



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Especialidad en Ingeniería de invernaderos

Evaluación de avena, trigo y cebada para la producción de forraje verde hidropónico.

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de la
Especialidad Ingeniería de invernaderos

Presenta:

Luis Alonso Alvarez Aguiré

Dirigido por:

Esp. En Inv. Adán Mercado Luna

SINODALES

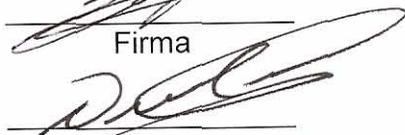
Esp. En Inv. Adán Mercado Luna
Presidente


Firma

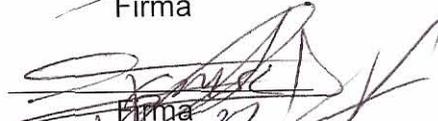
Dr. Enrique Rico García
Secretario


Firma

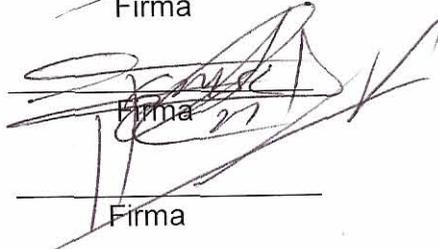
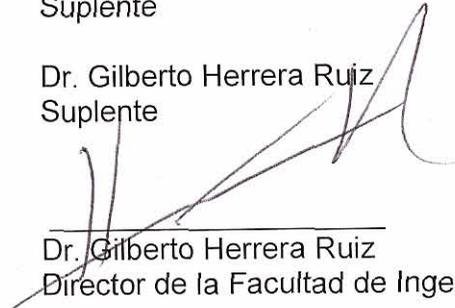
Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos
Vocal


Firma

M.C Genaro M. Soto Zarazúa
Suplente

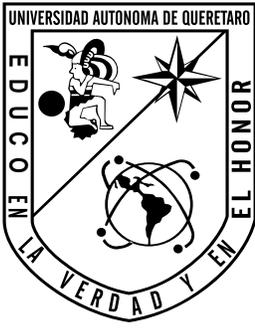

Firma

Dr. Gilberto Herrera Ruiz
Suplente


Firma
Dr. Gilberto Herrera Ruiz
Director de la Facultad de Ingeniería

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro., Agosto 2009
México



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE AVENA, TRIGO Y CEBADA PARA PRODUCCIÓN
DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LA :

ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE INVERNADEROS

PRESENTA

LUIS ALONSO ALVAREZ AGUIRRE

Expediente 186734

DIRIGIDO POR

ESP. EN INV. ADÁN MERCADO LUNA

C.U. SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO. AGOSTO DE 2009

DEDICATORIAS

A mi familia por el apoyo brindado durante toda la especialidad y durante el transcurso de mi vida ya que ellos han sido un fuerte pilar en mi formación tanto humana como académicamente. GRACIAS.

A mi prometida y su familia por el apoyo brindado durante este año de estudios.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia ya que de ellos he recibido el apoyo incondicional para lograr mi Meta.

A todo el personal del Campus Amazcala tanto académico como laboral por su apoyo y compañerismo mostrado durante toda mi estancia en la Universidad Autónoma de Querétaro.

ÍNDICE

Contenido	Páginas
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
III OBJETIVOS E HIPÓTESIS	9
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos particulares	9
3.3 Hipótesis	9
IV. METODOLOGÍA	9
4.1 Ubicación del área de estudio	9
4.2 Descripción del invernadero	10
4.3 Material vegetal utilizado	11
4.3.1 Variedad	11
4.4 Diseño experimental	11
4.5 Unidad experimental	15
4.6 Tamaño de muestra	15
4.7 Variables de estudio	16
4.7.1 Altura	16
4.7.2 Biomasa	16
4.8 Proceso de producción	17
4.8.1 Selección de las especies	17
4.8.2 Selección de semilla	17
4.8.3 Pesado de la semilla	17
4.8.4 Desinfección de las semillas	17
4.8.5 Remojo y germinación de semillas	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Altura	21
5.1.1 Medición de la altura en la primera fecha de muestreo	21
5.1.2 Medición de la altura en la segunda fecha de muestreo	21
5.1.3 Medición de la altura en la tercera fecha de muestreo	22
5.2 Biomasa	23
5.2.1 Producción de biomasa en la primera fecha de muestreo	23
5.2.2 Producción de biomasa en la segunda fecha de muestreo	23
5.2.3 Producción de biomasa en la tercera fecha de muestreo	24
5.2.4 Productividad de biomasa bajo un esquema de	25

fertilización químico en la tercera fecha de muestreo	
5.2.5 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico - químico en la tercera fecha de muestreo	25
5.2.6 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico en la tercera fecha de muestreo	26
5.3 Producción de proteína digestible bajo los tres esquemas de fertilización	27
5.4 Análisis de varianza para altura en el primer muestreo	27
5.4.1 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el primer muestreo	28
5.5 Análisis de Varianza para Altura en el segundo muestreo	29
5.5.1 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el segundo muestreo	29
5.6 Análisis de Varianza para Altura en el tercer muestreo	30
5.6.1 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el tercer muestreo	30
5.7 Análisis de varianza para biomasa en el primer muestreo	31
5.7.1 Comparación de pruebas múltiple rangos para biomasa en el primer muestreo	31
5.8 Análisis de varianza para biomasa en el segundo muestreo	32
5.9 Análisis de varianza para biomasa en el tercer muestreo	32
5.10 Análisis de varianza para proteína digestible en el tercer muestreo	32
5.10.1 Comparación de pruebas múltiple de rangos para proteína digestible para el tercer momento.	33
5.11 Proyección financiera de la producción de FVH de un modulo de 44.5m ²	34
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
VII. ANEXOS	37
VIII. LITERATURA CITADA	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Páginas
4.1 Ubicación geográfica del Campus Amazcala en el estado de Querétaro	10
4.2 Invernadero de FVH	11
4.3 Distribución de tratamientos	14
4.4 Cuadro muestreador	15
4.5 Medición de altura	16
4.6 Siembra en charolas	18
4.7 Cámara de germinación	19
4.8 Charolas colocadas en los “raquets”	19
5.1 Comportamiento de la altura en la primera fecha de muestreo	21
5.2 Comportamiento de la altura en la segunda fecha de muestreo	22
5.3 Comportamiento de la altura en la tercera fecha de muestreo	22
5.4 Comportamiento de la producción de biomasa en la primera fecha de muestreo	23
5.5 Comportamiento de la producción de biomasa en la segunda fecha de muestreo	24
5.6 Comportamiento de la producción de biomasa en la tercera fecha de muestreo	24
5.7 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización químico en la tercera fecha de muestreo	25
5.8 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico – químico en la tercera fecha de muestreo	26
5.9 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico en la tercera fecha de muestreo	26
5.10 Comportamiento de la producción de proteína digestible de los nueve tratamientos del tercer muestreo.	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
2.1 Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y del FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 centímetros de altura y 13 días de crecimiento	8
4.1 Sales para la solución química en 200 litros de agua	12
4.2 Humus y sales de fertilizantes para el complemento	13
4.3 a) Tratamientos a evaluar en la producción de FVH	13
4.3 b) Tratamientos a evaluar en la producción de FVH	14
4.4 Cantidad de semilla	17
4.5 Gasto de agua necesario para producir un kilogramo de materia seca de FVH	20
5.1 Análisis de Varianza para Altura	28
5.2 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el primer muestreo	28
5.3 Análisis de varianza para altura en el segundo muestreo	29
5.4 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el segundo muestreo	29
5.5 Análisis de varianza para altura en el tercer muestreo	30
5.6 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el tercer muestreo	30
5.7 Análisis de varianza para biomasa en el primer muestreo	31
5.8 Comparación de pruebas de múltiple rangos para biomasa en el primer muestreo	31
5.9 Análisis de varianza para biomasa en el segundo muestreo	32
5.10 Análisis de varianza para biomasa en el tercer muestreo	32
5.11 Análisis de varianza de proteína digestible para la tercera fecha de muestreo.	33
5.12. Comparación de pruebas múltiple de rangos para proteína digestible para el tercer muestreo	33
5.13. Indicadores financieros de la producción de FVH	34

RESUMEN

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) es una técnica para producir alimento vivo para el ganado, adecuado para mitigar las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas. En esta investigación se evaluaron tres especies bajo condiciones de invernadero, Trigo (*Genus triticum*), Avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*), con el objetivo de determinar su producción bajo tres esquemas de nutrición: Solución nutritiva estándar (200 ppm de nitrógeno) propuesta por la FAO (2001), Solución orgánica a base de humus líquido de lombriz al 50% (100 ppm de nitrógeno), y Solución combinada de 200 ppm de nitrógeno del humus de lombriz más elementos químicos (Ca, P, Fe, Cu) para complementar la dosis. La unidad experimental consistió de 12 charolas de 0.1352 m²/charola. Las muestras fueron tomadas en un 10% (0.0143 m²) del área total en las 216 charolas. El diseño experimental empleado fue Completamente Aleatorizado con nueve tratamientos y dos repeticiones. Las variables de estudio fueron la altura de planta, biomasa y proteína digestible. La toma de datos se realizó en a los 4, 8 y 11 días después de la germinación (ddg) de la semilla. Las alturas de planta mayores fueron obtenidas con la cebada y nutrición orgánica-química con una media de 19.4 cm, mientras que la producción de biomasa fue mayor en avena con nutrición química con 4.8 kg/m². El mayor contenido de proteína digestible fue para la cebada con nutrición química con un valor medio de 19%. Estos datos concuerdan con investigaciones de la FAO (2001) donde reportan datos similares a los encontrados en esta investigación, por lo que se concluye que esta técnica de producción es una alternativa para la nutrición animal.

Palabras clave: Forraje verde hidropónico, fertilización orgánica-química, producción en invernadero.

ABSTRACT

Hydroponics Green Forage Production (HGF) is a technique for the production of fresh food for animals, appropriate to mitigate the main difficulties in arid and semiarid areas. Three crops, Wheat (*Genus triticum*), Oats (*Avena sativa*) and Barley (*Hordeum vulgare*) were evaluated under greenhouse conditions, with the objective of determining their production with three nutrition schemes: Standard nutrition solution (200 ppm N) as proposed by FAO (2001), Organic solution based on earthworms liquid humus at 50% (100 ppm N), and a combined solution of 200 ppm N from earthworms humus plus some chemical elements (Ca, P, Fe, Cu) as supplement. The experimental unit consisted of twelve 12 0.1352-m² pans. Samples were taken in 10% (0.0143 m²) of the total area from all 216 pans. The experimental design was a Complete Randomized experiment with 9 treatments and 2 replicates. The variables studied were plant height, biomass and true protein. Data collection was made at 4, 8 and 11 days after seed germination (dag). The tallest plants were recorded in Barley combined with organic-chemical nutrition with an average value of 19.4 cm, while the biomass production was greatest in oats with chemical nutrition producing 4.8 kg/m². The greatest true protein content was obtained for barley with chemical nutrition with a mean value of 19%. This data is in agreement with studies reported by FAO (2001), thus concluding this production technique is an alternative for animal nutrition.

