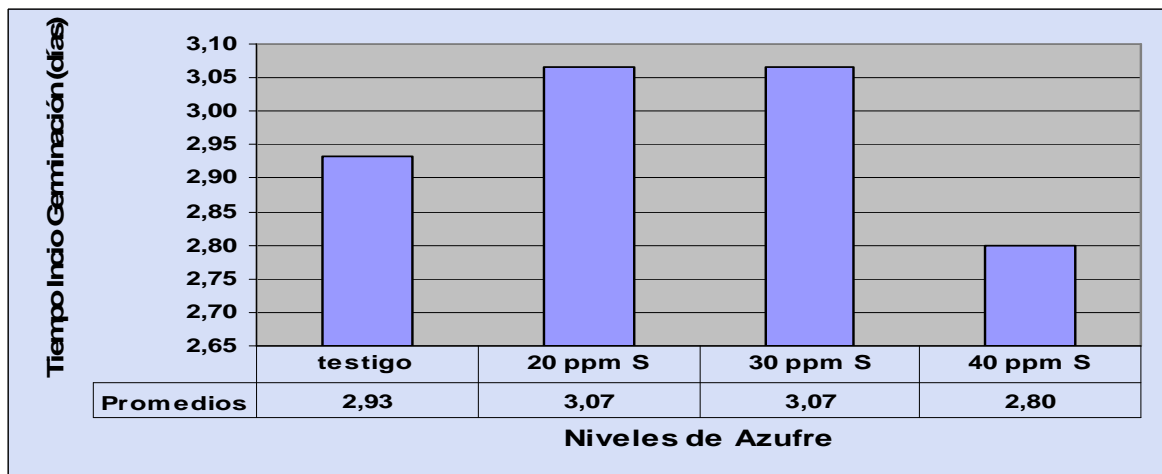


GRÁFICO N° 03. PORCENTAJE DE GERMINACION DE LA SEMILLA DE CEBADA

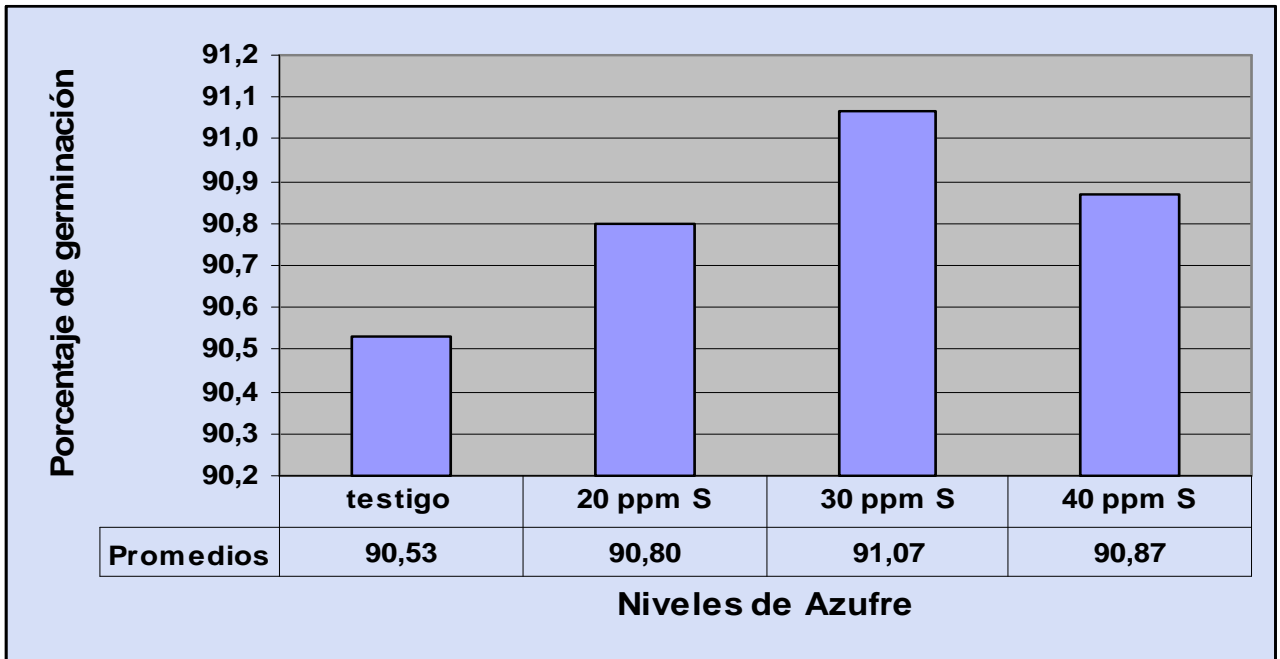


GRÁFICO N ° 04. TIEMPO AL APARECIMIENTO DE LAS PRIMERAS HOJAS

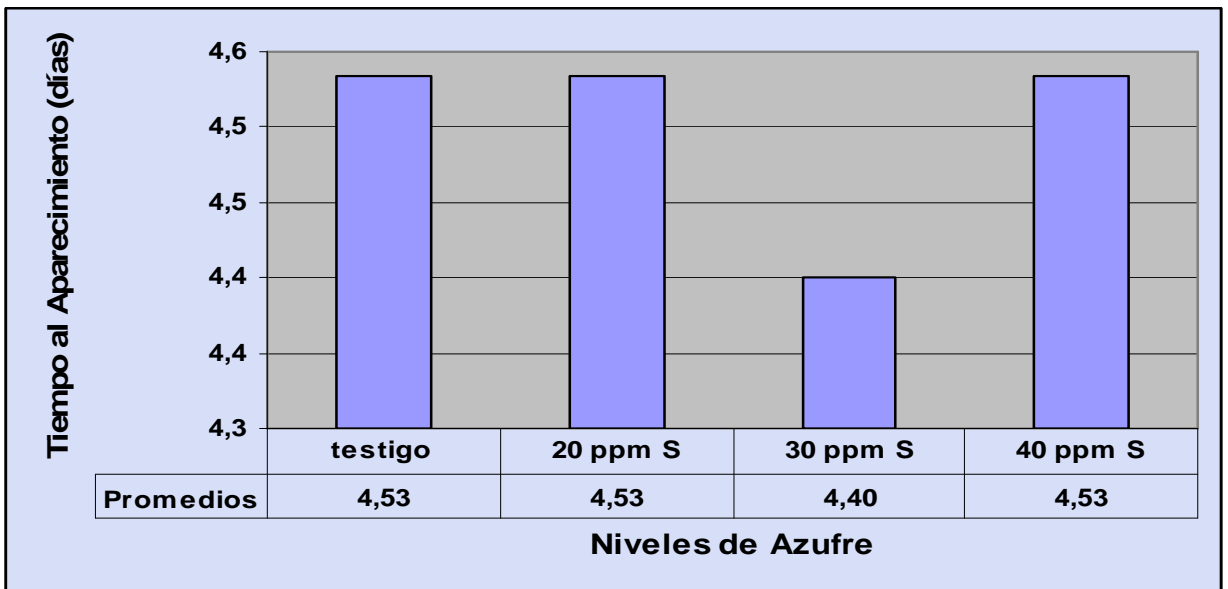