Key words: Hydroponic green forage, organic-chemical fertilization, greenhouse production.

I. INTRODUCCIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) es una metodología para producir alimento para el ganado que resulta propicia para evadir las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje. Las zonas áridas han sido consideradas como terrenos marginales para el desarrollo del sector agropecuario, siendo las razones principales para esta consideración la escasez permanente de lluvia, alta evaporación, y suelos y aguas de riego de baja calidad. No obstante estas limitaciones, la creciente demanda de productos agropecuarios ha ocasionado que tanto la agricultura como la ganadería hayan sido introducidas en ecosistemas frágiles de zonas áridas y semiáridas, los cuales son muy susceptibles a la degradación y en donde es improbable sostener altos rendimientos de manera sostenible para intentar satisfacer las necesidades (Cassman, 1999; Young, 1999). En los últimos años, la actividad agropecuaria en estas zonas se ha incrementado notablemente; sin embargo, su expansión ha tenido lugar sin el debido control ecológico y las tecnologías comúnmente utilizadas no son las más apropiadas, provocando problemas de contaminación de suelos y mantos acuíferos (Endo *et al.*, 2000), agotamiento de agostaderos y la extinción de especies de flora nativa (Martínez- Balboa, 1981). Un sistema de producción agropecuario sostenible debe mejorar o al menos mantener los recursos naturales sin devaluarlos, y no generar situaciones que disminuyen la actividad ganadera, como por ejemplo la contaminación (Nardone *et al.*, 2004). Consecuentemente, la búsqueda de metodologías alternativas de producción de forraje en las cuales se considere el ahorro de agua, altos rendimientos por m² ocupado, calidad nutricional, flexibilidad en la transferencia y mínimos impactos negativos sobre el medio ambiente es de particular importancia. Por lo anterior es conveniente caracterizar diferentes especies para la producción de FVH con esquemas de nutrición alternativas que no esten directamente sujetos a la producción química es decir el poder utilizar insumos orgánicos como lo es el humus líquido de lombriz y obtener forrajes inocuos siendo estos un eslabón para obtener producciones de alimentos de calidad. Por lo tanto el objetivo de esta investigación es el evaluar el efecto de los tres esquemas de fertilización (químico, orgánico y combinado) en la producción de biomasa, altura de planta y proteína de tres especies (trigo, cebada y avena) bajo ambiente controlado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Desde un punto de vista nutricional, un alimento es todo producto que, por sus componentes químicos y por sus características organolépticas, puede formar parte de una dieta con el objeto de calmar el hambre, satisfacer el apetito y aportar los nutrientes que resultan necesarios para mantener el organismo en un estado de salud. Es decir, un alimento es un producto, natural o transformado, capaz de suministrar al organismo que lo ingiere la energía y las estructuras químicas necesarias para que pueda desarrollar sin problemas sus procesos biológicos (Gutiérrez Bello, 2000).

Los forrajes son el material vegetativo con el cual se sustenta al ganado, para transformarlos en productos de valores aprovechables para el consumo. Es de importancia la nutrición de los animales a lo largo de la evolución, los animales superiores han desarrollado una amplia diversidad de diseños de sus tractos gastrointestinales que les permiten su existencia sobre diversos tipos de vegetación. Todos los animales, incluido el hombre pueden digerir proteínas, grasas y azúcares sencillos (FAO, 2001).

El estudio de la hidropónia tiene una larga trayectoria de la que se tiene conocimiento, desde hace 382 a.c. pero la primera información escrita data de 1600, cuando el belga Jan Van Helmont documentó su experiencia acerca de que las plantas obtienen sustancias nutritivas a partir del agua, en 1699 el inglés John Woodward cultivo plantas en agua conteniendo diversos sustratos y encontró que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua obtenidas del suelo. Continuaron las investigaciones y fue en 1804 cuando, De Saussure expuso el principio de que las plantas están compuestas por elementos químicos obtenidos del agua suelo y aire (Forero, 2000).

Los científicos alemanes Sachs y Knop demostraron que las plantas podían cultivarse en un medio inerte humedecido con solución nutritiva y esto dio origen a la nutricultura. En los años siguientes se desarrollaron varias formulas básicas para el estudio de la nutrición vegetal: en 1915 Hoagland, 1919 Trelease y es hasta 1925 cuando la industria de los invernaderos se

interesa en la necesidad de cambiar la tierra con frecuencia para evitar problemas de estructura fertilidad y enfermedades (Forero, 2000).

A comienzos de los treinta W. F. Gericke catedrático de la Universidad de California llamó a este sistema "Hydroponic" palabra derivada de los vocablos griegos Hidro agua y Ponos Labor y esta técnica puede ser definida como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar el suelo, aunque usando un medio inerte como la grava, arena, vemiculita, piedra pómez, etc. (Fernández, 1998).

W.F. Gericke cultivó vegetales en hidroponia, demostrando su utilidad y proveyendo alimentos para las tropas norteamericanas estacionadas en las islas incultivables del Pacífico a comienzos de 1940 (Fernández, 1988).

Después de la segunda guerra mundial, los militares continuaron utilizando la técnica y establecieron un proyecto de 22 hectáreas en la isla de Chofu (Japón). Al paso del tiempo se extendió la técnica en plan comercial, y en los años 50, los países como Italia, Francia, España, Alemania, Israel, Australia y Holanda, la adoptaron también (Gutiérrez, 2000).

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional. Dentro del contexto anterior, el FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; otros rumiantes; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde. En innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficits alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para alimentación animal. Estos fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas,

nevadas, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales. Ejemplos dramáticos de estas situaciones han sido el "terremoto blanco" de nieve de 1995 en el Sur de Chile; la sequía de 6 meses en 1999 que afectó el Cono Sur de América Latina o la sequía que afectó significativamente desde los primeros meses del 2001 a la Vertiente Pacífico de Mesoamérica con resultados adversos sobre la seguridad alimentaria de la población, especialmente la de los pequeños agricultores localizados en zonas de laderas degradadas (Arano, 1998).

Asimismo, el frecuente anegamiento de los terrenos por exceso de precipitaciones limita por períodos prolongados la disponibilidad de alimento verde fresco por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso o de producción. Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuenten muchas veces con suficientes reservas de pasturas, henos o ensilados. Ello redundaría en la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permitan paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos o de animales menores. Frente a estas circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de FVH (Ñíguez, 1988; Santos, 1987; y Dosal, 1987).

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o "green fodder hydroponics" es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal (FAO, 2001).

En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo (Adams, 1994).

Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1960; y Níñez, 1988).

El forraje hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos que se realiza durante un periodo de 9 a 15 días. Pretendiendo que el grano germinado alcance una altura promedio de 25 centímetros (FAO, 2001).

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Hidalgo,1985; Morales, 1987).

La hidroponía se basa en la producción de plantas en soluciones nutritivas líquidas a base de fertilizantes sintéticos en lugar de utilizar el suelo como sustrato. La mayoría de los trabajos han centrado su aplicación en vegetales y hortalizas, no obstante orientado hacia la producción de alimento para ganado y otras especies animales generando el forraje verde hidropónico que es altamente nutritivo, rico en enzimas y vitaminas que se pueden

desarrollar a escalas industriales que aumentarían el rendimiento por área (Mooney, 2005).

Müller y colaboradores (2005), mencionan que una edad de cosecha adecuada del cultivo puede estar entre 16 y 20 días de acuerdo a las necesidades del productor, sin pasar ese periodo de tiempo. Durante el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de cambios que le permiten a la plántula en pocos días captar energía luminosa y a través de un proceso de crecimiento acelerado desarrollar su parte radicular y aérea con muy poco contenido de fibra y altos contenidos de aminoácidos en forma libre y que se aprovechan fácilmente por los animales (Valdivia, 1997).

Existen varios trabajos prácticos sobre los resultados de agregar a la dieta animal el forraje verde hidropónico (FVH) como son:

- Aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al suministrarles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (Morales, 1987).
- Ganancia de peso en cerdos con una alimentación en base a FVH “ad libitum” (Sánchez, 1996 y 1997).
- Aumento de producción en vacas lecheras a partir del uso del 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 y triticale (Sepúlveda, 1994).

El forraje verde hidropónico (FVH) es un alimento vivo en pleno crecimiento de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (FAO, 2001).

Con el forraje hidropónico se puede alimentar ganado vacuno, porcino, caprino, equino, cunícola y una gran cantidad de animales domésticos con excelentes resultados. Entre las ventajas que presenta el forraje hidropónico, se puede decir que: permite un suministro constante durante todo el año, se pueden emplear terrenos marginales, se reduce el desperdicio de agua, se

obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional, es completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, se puede dar un aumento en la fertilidad y la producción de leche (Money, 2005). En general, todas las ventajas que los animales puedan obtener de una buena alimentación.

Un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de los granos o alimentos concentrados por su equivalente de FVH (FAO, 2001).

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta (Lomelí, 2000), de lo cual se desglosan algunas ventajas:

Ventajas:

- Ahorro del agua: 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 kilogramo de materia seca. Alternativamente, la producción de un kilo de FVH requiere de dos a tres litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila dependiendo de la especie forrajera, entre un 12 a 18 % (Sánchez, 1997; Lomelli Zúñiga, 2000; Rodríguez, 2000). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.
- Eficiencia en el uso del espacio: El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.
- Eficiencia en el tiempo de producción: La producción de FVH apto para la alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días (FAO, 2001).
- Calidad de forraje para los animales: El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo el período de

crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (FAO, 2001), su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos como se observa en el Cuadro 2,1.

Nutriente o factor %	Grano	FVH
Matéria seca	91	32
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
Fibra detergente ácido	17.9	27.9
Hemicelulosa	17.8	28.2

Fuente: Dosal, 1987.

Cuadro 2.1. Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y del FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 centímetros de altura y 13 días de crecimiento.

Ante la creciente preocupación del uso indiscriminado de agroquímicos en los sistemas agrícolas, el enfoque que la agricultura ha tomado, esta dirigido al manejo de los recursos disponibles de una forma racional y sobre todo natural es decir producción orgánica, muchos países desarrollados han cambiado las estrategias del cultivo hacia aspectos que involucran el uso de elementos biológicos con el fin de producir alimentos en forma orgánica, lo cual confiere al producto obtenido un valor agregado que lo hace aún más atractivo para su compra y su consumo (Alarcón, 2000).

La tendencia a la agricultura sostenible se ha incrementado ya que contempla, por un lado, el mantenimiento del ambiente ecológico que involucran los diversos y el desarrollo de los aspectos relacionados con el continuo proceso de adaptación, cambio cultural y socioeconómico. Todo esto, mediante

el uso de prácticas de manejo que son ecológicamente sanas y que además de satisfacer las necesidades de producción contribuyen con la economía (Gliessman 1996).

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Objetivo General.

Evaluar el efecto de tres esquemas de fertilización (químico, orgánico y combinado) en la producción de biomasa, altura de planta y proteína de tres especies (trigo, cebada y avena) bajo ambiente controlado.

3.2 Objetivos Particulares.

Comparar el análisis bromatológico de las tres especies con el fin de conocer cual aporta mayor concentración de proteína digestible (%).