GRAFICO N ° 05 PRODUCCION DE BIOMASA TOTAL

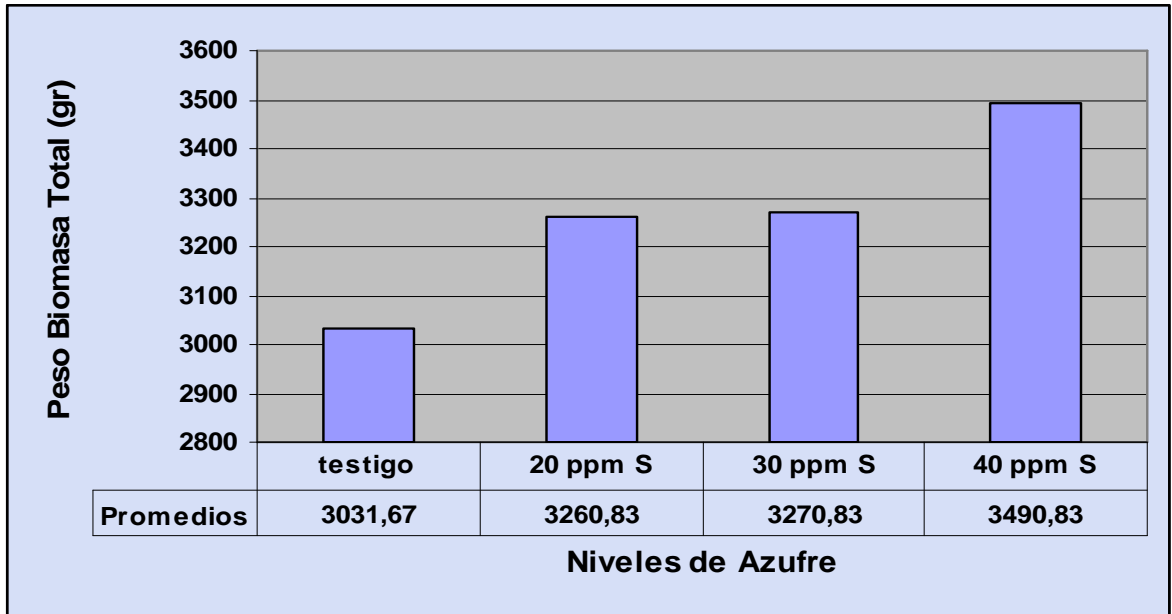


GRAFICO N ° 06. PRODUCCION DE BIOMASA CAULINAR

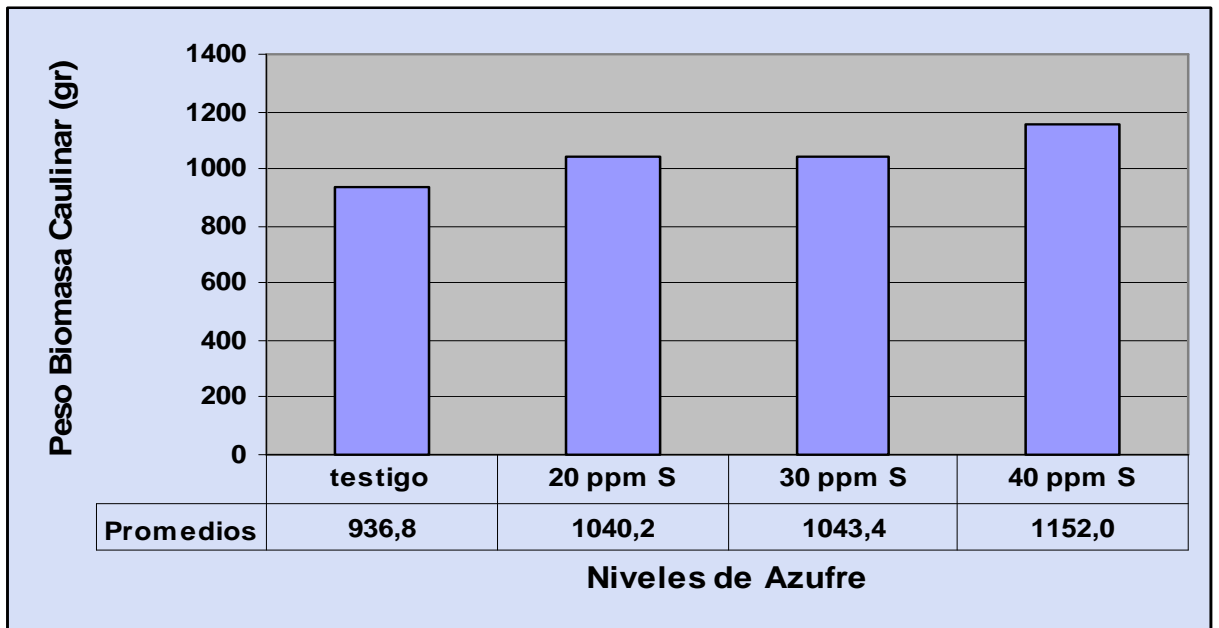


GRAFICO N ° 07 PRODUCCION DE BIOMASA RADICULAR

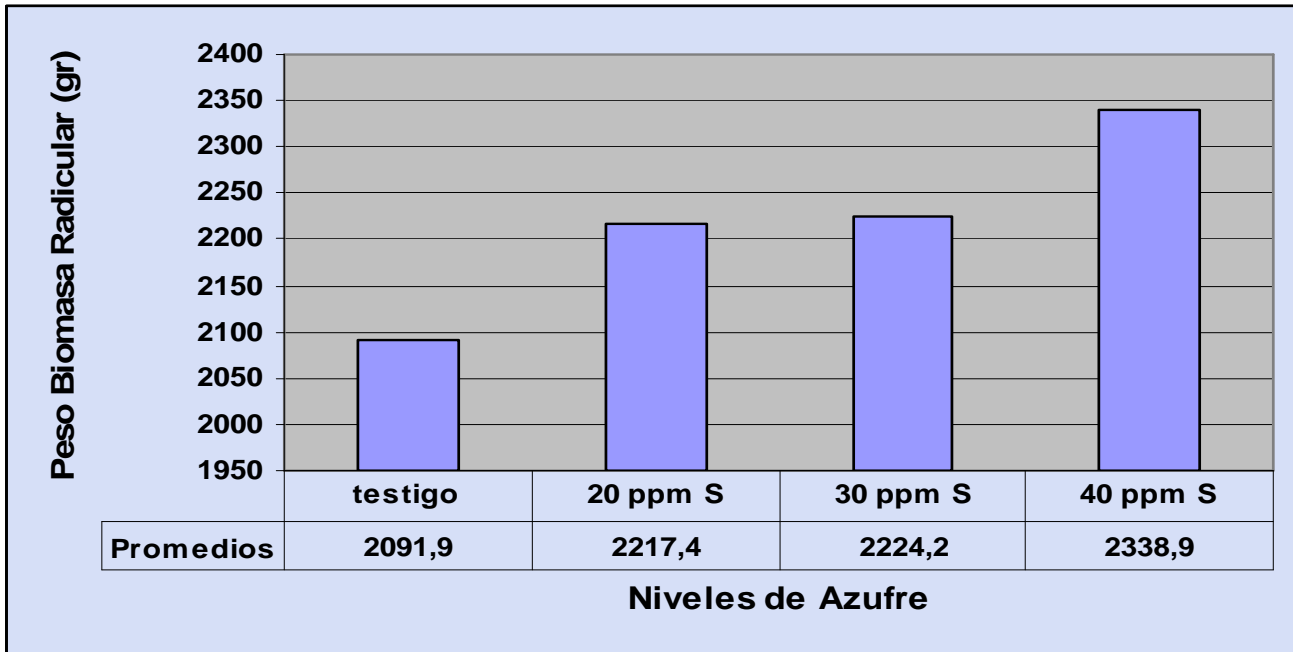


GRAFICO N ° 08 LONGITUD PROMEDIO DEL TALLO (cm)

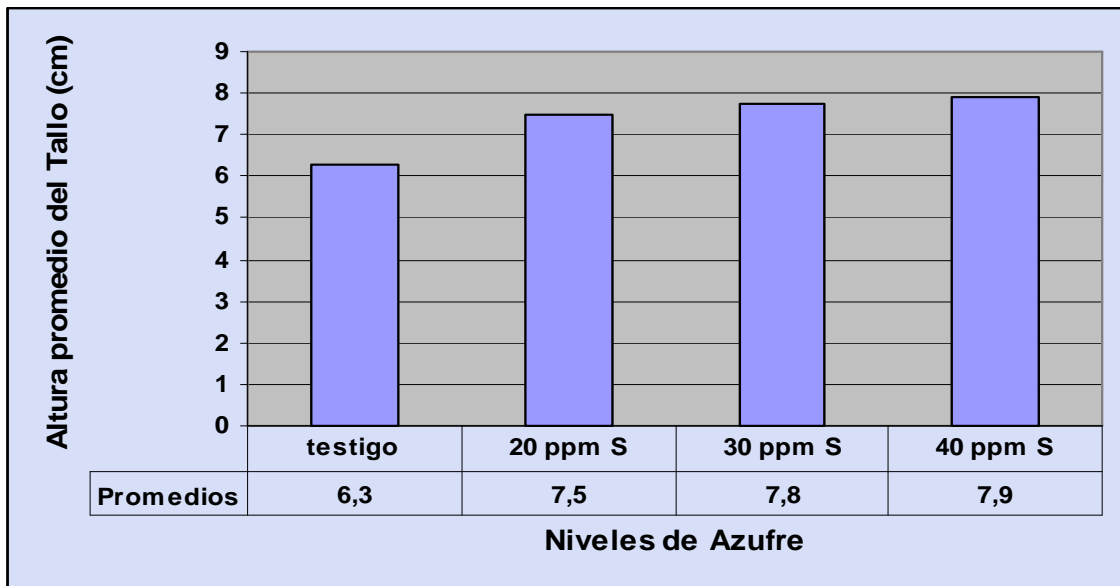


GRAFICO N ° 09 LONGITUD PROMEDIO DE LA RAIZ (cm)

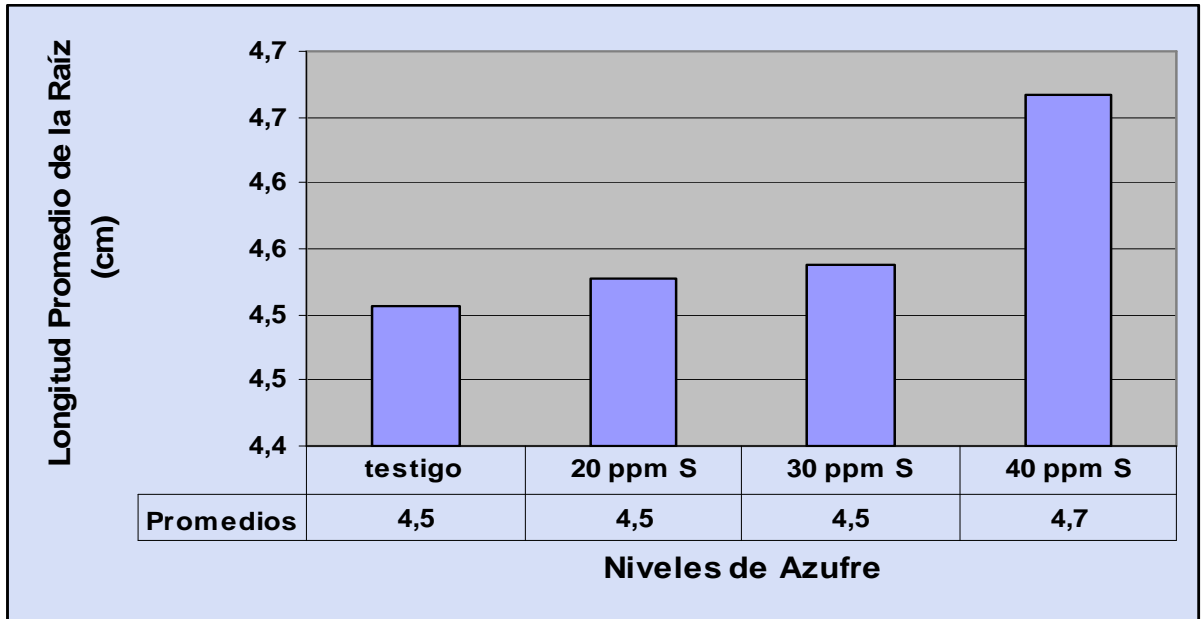


GRAFICO N ° 10. ALTURA DEL TALLO A LOS 15 DÍAS DE ESTABLECIDO (cm).