Comparar el análisis de biomasa (gr) de las tres especies bajo los diferentes esquemas de fertilización (químico, organico y orgánico-químico) con el fin de determinar cual aporta mayor cantidad.

3.3 Hipótesis.

La fertilización orgánico-químico aplicada a las especies de trigo, cebada y avena influye a una mayor producción de biomasa y proteína digestible que la fertilización química convencional.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del área de estudio

El experimento se desarrolló en el Campus Amazcala de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. El poblado de Amazcala pertenece al municipio del Marqués, Qro. (Figura 4.1a), el cual se localiza en el sector Suroeste del estado, entre los 20° 31' y 20° 58' de latitud Norte. Su

longitud se encuentra entre los 100° 09' y los 100° 24' del Oeste a 1850 m sobre el nivel del mar. Colinda al Oeste con el municipio de Querétaro, al Norte con el estado de Guanajuato, al Este con el municipio de Colón y al Sur con los municipios de Huimilpan y Pedro Escobedo. Las carreteras disponibles para llegar el poblado de Amazcala son la carretera 57, la carretera a Chichimequillas y la México libre (Figura 4.1b). La temperatura media oscila entre los 18 y los 24°C, con un clima predominante subtropical, templadosemieseco (INEGI, 2005).

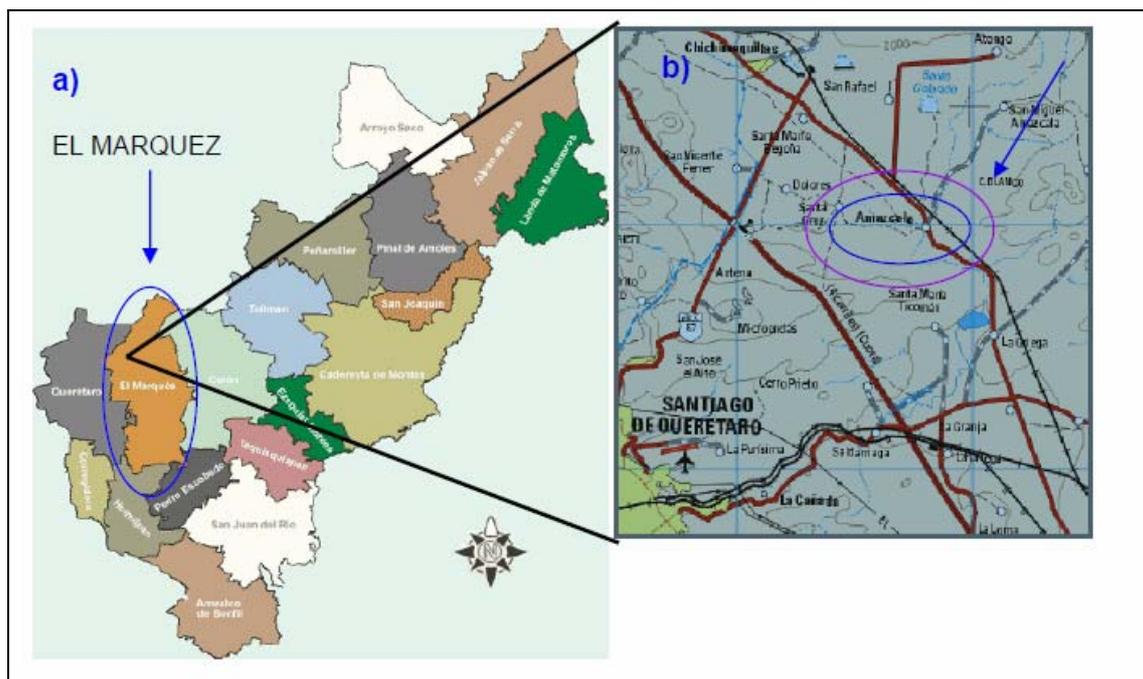


Figura 4.1. Ubicación geográfica del Campus amazcala en el estado de Querétaro,
a) Municipio El Marqués y b) poblado de Amazcala.

4.2 Descripción del invernadero

Se construyó un invernadero de 44.5 metros cuadrados (figura 4.2), con estructura de acero inoxidable, piso de cemento con un espesor de 10 centímetros, el invernadero se forro con plastico de 600 galgas y en las paredes se colocó malla antiafidos y de bajo de esta malla se colocó policarbonato, con una sola puerta corrediza y dentro del invernadero se ubico la sala de germinación la cual tiene 2.60 m de largo por 2.60 de ancho la cual se forro con plastico negro en las paredes y el techo se colocó doble malla sombra.



Figura 4.2 Invernadero de FVH.

4.3 Material vegetal utilizado

4.3.1 Variedad

Las semillas que se utilizaron fueron de: cebada (*Ordeum vulgare*) de la variedad Esmeralda, trigo (*Genus triticum*) de la variedad Salamanca y avena (*Avena vulgaris*) de la variedad Chihuahua.

4.4 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente aleatorio con dos repeticiones ya que el ambiente interno de nuestro invernadero es homogéneo, es decir las condiciones climáticas dentro del invernadero son iguales en todos los puntos.

Se evaluarán dos factores (tipo de fertilización y especie forrajera). El primero consistió en lo siguiente: Solución control (química): La solución control que utilizaremos es un estándar definido por la FAO, 2001. En una solución aforada a doscientos litros de agua y sus componentes son los que se denotan en el cuadro 4.1

Sales minerales	Formula química	Cantidad (gr)
Fosfato Monopotasico	$(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4$	32
Nitrato de Calcio	$\text{Ca} (\text{NO}_3)_2$	60
Nitrato de Potasio	KNO_3	60
Nitrato de magnesio	$\text{Mg} (\text{NO}_3)_2$	64
Sulfato de Magnesio	$\text{Mg SO}_4 * 7\text{H}_2\text{O}$	68
Ácido bórico	H_3BO_3	1.2
Quelato de fierro	FE 13%	16
Quelato de manganeso	Mn 13%	3
Quelato de zinc	Zn 14%	0.8
Quelato de cobre	Cu 14%	1
p.H: 6.3		c.e: 2.6

Cuadro 4.1 Sales para la solución química en 200 litros de agua.

Solución humus liquido de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*): Se mandó a analizar el humus producido en la granja del campus Amazcala (ver anexo 1) con el fin de saber el contenido de nutrientes y así poder definir la aplicación según la curva de demanda nutritiva. Esta demanda exclusivamente se defino con referencia al reporte del laboratorio ya que los contenidos que reportan son totales y esto quiere decir que no todo esta disponible pero al menos un 60% de lo reportado esta disponible ya que este porcentaje lo constituyen las cenizas, por lo cual si se tiene una relación de 50/6.33 entre amonio y nitratos, esto quiere decir que por cada parte de N que proviene de nitratos se aportan 7.9 partes de N proveniente de amonio de esta base se partio para decidir que la dosis resultante que se aplicó al experimento que fue de 25.3 litros de humus aforado a doscientos litros de agua con parametros de 6.3 de p.H y una c.e de 3.8 ya que si se aplicaba en mayores cantidades el humus podria ser toxico tanto para la planta como para el ganado.

Por último el tercer nivel es un complemento de químico a orgánico es decir que se le agregaron los nutrientes en deficiencia al humus con sales minerales de fertilizantes sintéticos constando de lo siguiente (cuadro 4.2).

Fertilizante	Formúla química	Cantidad
Humus	-----	50.6 litros
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	8.7 mililitros
Cloruro de calcio	CaCl ₂ *6H ₂ O	25 gramos
Quelato de fierro	Fe 13%	5 gramos
Quelato de cobre	Cu 14%	1 gramo
pH: 6.3		c.e: 6.8

Cuadro 4.2 Humus y sales de fertilizantes para el complemento.

El segundo factor es el de las especies vegetales que costarán de:

Avena, cebada y trigo; todos estos materiales son disponibles en la región.

Dada esta descripción de los factores las repeticiones y los tratamientos quedarán de la siguiente manera (cuadro 4.3 a y cuadro 4.3 b).

Repetición 1

Trat. 1 Trigo + orgánico	Trat. 2 Avena + orgánico	Trat.3 Cebada + orgánico
Trat. 4 Cebada + orgánico- químico	Trat. 5 Trigo + orgánico-químico	Trat.6 Avena + orgánico- químico
Trat. 7 Avena + químico	Tart. 8 Cebada + químico	Trat. 9 Trigo + químico

Cuadro 4.3 a) Tratamientos a evaluar en la producción de FVH.

Repetición 2

Trat. 1 Trigo + orgánico	Trat. 2 Avena + orgánico	Trat.3 Cebada + orgánico
Trat. 4 Cebada + orgánico- químico	Trat. 5 Trigo + orgánico-químico	Trat.6 Avena + orgánico- químico
Trat. 7 Avena + químico	Tart. 8 Cebada + químico	Trat. 9 Trigo + químico

Cuadro 4.3 b) Tratamientos a evaluar en la producción de FVH.

El experimento tuvo una duración de 11 días después de germinación (ddg), ya que a partir de este periodo de tiempo se gana biomasa pero decrece la proteína (FAO, 2001).

Nota: Las corridas de los experimentos se hicieron en una sola corrida ya que la disposición física del invernadero así lo dispuso.

El análisis estadístico del experimento se realizó con el software estadístico STAT graphics Centurión XV.

La distribución de los experimentos quedó de la siguiente manera (Figura 4.3.)

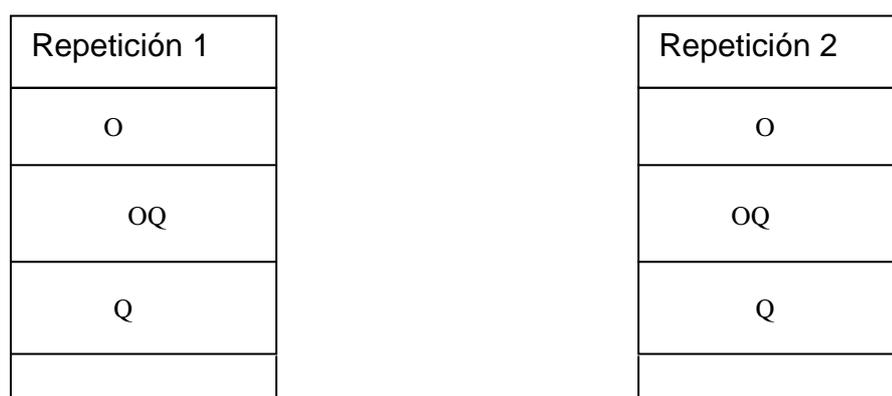


Figura 4.3. Distribución de tratamientos

Cabe recordar que los experimentos se realizaron en una sola corrida y dada esta situación lo que se expresa con la nomenclatura de la figura anterior

la Q representa la nutrición química, la O la nutrición orgánica y las letras OQ la combinación de los últimos 2.

4.5 Unidad experimental.

La unidad experimental fueron doce charolas de las siguientes dimensiones: 20 pulg. (Largo) x 10 pulg. (Ancho) x 2.5 pulg. (Altura). De color negro, rígidas sin orificios en la base de la misma.

4.6 Tamaño de muestra.

El tamaño de la muestra es un 10% de las charolas de un total de 216 charolas.