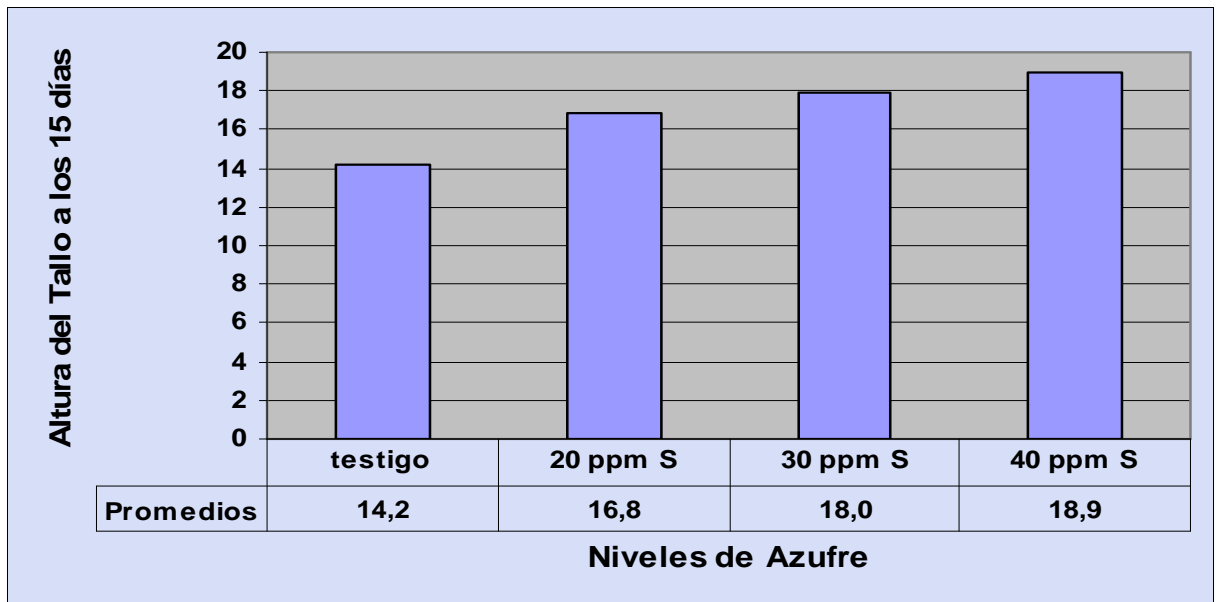


GRAFICO N ° 11 LONGITUD DE LA RAÍZ A LOS 15 DÍAS DE ESTABLECIDA.

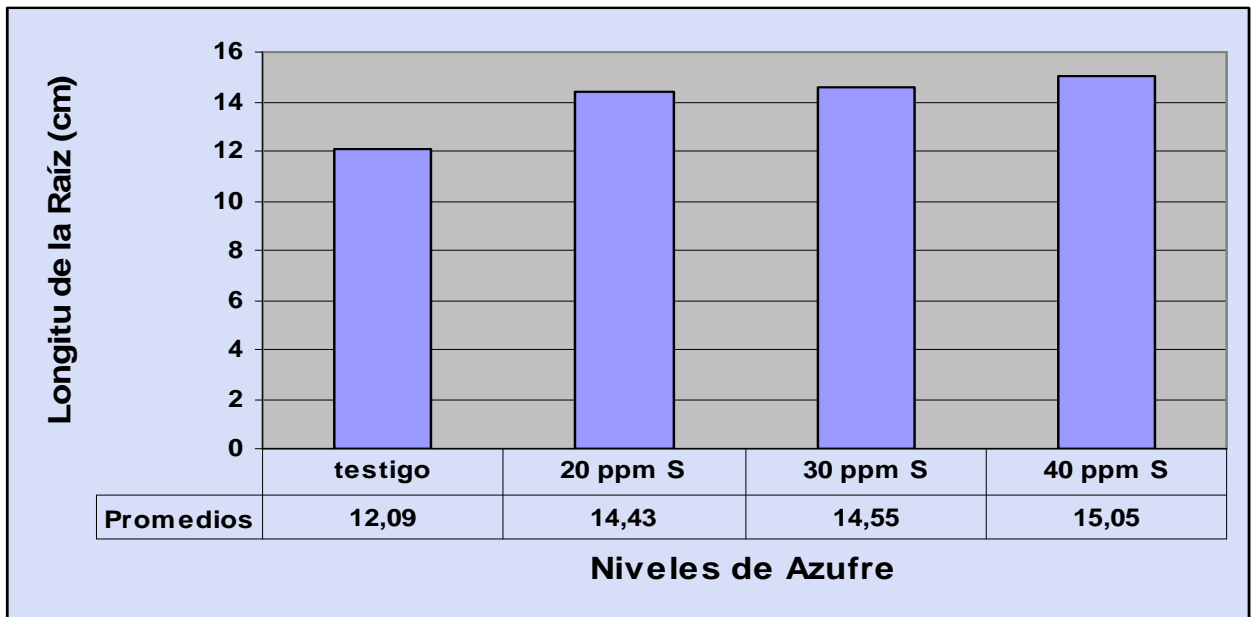


GRAFICO N 12. INDICE DE CRECIMIENTO DEL TALLO (cm/día)

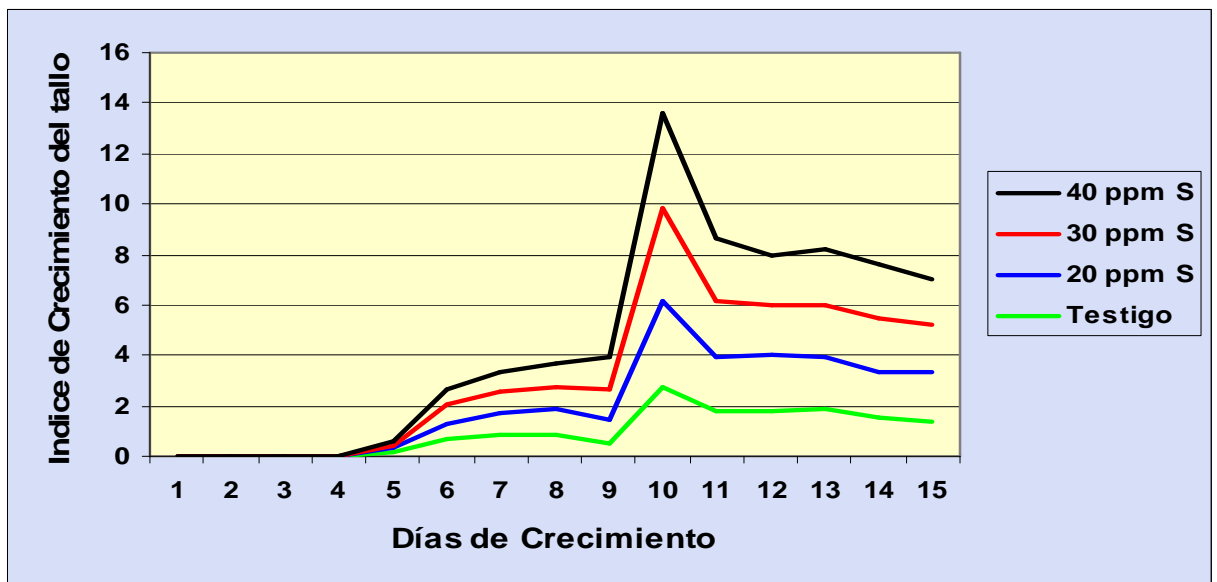


GRAFICO N 13. INDICE DE CRECIMIENTO DE LA RAÍZ (cm/día)

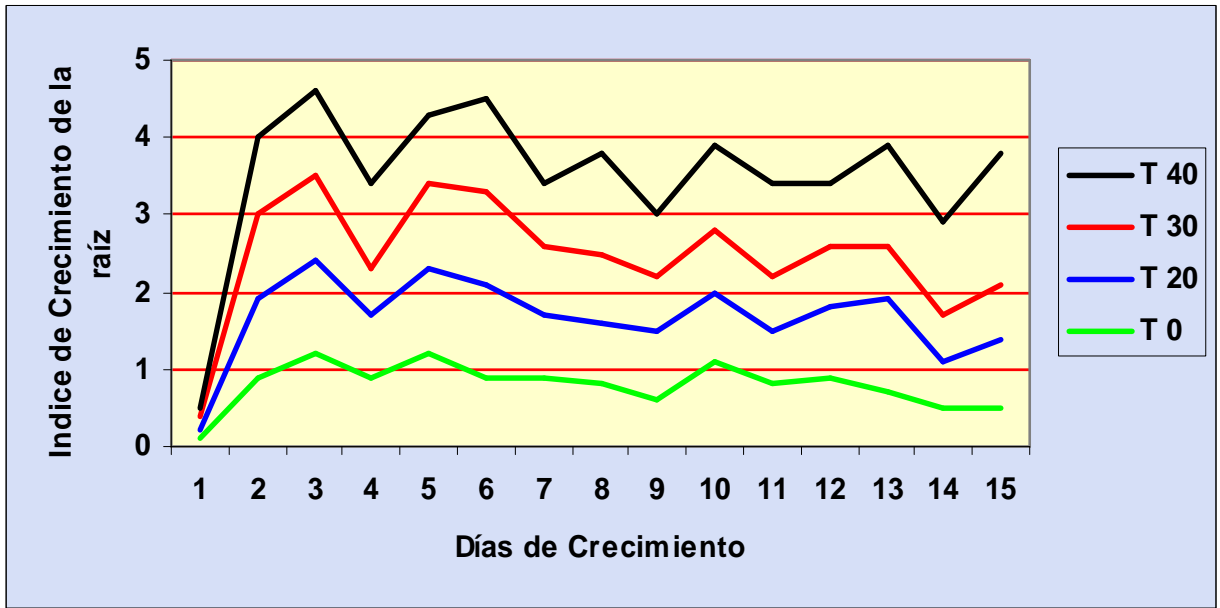


GRAFICO N ° 14. PORCENTAJE DE HUMEDAD

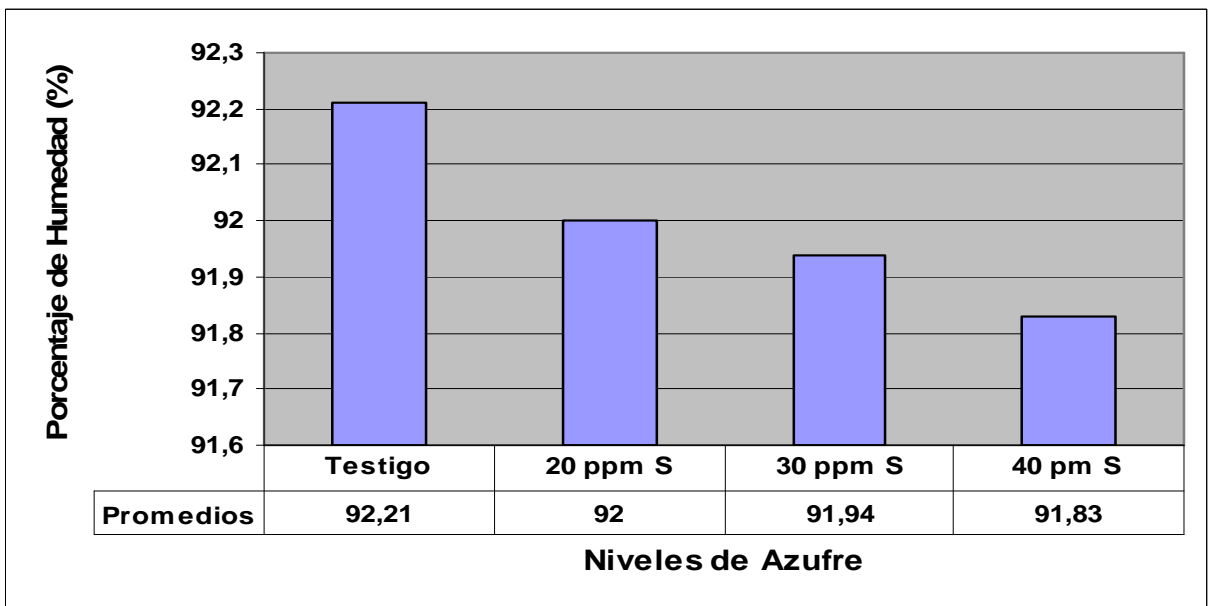


GRAFICO N ° 15. PORCENTAJE DE MATERIA SECA

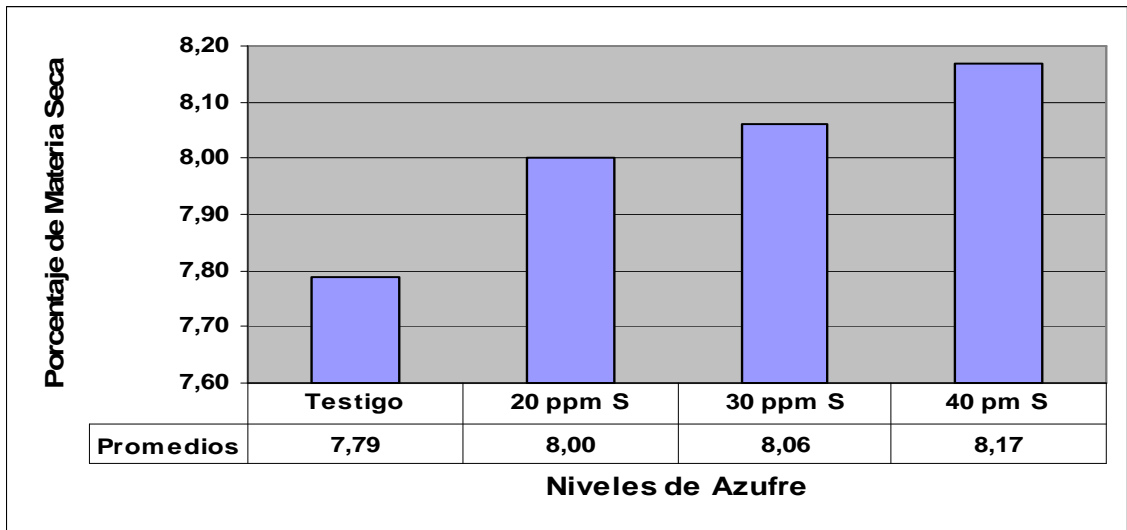