Para escoger la muestra se realizó un cuadro muestreador (figura 4.4) el cual comprende un 10% de la totalidad de la charola, esto expresado en unidades de área representa 0.01352 metros cuadrados de un total de 0.1352 m² el cuadro se arrojó a una distancia de un metro según el muestreo llamado Santa Cruz (Borrelli, *et. al* 2001) la charola y donde cayó se procedió a cortar con la ayuda de un exacto o cutter para realizar las medidas pertinentes.



Figura 4.4 Cuadro muestreador.

Cabe mencionar que las charolas muestreadas se escogieron al azar y fueron tres por tiempo de muestreo.

4.7 Variables de estudio.

4.7.1 Altura: Se procedió a extraer un 10 % de la charola para medir altura, el cuadro se colocó sobre una mesa plana para referenciar la altura tomando en cuenta la mayoría de plantas de crecimiento homogéneo, se midió con una regla graduada en centímetros, rígida de plástico con medición máxima de 30 centímetros como se muestra en la figura 4.5



Figura 4.5 Medición de Altura

4.7.2 Biomasa: Con la misma muestra que se tomó para altura se utilizó para determinar la biomasa con los siguientes pasos:

1. Se obtuvo el peso en fresco con la ayuda de una balanza granataria expresada en gramos.
2. Se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas (tratamiento, repetición y número de charola y fecha).
3. Las muestras se colocaron en una estufa RIOSSA Modelo HSF - 41 a 80 grados centígrados hasta llegar a peso constante (24 hrs aprox.).
4. Se sacaron las muestra y se procedió a pesarlas para obtener el peso seco.

En la última fecha se realizó la muestra para determinar proteína digestible, la cual consistió en tomar tres submuestras de cada en tres charolas haciendo estas una sola muestra, esto se hizo con el fin de homogeneizar lo más posible la muestra. Esta muestra se mandó al laboratorio para efectuar el análisis antes mencionado.

4.8 Proceso de producción.

Los Métodos de producción de FVH cubren un amplio espectro de posibilidades y oportunidades (FAO, 2001). Existen casos muy simples en que la producción se realiza en franjas de semillas pregerminadas colocadas directamente sobre plásticos de 1 metro de ancho, colocadas directamente sobre el piso hasta invernaderos en los cuales se han establecido bandejas en pisos múltiples.

La metodología planeada se basa según la FAO (2001) y consta de los siguientes pasos:

4.8.1 Selección de las especies: Granos utilizados en FVH: Los granos utilizados en el experimento fueron: Cebada, trigo y avena. Todos estos materiales son de la región.

4.8.2 Selección de semilla: En términos ideales se deberían utilizar la semilla de alta calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones de la región, disponibles y de probada germinación y rendimiento.

4.8.3 Pesado de la semilla: Los pesos que se tomaron para la semilla fue denotada por la cantidad de individuos que fueron 16000 ya que cada especie tiene diferente peso quedando de la siguiente manera (cuadro 4.4).

Especie	Gramos	No. De semillas
Avena	480	16,000
Cebada	640	16,000
Trigo	848	16,000

Cuadro 4.4 Cantidad de semilla

4.8.4 Desinfección de las semillas. Se realizó en una solución al 5 % de hidroxido de calcio (cal común) esto se hace con el fin de eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias (Rodríguez, Chang, Hoyos, 2000).

4.8.5 Remojo y germinación de semillas: La semilla previamente desinfectada como se menciona en el parrafo anterior se procedio a colocarlas en barriles para su remojo (imbibición) durante 12 horas posteriormente se drenaron. Esto es con el fin de asegurar un crecimiento inicial vigoroso del FVH.

Se colocó la cantidad de 16000 semillas en cada charola (figura 4.11) considerando que la disposición de la semilla no debe rebasar 1.5 cm de espesor y se pasaron a la sala de germinación durante un periodo de tres días.



Figura 4.6 Siembra en charolas

Una vez sembrada las semillas se colocaron en una cámara de germinado de una área de 5.75 m² (figura 4.12). Forrada en las paredes plástico de color obscuro con el fin de evitar la incidencia radiación solar, controlando al interior de esta la temperatura y humedad relativa tomando como óptimos 25 °C y 85% respectivamente.



Figura 4.7 Cámara de germinación.

Al observar el brote del embrión de la semilla se colocaron en los raques de crecimiento (figura 4.13), el riego de las bandejas se realizó por aspersión con la finalidad de mantener la humedad óptima (70 – 80 %) y evitar inundaciones las cuales pueden acarrear problemas de enfermedades hacia nuestro FVH.

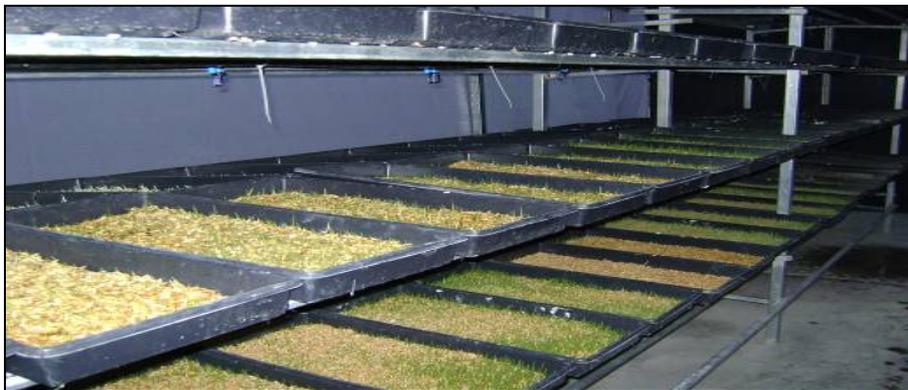


Figura 4.8 Charolas colocadas en los raquets.

El gasto de agua necesario para producir un kilogramo de materia seca de FVH de las diferentes especies estudiadas en el experimento son (cuadro 4.5).

Gasto (l)	Especie
13.07	Trigo
10.21	Avena
11.05	Cebada

Cuadro 4.5 Gasto de agua necesario para producir un kilogramo de materia seca de FVH

La aplicación de los diferentes tratamientos nutrimentales se comenzó a partir del cuarto día, en este instante el cultivo presentaba la aparición de la primera hoja verdadera y la cantidad que se les suministro fue de 200 ml de solución nutritiva por día/charola y así sucesivamente hasta la fecha de cosecha (once días).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Altura.

5.1.1 Medición de la altura en la primera fecha de muestreo.

En la primera fecha de muestreo la altura se comporto como se expresa en la figura 5.1 revelando que el mejor resultado se obtuvo con la interacción (fertilización - especie) orgánico – químico (200 ppm de N) mas cebada con una media de 13.9 cm, en contraste el peor tratamiento ((fertilización - especie)) fue el de orgánico (100 ppm de N) mas trigo con una media de 5.6 cm.

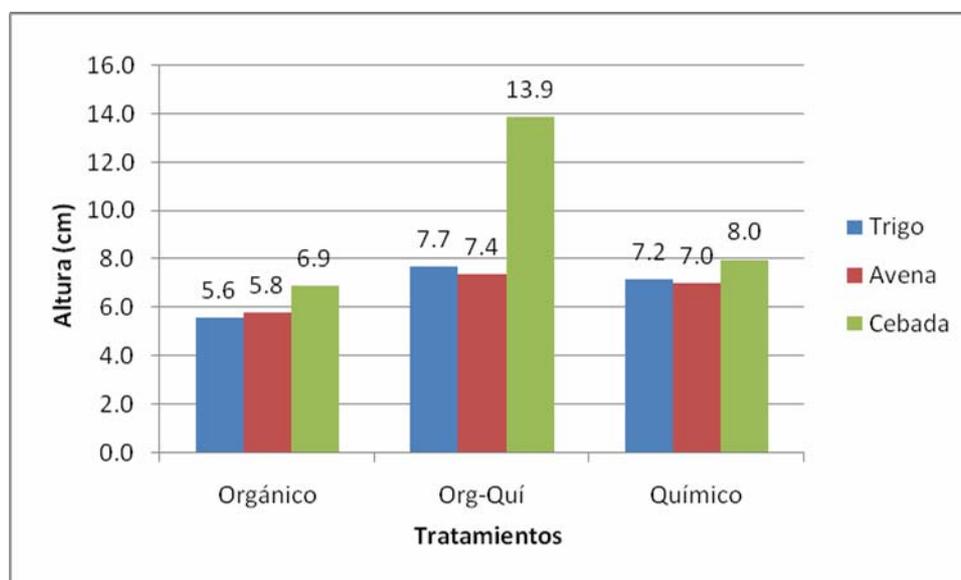


Figura 5.1 Comportamiento de la altura en la primera fecha de muestreo.

5.1.2 Medición de altura en la segunda fecha de muestreo.

En la segunda fecha de muestreo la altura se comporto como se expresa en la figura 5.2 revelando que el mejor resultado se obtuvo con la interacción (fertilización - especie) químico (200 ppm de N) mas cebada con una media de 17.1 cm, en contraste el peor tratamiento ((fertilización - especie)) fue el de orgánico (100 ppm de N) mas trigo con una media de 9.6 cm.

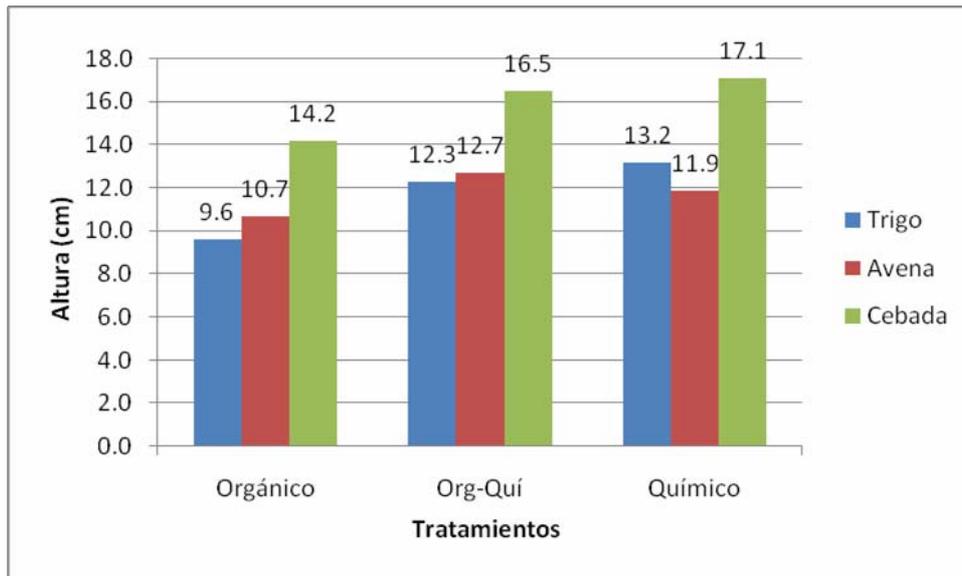


Figura 5.2 Comportamiento de la altura en la segunda fecha de muestreo.

5.1.3 Medición de altura en la tercera fecha de muestreo.

En la tercera fecha de muestreo la altura se comporto como se expresa en la figura 5.3 arrojando que el mejor resultado se obtuvo con la interacción (fertilización - especie) químico (200 ppm de N) mas cebada con una media de 19.9 cm, en contraste el peor tratamiento (fertilización - especie) fue el de orgánico (100 ppm de N) mas trigo con una media de 10.2 cm.

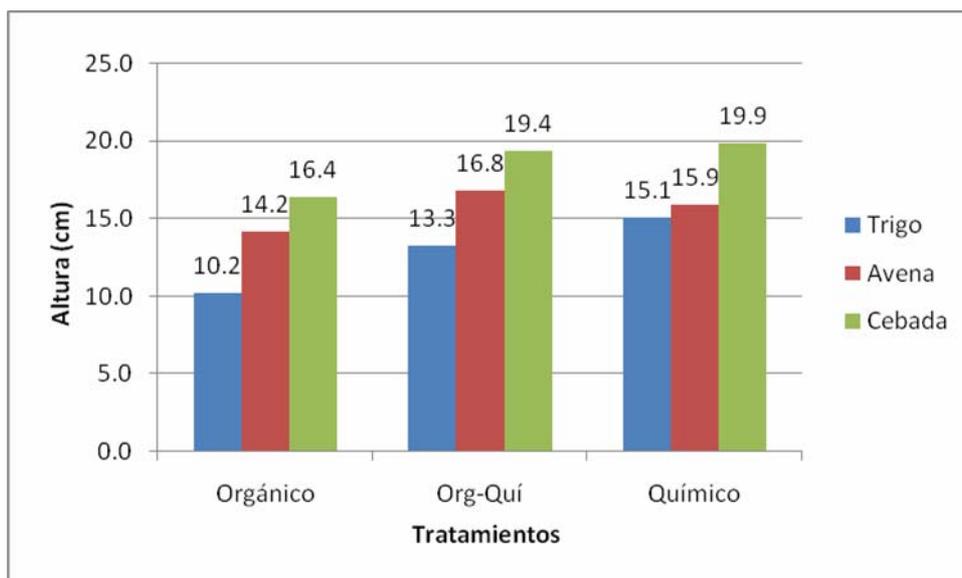


Figura 5.3 Comportamiento de la altura en la tercera fecha de muestreo.

5.2 Biomasa.

5.2.1 Producción de biomasa en la primera fecha de muestreo.

El comportamiento de la producción de biomasa se observa en la figura 5.4 de la cual podemos deducir que la variedad trigo bajo un esquema de fertilización orgánico – químico (200 ppm de N) se comporto mejor con una media de producción de 43.9 gr, en contraste con el peor tratamiento que fue el de la especie cebada mas la fertilización orgánico – química (200 ppm de N) con una media de producción de 35.0 gr.

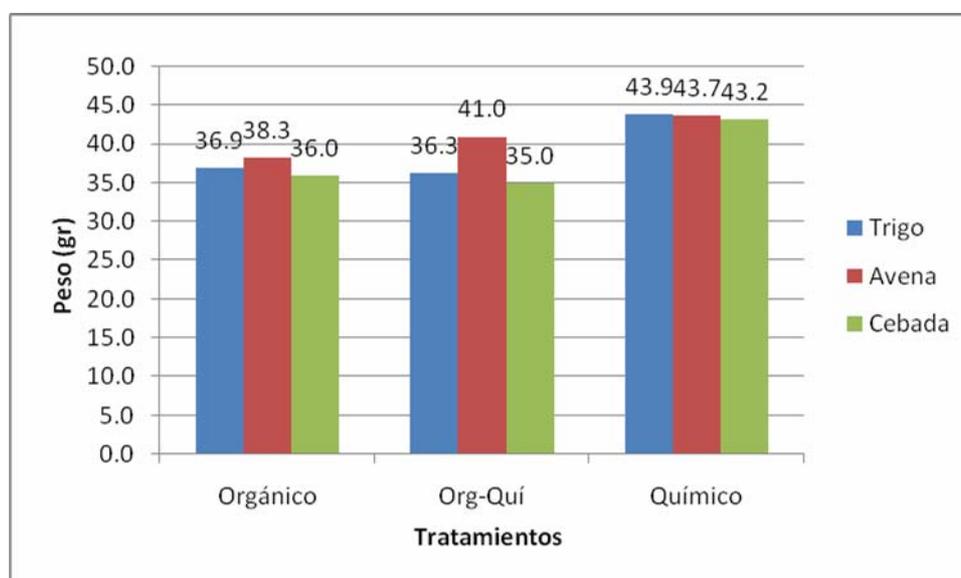


Figura 5.4 Comportamiento de la producción de biomasa en la primera fecha de muestreo.

5.2.2 Producción de biomasa en la segunda fecha de muestreo.

El comportamiento de la producción de biomasa se observa en la figura 5.5 de la cual podemos deducir que la variedad trigo bajo un esquema de fertilización químico (200 ppm de N) se comporto mejor con una media de producción de 48.6 gr, en contraste con el peor tratamiento que fue el de la especie cebada mas la fertilización orgánico – química (200 ppm de N) con una media de producción de 36.9 gr.

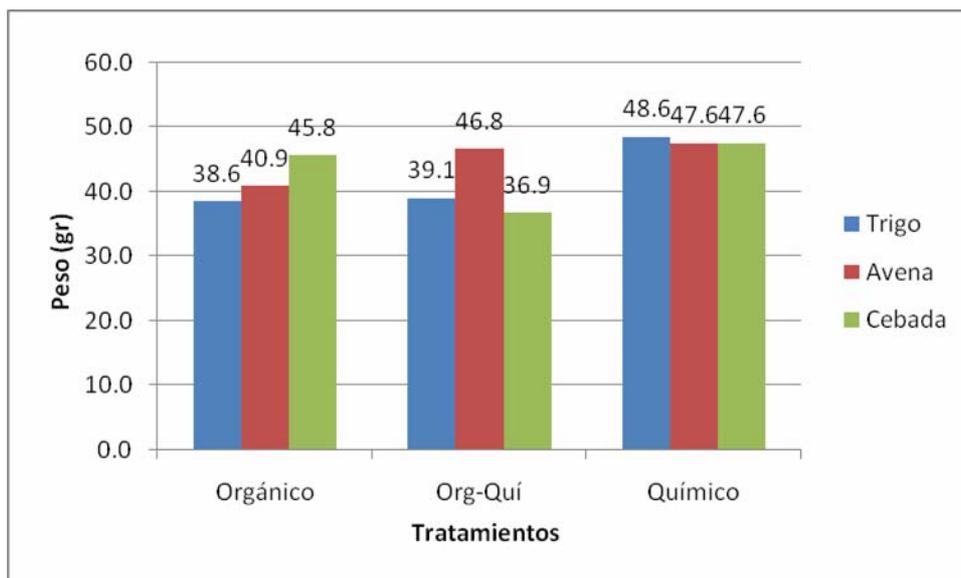


Figura 5.5 Comportamiento de la producción de biomasa en la segunda fecha de muestreo.

5.2.3 Producción de biomasa en la tercera fecha de muestreo.

El comportamiento de la producción de biomasa se observa en la figura 5.6 de la cual podemos deducir que la variedad avena bajo un esquema de fertilización químico (200 ppm de N) se comporto mejor con una media de producción de 65.3 gr, en contraste con el peor tratamiento que fue el de la especie trigo mas la fertilización orgánico - químico (200 ppm de N) con una media de producción de 39.4 gr.

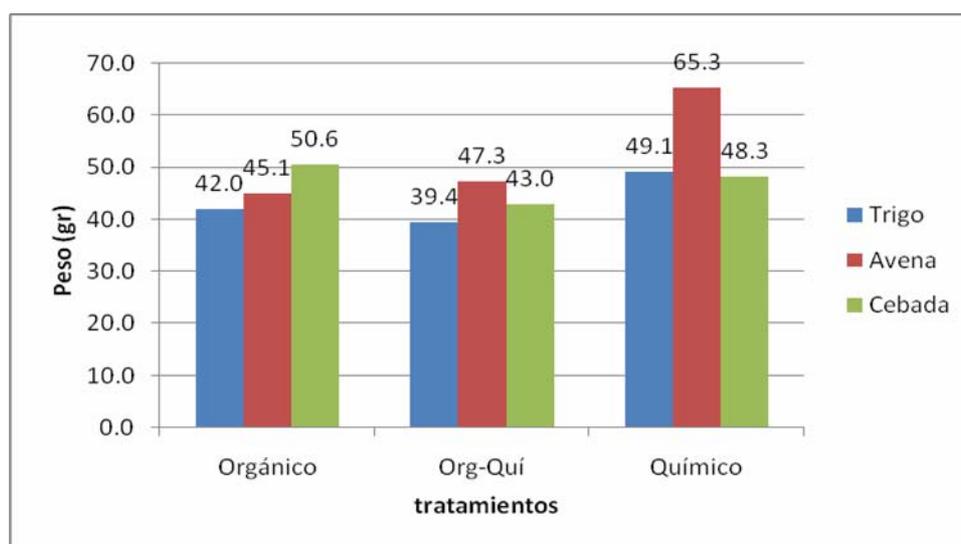


Figura 5.6 Comportamiento de la producción de biomasa en la tercera fecha de muestreo.

5.2.4 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización químico en la tercera fecha de muestreo.

En la figura 5.7 se observa la productividad de biomasa (100%) en la tercera fecha de muestreo (w fresco) en relación a la cantidad de semilla utilizada (w semilla) y la cantidad de materia seca (w seco) donde se observa que la mejor especie fue la cebada con una media de productividad de 3166.6 gr y la peor especie fue la de trigo con una media de 1749.3 gr.

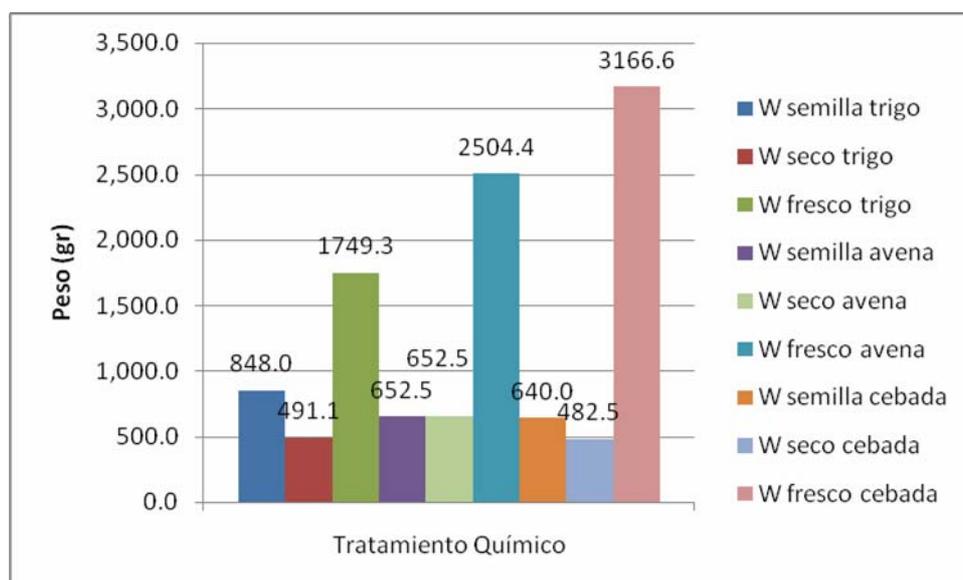


Figura 5.7 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización químico en la tercera fecha de muestreo.