GRAFICO N ° 16. PORCENTAJE DE CENIZAS

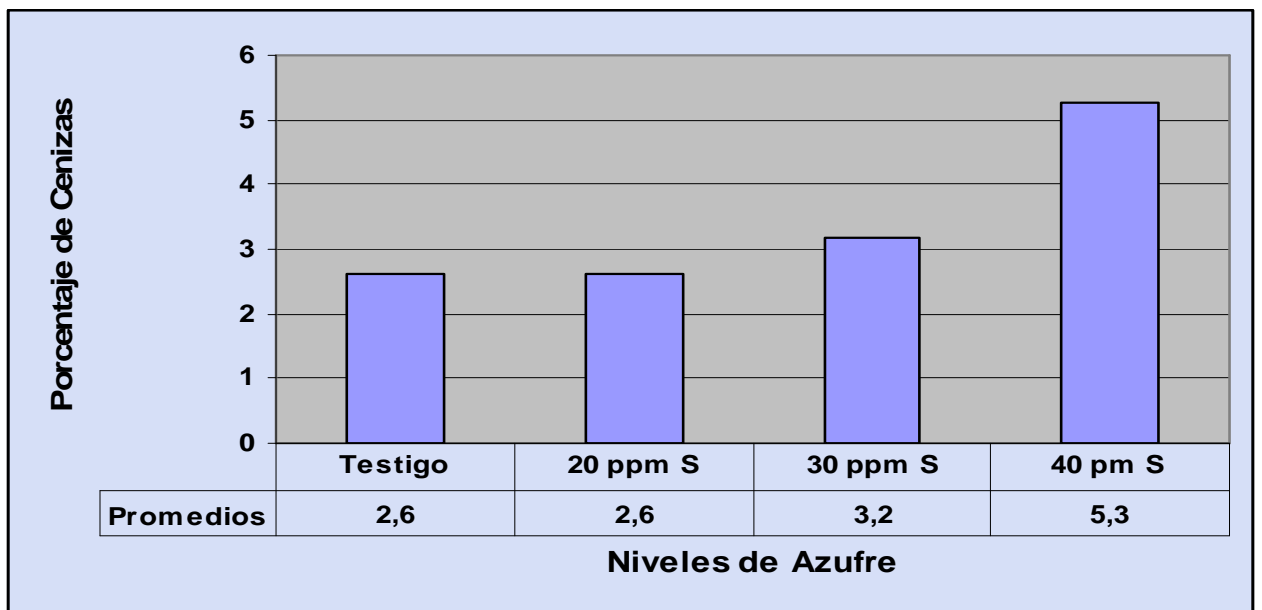


GRAFICO N ° 17. PORCENTAJE DE FIBRA

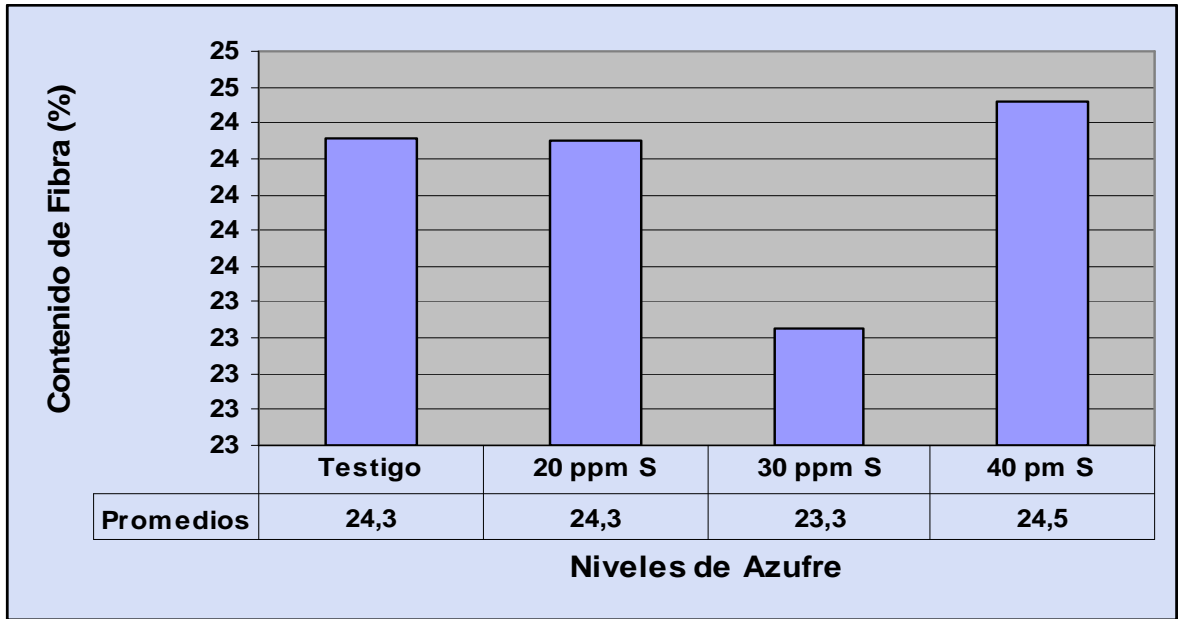


GRAFICO N ° 18. PORCENTAJE DE PROTEINA

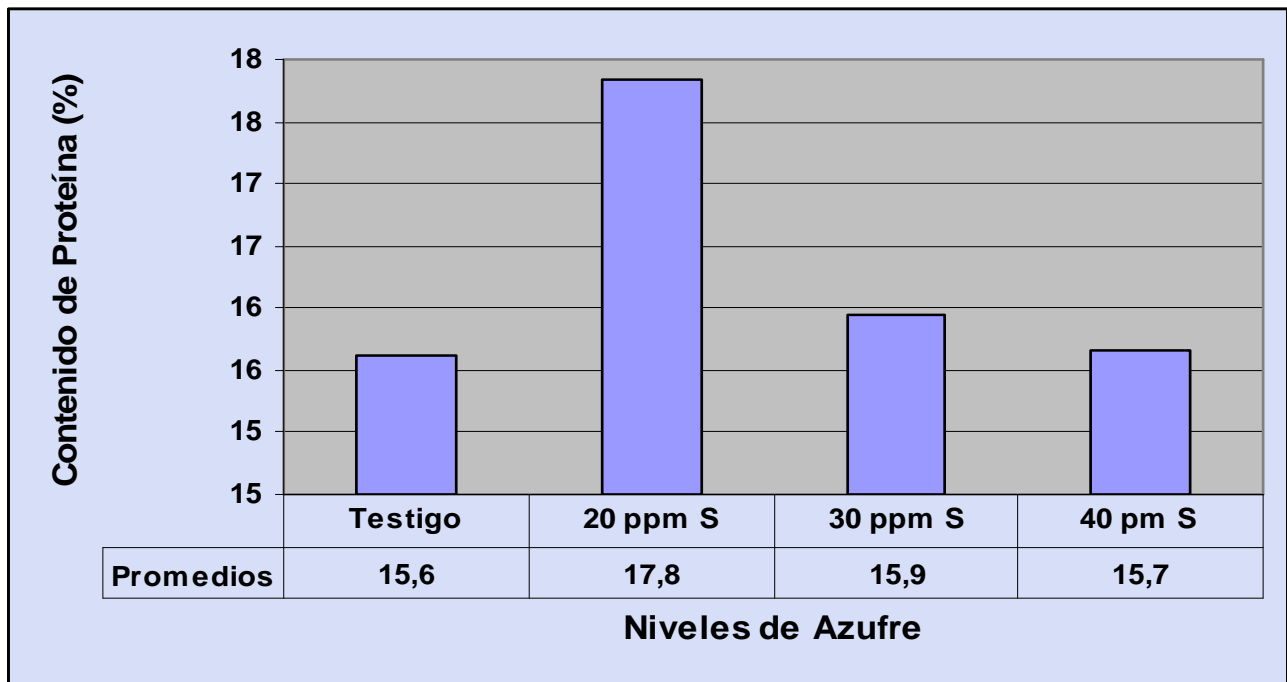


GRAFICO N ° 19 PORCENTAJE DE EXTRACTO ETereo

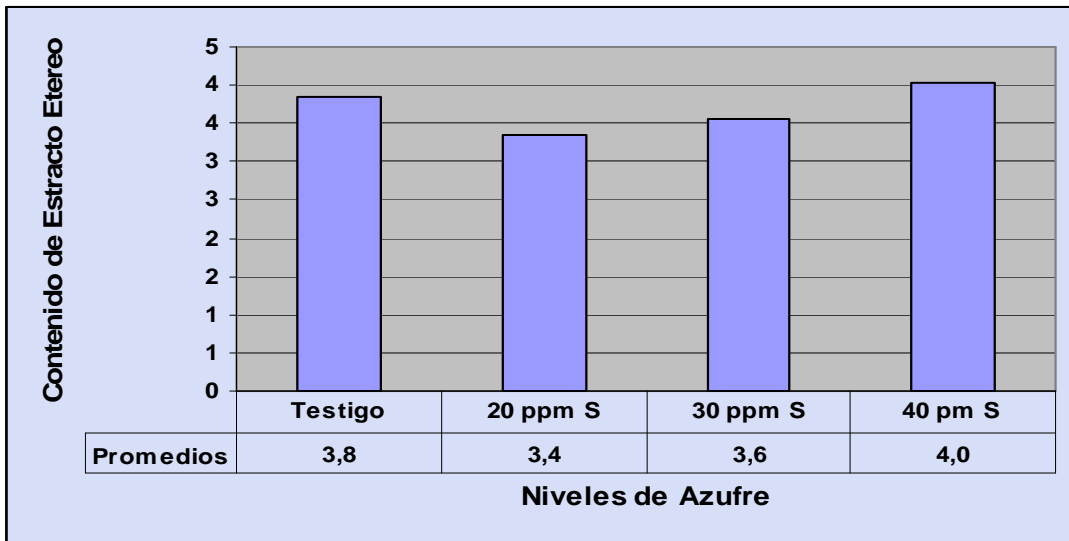


GRAFICO N ° 20. ENERGIA NETA DE LA LACTANCIA

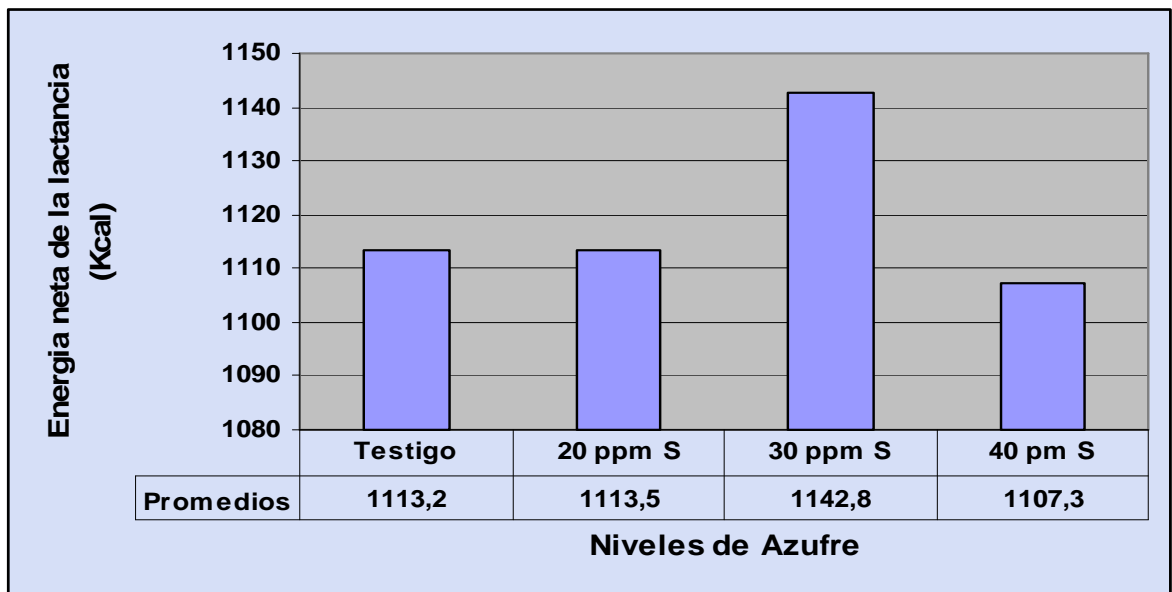


GRAFICO N ° 21. ENERGIA DE GANANCIA DE PESO