5.2.5 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico - químico en la tercera fecha de muestreo.

En la figura 5.8 se observa la productividad de biomasa (100%) en la tercera fecha de muestreo (w fresco) en relación a la cantidad de semilla utilizada (w semilla) y la cantidad de materia seca (w seco) donde se observa que la mejor especie fue la cebada con una media de productividad de 3006.6 gr y la peor especie fue la de trigo con una media de 2194.6 gr.

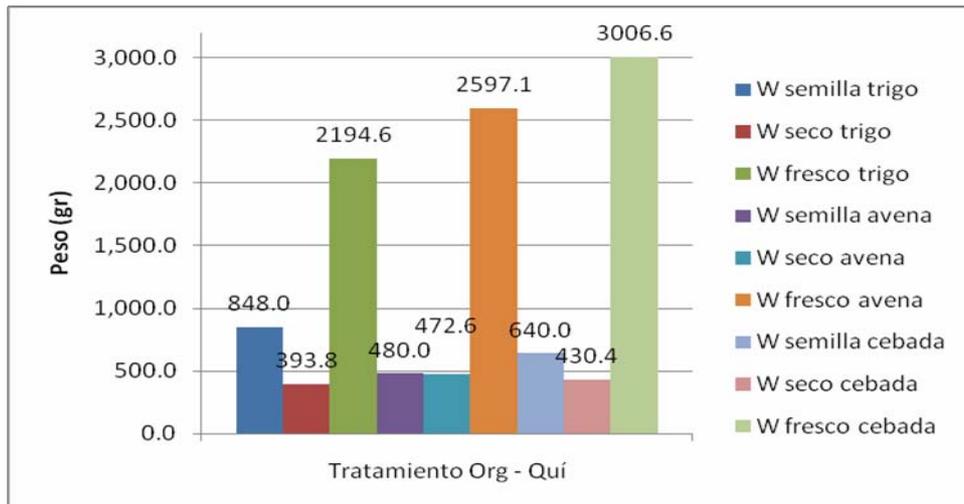


Figura 5.8 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico - químico en la tercera fecha de muestreo.

5.2.6 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico en la tercera fecha de muestreo.

En la figura 5.9 se observa la productividad de biomasa (100%) en la tercera fecha de muestreo (w fresco) en relación a la cantidad de semilla utilizada (w semilla) y la cantidad de materia seca (w seco) donde se observa que la mejor especie fue la cebada con una media de productividad de 2524.4 gr y la peor especie fue la de trigo con una media de 1990.8 gr.

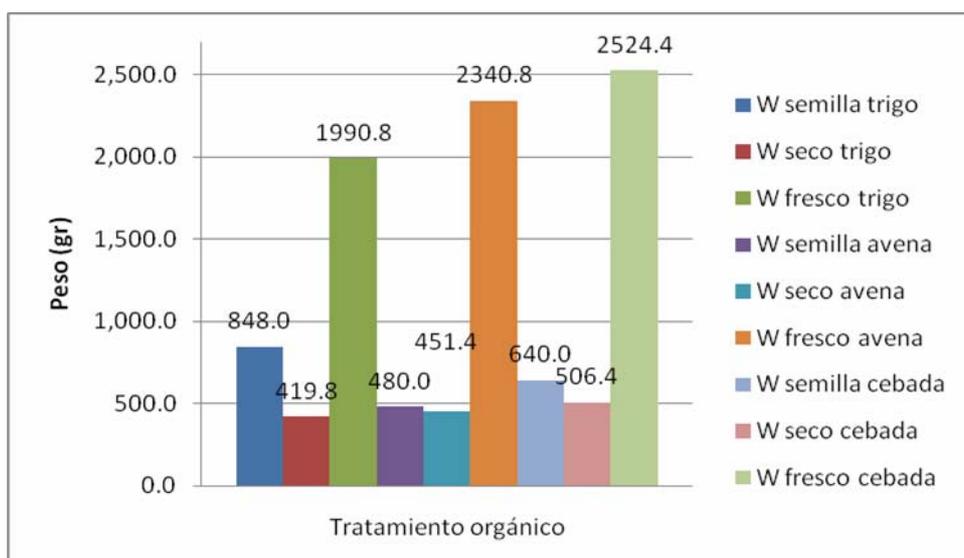


Figura 5.9 Productividad de biomasa bajo un esquema de fertilización orgánico en la tercera fecha de muestreo.

5.3 Producción de proteína digestible bajo los tres esquemas de fertilización.

La producción de proteína digestible se observa en la figura 5.7 que nos arroja que el mejor tratamiento para la producción de proteína digestible es la cebada mas fertilización química (200 ppm de N) con una media porcentual de 19.015 de proteína digestible en contrasté con la cebada mas fertilización orgánico – químico (200 ppm de N) que obtuvo una media porcentual de 9.22.

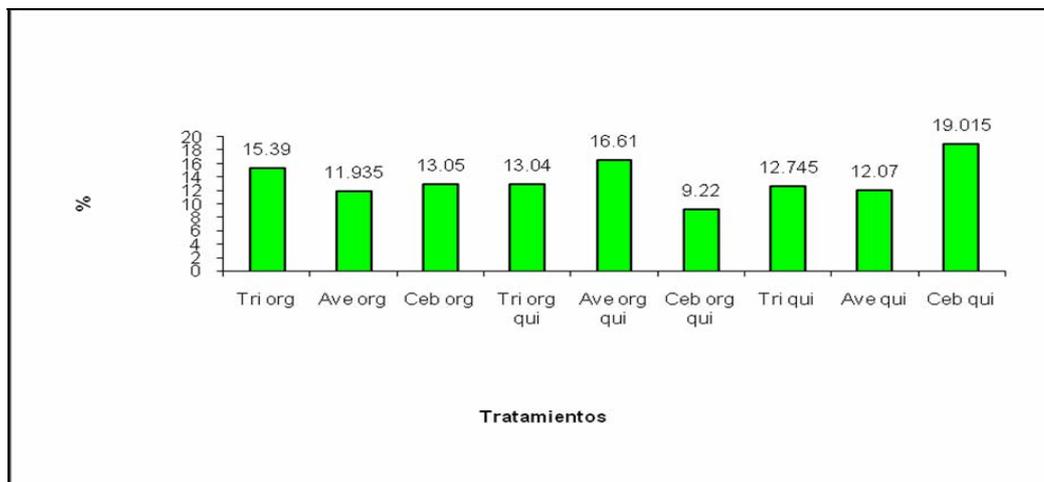


Figura. 5.10 Comportamiento de la producción de proteína digestible de los nueve tratamientos del tercer muestreo.

5.4 Análisis de varianza para altura en el primer muestreo

Existe una diferencia significativa con respecto de la especie a un 95 % de nivel de confianza como lo denota el cuadro 5, esto quiere decir que el factor especie influye directamente con la obtención de altura y que el factor nutrición no arroja diferencia significativa lo cual se traduce que es lo mismo utilizar una u otra dosis de fertilización para la variable altura.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	9,07	2	4,535	7,13	0,0140
B:Nutrición	3,64	2	1,82	2,86	0,1092
INTERACCIONES					
AB	0,26	4	0,065	0,10	0,9789
RESIDUOS	5,72625	9	0,63625		
TOTAL (CORREGIDO)	18,6962	17			

Cuadro 5.1 análisis de Varianza para Altura

5.4.1 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el primer muestreo

En el cuadro 5.2 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras lo cual nos arroja que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. A un nivel de confianza del 95 % y esto se traduce que es lo mismo producir con una u otra especie más una u otra nutrición siempre y cuando pertenezcan a un mismo grupo homogéneo.

Método: 95,0 % LSD.

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Tri org	8	5,6125	X
Ave org	8	5,8	XX
Ceb org	8	6,8875	XX
Ave qui	8	7,0375	X
Tri qui	8	7,15	XX
Ave org qui	8	7,375	XX
Tri org qui	8	7,6875	XX
Ceb qui	8	8,0	XX
Ceb org qui	8	8,225	X

Cuadro 5.2 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el primer muestreo

5.5 Análisis de Varianza para Altura en el segundo muestreo

En este análisis arroja que hay diferencia estadísticamente significativa a un nivel del 95 % de confianza tanto en especie y nutrición como en la interacción de estos dos, esto se puede observar en el cuadro 5.3; esto quiere decir que los dos factores (especie y nutrición) y así como su interacción están íntimamente ligados para la variable altura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Especie	19,8178	2	9,90889	48,73	0,0000
B: Nutrición	42,0544	2	21,0272	103,41	0,0000
INTERACCIONES					
AB	12,2089	4	3,05222	15,01	0,0005
RESIDUOS	1,83	9	0,203333		
TOTAL (CORREGIDO)	75,9111	17			

Cuadro 5.3 Análisis de varianza para altura en el segundo muestreo

5.5.1 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el segundo muestreo

En el cuadro 5.4 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras lo cual nos arroja que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. A un nivel de confianza del 95 % y esto se traduce que es lo mismo producir con una u otra especie más una u otra nutrición siempre y cuando pertenezcan a un mismo grupo homogéneo.

Método: 95,0 % LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Tri org	8	9,575	X
Ave org	8	10,7	XX
Ave qui	8	11,5875	XX
Tri org qui	8	12,2625	XXX
Tri qui	8	12,325	XXX
Ave org qui	8	12,7125	XXX
Ceb org qui	8	13,65	XX
Ceb org	8	14,175	X
Ceb qui	8	17,0875	X

Cuadro 5.4 comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el segundo muestreo

5.6 Análisis de Varianza para Altura en el tercer muestreo

En este análisis arroja que hay diferencia estadísticamente significativa a un nivel del 95 % de confianza tanto en especie y nutrición, esto se puede observar en el cuadro 5.5, de esto se puede traducir que los dos factores influyen directamente sobre la variable altura.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	42,0878	2	21,0439	30,90	0,0001
B:Nutrición	105,121	2	52,5606	77,17	0,0000
INTERACCIONES					
AB	6,24556	4	1,56139	2,29	0,1386
RESIDUOS	6,13	9	0,681111		
TOTAL (CORREGIDO)	159,584	17			

Cuadro 5.5 Análisis de varianza para altura en el tercer muestreo.

5.6.1 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el tercer muestreo

En el cuadro 5.6 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras lo cual nos arroja que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. A un nivel de confianza del 95 % y esto se traduce que es lo mismo producir con una u otra especie más una u otra nutrición siempre y cuando pertenezcan a un mismo grupo homogéneo.

Método: 95,0 % LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Tri org	8	10,1875	X
Tri org qui	8	13,2625	X
Ave org	8	14,1875	XX
Tri qui	8	14,6	XXX
Ave qui	8	15,925	XXX
Ceb org	8	16,375	XX
Ave org qui	8	16,7875	X
Ceb qui	8	19,875	X
Ceb org qui	8	20,0	X

Cuadro 5.6 Comparación de pruebas de múltiple rangos para altura en el tercer muestreo

5.7 Análisis de varianza para biomasa en el primer muestreo

El presente análisis de varianza arroja que hay una diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95 % en cuanto a especie como lo refleja el cuadro 5.7, esto se traduce que el factor especie favorece la producción de biomasa mas no el factor nutrición.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	160,543	2	80,2717	15,09	0,0013
B:Nutrición	25,8433	2	12,9217	2,43	0,1434
INTERACCIONES					
AB	18,9333	4	4,73333	0,89	0,5080
RESIDUOS	47,88	9	5,32		
TOTAL (CORREGIDO)	253,2	17			

Cuadro 5.7 análisis de varianza para biomasa en el primer muestreo

5.7.1 Comparación de pruebas múltiple rangos para biomasa en el primer muestreo

En el cuadro 5.8 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras lo cual nos arroja que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. A un nivel de confianza del 95 % y esto se traduce que es lo mismo producir con una u otra especie más una u otra nutrición siempre y cuando pertenezcan a un mismo grupo homogéneo.

Método: 95,0 % LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Ceb org qui	8	35,0	X
Ceb org	8	35,9875	XX
Tri org qui	8	36,325	XX
Tri org	8	36,8875	XX
Ave org	8	38,2625	XXX
Ave org qui	8	41,0125	XX
Ceb qui	8	43,1875	X
Ave qui	8	43,65	X
Tri qui	8	43,925	X

Cuadro 5.8 Comparación de pruebas de múltiple rangos para biomasa en el primer muestreo

5.8 Análisis de varianza para biomasa en el segundo muestreo

El presente análisis de varianza arroja que no existe una diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95 % como lo refleja el cuadro 5.9 y por lo tanto no es necesaria la comparación múltiple de rangos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	175,281	2	87,6406	1,18	0,3501
B:Nutrición	26,5144	2	13,2572	0,18	0,8391
INTERACCIONES					
AB	135,609	4	33,9022	0,46	0,7655
RESIDUOS	667,2	9	74,1333		
TOTAL (CORREGIDO)	1004,6	17			

Cuadro 5.9 Análisis de varianza para biomasa en el segundo muestreo

5.9 Análisis de varianza para biomasa en el tercer muestreo

El presente análisis de varianza arroja que no existe una diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95 % como lo refleja el cuadro 5.10 y por lo tanto no es necesaria la comparación múltiple de rangos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	392,163	2	196,082	2,71	0,1197
B:Nutrición	247,81	2	123,905	1,71	0,2340
INTERACCIONES					
AB	257,397	4	64,3492	0,89	0,5078
RESIDUOS	650,63	9	72,2922		
TOTAL (CORREGIDO)	1548,0	17			

Cuadro 5.10 Análisis de varianza para biomasa del tercer muestreo

5.10 Análisis de varianza para proteína digestible en el tercer muestreo

El presente análisis de varianza indica que solo hay diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% como se observa en el cuadro 5.11, lo que se observa en este análisis es de que existe un fenómeno sinérgico, es decir que tanto el factor especie como el factor nutrición aportan por separado para la producción de biomasa pero al hacer una interacción hay un aporte más que por sí solos.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Especie	8,62303	2	4,31152	1,15	0,3595
B: Variedad	0,172133	2	0,0860667	0,02	0,9774
INTERACCIONES					
AB	125,566	4	31,3914	8,36	0,0042
RESIDUOS	33,7828	9	3,75364		
TOTAL (CORREGIDO)	168,144	17			

Cuadro 5.11 Análisis de varianza de proteína digestible para la tercera fecha de muestreo.

5.10.1 Comparación de pruebas múltiple de rangos para proteína digestible para el tercer momento.

En el cuadro 5.12 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuales medias son significativamente diferentes de otras lo cual nos arroja que no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. A un nivel de confianza del 95 % y esto se traduce que es lo mismo producir con una u otra especie más una u otra nutrición siempre y cuando pertenezcan a un mismo grupo homogéneo.

Método: 95,0 porcentaje LSD

	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Ceb org qui	2	9,22	X
Ave org	2	11,935	XX
Ave qui	2	12,07	XX
Tri qui	2	12,745	XXX
Tri org qui	2	13,04	XXX
Ceb org	2	13,05	XXX
Tri org	2	15,39	XXX
Ave org qui	2	16,61	XX
Ceb qui	2	19,015	X

Cuadro 5.12. Comparación de pruebas múltiple de rangos para proteína digestible para el tercer muestreo

5.11 Proyección financiera de la producción de FVH de un modulo de 44.5 m².

En el cuadro 5.12 se reporta el análisis financiero de la producción de FVH de un modulo de 44.5 m² con las diferentes especies y nutriciones utilizadas en el experimento donde arroja que el mejor tratamiento económicamente hablando es el de la especie cebada mas la fertilización química ya que el costo de producción es el más bajo (\$ 3.4) y su relación beneficio costo es el más alto (3.7).

Especie	Fertilización	TIR %	VAN	R b/c	Costo/kg
Trigo	Orgánica	3.93	95470.13	1.4	6.5677
Trigo	Org - quí	3.85	93041.36	1.4	6.7270
Trigo	Químico	3.57	84418.49	1.5	6.5191
Avena	Orgánica	11.43	309683.19	2.4	5.7290
Avena	Org - quí	7.82	214660.69	1.8	5.8136
Avena	Químico	11.43	325000.42	2.4	4.6874
Cebada	Orgánica	10.67	304787.21	2.2	4.9317
Cebada	Org - quí	13.66	361549.31	2.4	4.7023
Cebada	Químico	20.04	539459.1	3.7	3.4045

Cuadro 5.13 Indicadores financieros de la producción de FVH.

Nota: La proyección financiera se presenta en el anexo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIOMASA.

La conclusión que se obtuvo de esta investigación en referencia a producción biomasa es que el mejor tratamiento fue el de avena química con un valor medio de 65.3 gr, y el peor tratamiento fue el de trigo orgánico químico con un valor medio de 39.4 gr.

ALTURA.

La conclusión para altura que se observó en esta investigación fue que el mejor tratamiento es el de cebada química con un valor medio de 19.9 cm y el peor tratamiento fue el de trigo orgánico con un valor medio de 10.2 cm.

PRODUCTIVIDAD DE BIOMASA.

La conclusión que se obtuvo para la productividad de biomasa es que la mejor especie fue la de cebada en los tres esquemas de fertilización y el peor fue el de trigo en los tres esquemas de fertilización.

PROTEÍNA.

En cuestión a la proteína el mejor tratamiento fue el de la cebada química con un valor medio de 19.015 % de proteína digestible y el peor tratamiento fue el de la cebada orgánico- químico con un valor medio de 9.2 %.

De esta información denotada en los párrafos anteriores podemos concluir que se recomienda la producción de FVH con las siguientes especies y esquemas de fertilización:

- Avena química
- Cebada química.

Las recomendaciones que se das para futuros trabajos ya que no se pudieron incluir en esta investigación pero para mi parecer son de relevante importancia como lo es:

Un estudio de laboratorio para determinar la concentración de taninos en el FVH ya que en una alta concentración pueden disminuir la digestibilidad de la proteína.

Utilización de distintas especies forrajeras nativas (malezas) para la producción de FVH. Así realizando ensayos de especies de corte como lo es alfalfa.

VII. ANEXOS

PROYECCION FINANCIERA (trigo químico)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	100.888	64.950	90.750	90.750	90.750
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	88.201	62.401	62.401	62.401	62.401
UTILIDAD DE OPERACIÓN	12.687	2.549	28.349	28.349	28.349
TIR	1,60%	0,32%	3,57%	3,57%	3,57%
R b/c	1,1	1,0	1,5	1,5	1,5
VAN					\$84.418,49

PROYECCION FINANCIERA (trigo orgánico)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	111.460	76.956	102.756	102.756	102.756
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	97.339	71.539	71.539	71.539	71.539
UTILIDAD DE OPERACIÓN	14.121	5.417	31.217	31.217	31.217
TIR	1,78%	0,68%	3,93%	3,93%	3,93%
R b/c	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4
VAN					\$95.470,13

PROYECCION FINANCIERA (trigo orgánico - químico)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	120.385	85.565	111.365	111.365	111.365
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	106.579	80.779	80.779	80.779	80.779
UTILIDAD DE OPERACIÓN	13.806	4.787	30.587	30.587	30.587
TIR	1,74%	0,60%	3,85%	3,85%	3,85%
R b/c	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4
VAN					\$93.041,36

PROYECCION FINANCIERA (avena químico)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	133.945	129.224	155.024	155.024	155.024
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	90.039	64.239	64.239	64.239	64.239
UTILIDAD DE OPERACIÓN	43.905	64.984	90.784	90.784	90.784
TIR	5,53%	8,18%	11,43%	11,43%	11,43%
R b/c	1,5	2,0	2,4	2,4	2,4
VAN					\$325.000,42

PROYECCION FINANCIERA (avena orgánica)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	133.945	122.061	147.099	154.262	155.024
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	90.039	65.001	65.001	64.239	64.239
UTILIDAD DE OPERACIÓN	43.905	57.060	82.098	90.023	90.784
TIR	5,53%	7,18%	10,33%	11,33%	11,43%
R b/c	1,5	1,9	2,3	2,4	2,4
VAN					\$309.683,19

PROYECCION FINANCIERA (avena orgánica - química)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	138.005	118.966	144.766	144.766	144.766
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	108.417	82.617	82.617	82.617	82.617
UTILIDAD DE OPERACIÓN	29.588	36.349	62.149	62.149	62.149
TIR	3,72%	4,57%	7,82%	7,82%	7,82%
R b/c	1,3	1,4	1,8	1,8	1,8
VAN					\$214.660,69

PROYECCION FINANCIERA (cebada química)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	162.935	167.528	191.796	216.727	218.258
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	84.786	60.518	60.518	58.986	58.986
UTILIDAD DE OPERACIÓN	78.149	107.010	131.278	157.740	159.272
TIR	9,84%	13,47%	16,52%	19,85%	20,04%
R b/c	1,9	2,8	3,2	3,7	3,7
VAN					\$539.459,10

PROYECCION FINANCIERA (cebada orgánica)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	134.820	130.275	155.305	152.120	152.890
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	93.924	68.894	68.894	68.124	68.124
UTILIDAD DE OPERACIÓN	40.896	61.381	86.411	83.996	84.766
TIR	5,15%	7,72%	10,87%	10,57%	10,67%
R b/c	1,4	1,9	2,3	2,2	2,2
VAN					\$304.787,21

PROYECCION FINANCIERA (cebada orgánica - química)					
	1	2	3	4	5
INGRESO ANUAL POR VENTAS	155.931	142.146	167.946	185.872	185.872
COSTO ANUAL DE OPERACIÓN	103.164	77.364	77.364	77.364	77.364
UTILIDAD DE OPERACIÓN	52.767	64.782	90.582	108.508	108.508
TIR	6,64%	8,15%	11,40%	13,66%	13,66%
R b/c	1,5	1,8	2,2	2,4	2,4
VAN					\$361.549,31



Laboratorio de Nutrición Vegetal, S.C.
"La Perfección en Calidad Analítica"