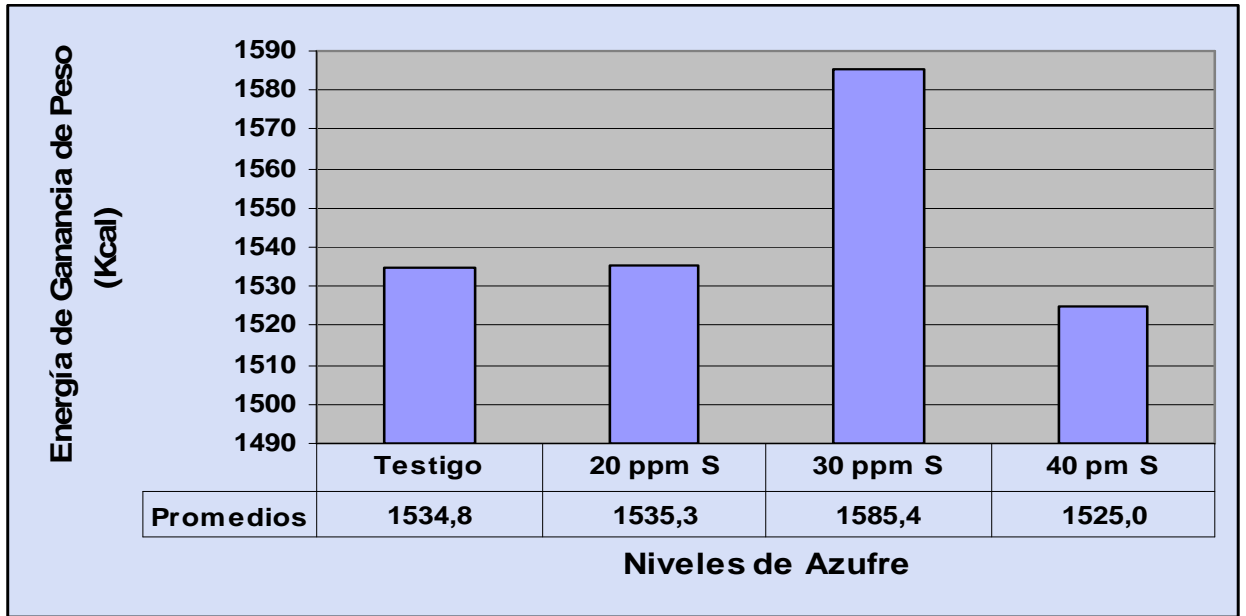


GRAFICO N. 22. ENERGIA METABOLIZABLE

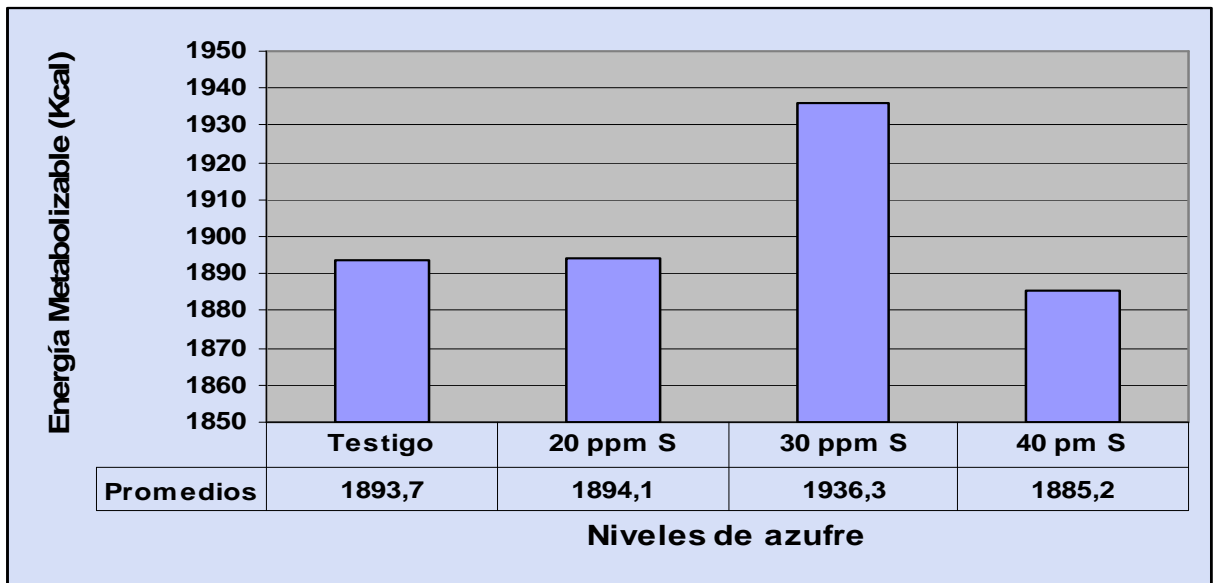
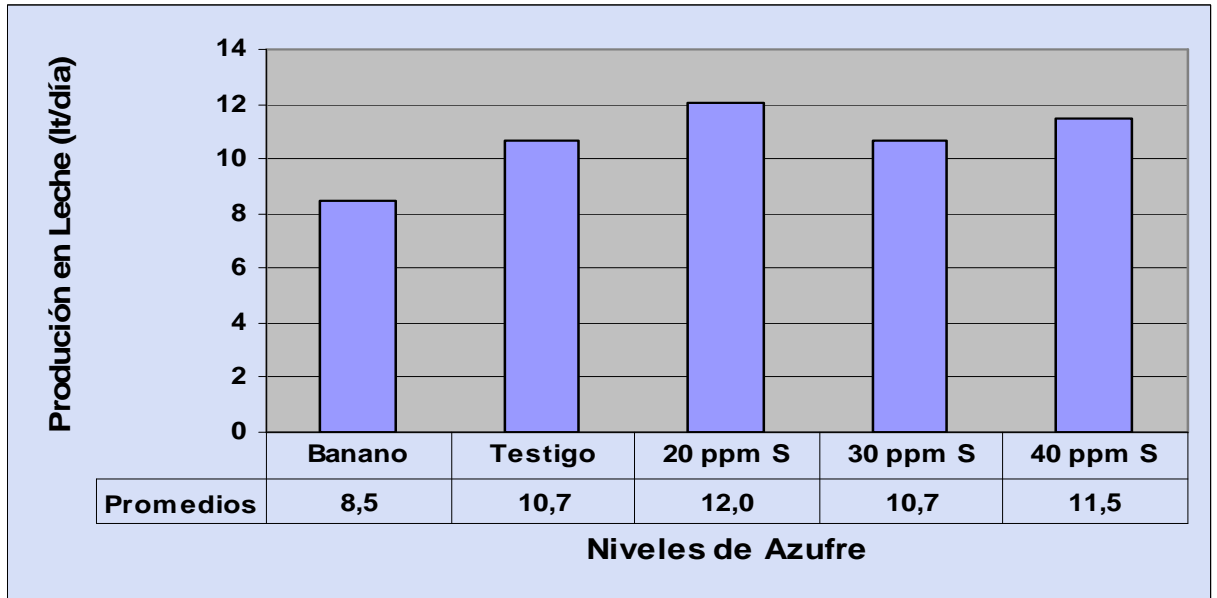


GRAFICO N. 23 PRODUCCION DE LECHE



ANEXOS