No Registro

CP-025

EMPRESA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO
TÉCNICO	ING. ADAN MERCADO LUNA
DOMICILIO	CERRO DE LAS CAMPANAS S/N LAS CAMPANAS
MUNICIPIO	QUERETARO
ESTADO	QUERETARO
FECHA ENTREGA	10-Mar-09
IDENTIFICACIÓN:	HUMUS DE LOMBRIS

Elemento	Método	Unidades	Resultado
pH	Directo		8.9
Conductividad eléctrica	Directo	dS m ⁻¹	18.0
Nitrógeno total	Kjeldahl	%	0.17
Fósforo	Digestión húmeda/ espectrofotometría	%	0.01
Potasio	Digestión húmeda / AA	%	1.65
Calcio	Digestión húmeda / AA	%	0.02
Magnesio	Digestión húmeda / AA	%	0.01
Azufre	Digestión húmeda / Turbidimetría	ppm	4.50
sodio	Digestión húmeda / AA	%	0.50
Hierro	Digestión húmeda / AA	ppm	11.5
Cobre	Digestión húmeda / AA	ppm	ND
Manganeso	Digestión húmeda / AA	ppm	3.6
Zinc	Digestión húmeda / AA	ppm	371
Boro	Calcinación / espectrofotometría	ppm	42
Humedad	Método Gravimétrico	%	97
Materia Orgánica	Calcinación	%	40
Cenizas	Calcinación	%	60
C. Orgánico		%	23
Relación C:N			
N-NH4	Destilación	%	0.07
N-NO3	Destilación	ppm	88.65

ND = No Detectado

NA = No analizado

Pablo A. de la Garza 109-A Frac. Siglo XXI
CP. 38024 Celaya, Gto. Tel. (461) 614-7951 y 614-5238
laboratorio@fertilab.com.mx www.fertilab.com.mx

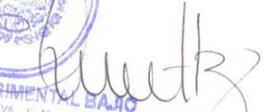
M.C. Patricia Vargas Tapia
Encargada del Laboratorio

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACION GENERAL	
No de registro: FO-2130 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación: Trigo, Tratamiento 1, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	8.02	Gravimetría
Materia Seca	%	91.98	Por diferencia
Proteína Cruda	%	23	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	25.84	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.86	Van Soest
Proteína Disponible	%	17.60	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
nd= no determinado

COMENTARIOS	
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	  CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO Nº 6 CARR. CELAVA - SAN MIGUEL DE ALLENDE I.B.O. MARÍA ELENA HERNÁNDEZ MALDONADO RESPONSABLE DEL LABORATORIO

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACION GENERAL	
No de registro: FO-2136 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación : Avena, Tratamiento 2, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	7.77	Gravimetría
Materia Seca	%	92.22	Por diferencia
Proteína Cruda	%	15.11	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	25.46	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.13	Van Soest
Proteína Disponible	%	14.33	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
nd= no determinado

COMENTARIOS	ATENTAMENTE
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	 I.B.Q. MARÍA ELENA HERNÁNDEZ MALDONADO RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP N° 1882 FO

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACIÓN GENERAL	
No de registro: FO-2124 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación: Cebada, Tratamiento 3, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	7.84	Gravimetría
Materia Seca	%	92.16	Por diferencia
Proteína Cruda	%	17.38	N Total x factor
Extracto Etéreo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	24.99	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.60	Van Soest
Proteína Disponible	%	13.64	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.

nd= no determinado

COMENTARIOS	ATENTAMENTE
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	 <p style="text-align: center;"> CAMPO EXPERIMENTAL BAJÍO INIFAP ESTADOS UNIDOS MEXICANOS DR. M. A. GARCÍA RESPONSABLE DEL LABORATORIO <small>TEL: 01(461) 511-53-25 EXT. 227</small> </p>



Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP N° 1884 FO

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACIÓN GENERAL	
No de registro: FO-2126 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación: Cebada, Tratamiento 4, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	7.67	Gravimetría
Materia Seca	%	92.33	Por diferencia
Proteína Cruda	%	16.22	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	32.04	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.53	Van Soest
Proteína Disponible	%	12.91	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
 nd= no determinado

COMENTARIOS	
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	<div style="text-align: right;"> ATENCIÓN CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO KM 6 CARRETERA CELAYA - SAN MIGUEL DE ALLENDE APOCA POSTAL 112 TEL: 01 (461) 611-5323 I.E.O. MARÍA ELENA HERNÁNDEZ MALDONADO RESPONSABLE DEL LABORATORIO </div>

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACION GENERAL	
No de registro: FO-2132 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación: Trigo, Tratamiento 5 Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	8.21	Gravimetría
Materia Seca	%	91.79	Por diferencia
Proteína Cruda	%	23.14	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	27.11	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.88	Van Soest
Proteína Disponible	%	17.66	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
 nd= no determinado

COMENTARIOS	
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	 CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO KM 6 CARR. CELAYA - S. M. ALLENDE L.B.O. MARÍA ELENA HERNÁNDEZ MALDONADO RESPONSABLE DEL LABORATORIO



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y
Nutrición Vegetal del INIFAP N° 1896 FO**

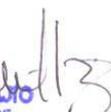
ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACION GENERAL	
No de registro: FO-2138 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación : Avena, Tratamiento 6, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	7.16	Gravimetría
Materia Seca	%	92.83	Por diferencia
Proteína Cruda	%	12.19	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	26.58	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.35	Van Soest
Proteína Disponible	%	10.01	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.

nd= no determinado

COMENTARIOS	ATENTAMENTE
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	  CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO Km 6 Carre. Celava - San Miguel de Allende L.B.Q. MARIA ELENA HERNANDEZ MALDONADO TEL: RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP N° 1898 FO

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACION GENERAL	
No de registro: FO-2140 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación : Avena, Tratamiento 7, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	7.74	Gravimetría
Materia Seca	%	92.25	Por diferencia
Proteína Cruda	%	16.89	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	26.96	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.60	Van Soest
Proteína Disponible	%	13.15	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
 nd= no determinado

COMENTARIOS	ATENTAMENTE
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	  CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO DR. MARÍA ELENA HERNÁNDEZ MALDONADO RESPONSABLE DEL LABORATORIO <small>TEL. 01(461) 611-5323 EXT. 227</small>



**Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y
Nutrición Vegetal del INIFAP N° 1886 FO**

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACIÓN GENERAL	
No de registro: FO-2128 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación : Cebada, Tratamiento 8, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	7.60	Gravimetría
Materia Seca	%	92.40	Por diferencia
Proteína Cruda	%	16.39	N Total x factor
Extracto Etereo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	%	23.94	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	0.52	Van Soest
Proteína Disponible	%	13.17	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	Emisión Atómica (ICP)
Calcio	%	nd	Emisión Atómica (ICP)
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
nd= no determinado

COMENTARIOS	
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	 <p>CAMPO EXPERIMENTAL BAJIO INIFAP INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FISIOLÓGICAS Y APLICADAS PLACENTARIAS AV. CARRETERA FEDERAL 1886 I.B.Q. MARIA ELENA HERNANDEZ MALDONADO TEL: RESPONSABLE DEL LABORATORIO</p>



Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del INIFAP N° 1892 FO

ANALISIS DE ALIMENTOS

INFORMACIÓN GENERAL	
No de registro: FO-2134 Fecha de recepción: 17/07/2009 Fecha de entrega: 29/07/2009 Identificación : Trigo, Tratamiento 9, Repetición 1	Usuario: Universidad Autónoma de Querétaro Municipio: Querétaro Estado: Querétaro Factura:

ANALISIS DE NUTRIMENTOS			
Proximal	UNIDADES	RESULTADO	METODO UTILIZADO
Humedad	%	8.52	Gravimetría
Materia Seca	%	91.47	Por diferencia
Proteína Cruda	%	23.61	N Total x factor
Extracto Etéreo	%	nd	
Fibra Cruda	%	nd	
Cenizas	%	nd	
Extracto Libre de Nitrógeno	%	nd	
Partición de fibras			
Fibra Detergente Neutro	%	nd	
Fibra Detergente Acido	25.4	25.40	Van Soest
Lignina Detergente Acido	%	nd	
Nitrógeno ligado a FDA	%	1.00	Van Soest
Proteína Disponible	%	17.34	Calculado
Minerales			
Fósforo	%	nd	
Calcio	%	nd	
Otros			

La concentración que se reporta es la total en base seca.
 nd= no determinado

COMENTARIOS	
La humedad y materia seca que se reportan son en la muestra tal como se analizó.	<div style="text-align: right;">  CAMPO EXPERIMENTAL BAJO KM 6 CARRETERA - S. M. ALLENDE I.B.Q. MARÍA ELENA HERNÁNDEZ MALDONADO RESPONSABLE DEL LABORATORIO </div>

LITERATURA CITADA

Adams, P. 1994. "Nutrition of greenhouse vegetable in NFT and hydroponic system", Act Horticulture, Wageningen, 361:254 a 257

Arano, C. 1998. Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra. Ed. De autor, Buenos Aires.

Alarcón, A. 2000. Micorrizas, In: Ferrera-Cerrato, R. Y Alarcón, A. (eds.). Microbiología agrícola para el siglo XXI. Colegio de Postgraduados. (En prensa)

Gutiérrez, R. Bello: Determinación y manejo de la incertidumbre en los Sistemas Basados en Casos. IBERAMIA – SBIA 2000 Open Discussion Track 2000: 22-36

Borrelli, P., Oliva, G 2001. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. Tecnología de manejo extensivo. EEA Santa Cruz. Capitulo 4,6 y 7

Cassman KG (1999) Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96: 5952-5959.

Dosal Aladro, J.J.M. 1987. Efecto de la Dosis de Siembra, Epoca 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.

Endo T, Yamamoto S, Honna T, Takashima M, Iimura I, López R, Benson M (2000) Behaviour and distribution of salts under irrigated agriculture in the middle of Baja California, México. Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr. 71: 18-26.

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

Fernández, M.M; Aguilar, M.I; Carrique, J.R.; Tortosa, J; García, C; ILópez M; Pérez J,M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla

Forero, Daniel Gonzalo [2000] Almacenamiento de Granos. UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá.

Gliessman, S.R, 1996. Agroecología y desarrollo sostenible en el medio rural del trópico mexicano estudios de caso. In Pérez – Moreno, J. y Ferrera, R. (eds.). Nuevos horizontes en agricultura, Agroecología y Desarrollo Sustentable. Colegio de post graduados. p. 72-82.

Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. I. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Huterwal, G. 1992. Hidroponía. Edit. Albatros, Buenos Aires, Argentina.

INEGI, Instituto de Estadística Geografía e Informática. 2005. Sistemas Nacionales Estadístico y de información Geográfica. Aspectos geográficos de Querétaro de Arteaga.

Lomelí Zúñiga, H. 2000. Agrocultura. México.

Martínez-Balboa A (1981) La Ganadería en Baja California Sur. Vol. I. Editorial J.B. La Paz, BCS, México. 229 pp.

Mooney, J. 2005. Growing cattle feed hydroponically. 2002 Scholarship Report. Australian Nutffield Farming Scholars Association. Australia. 30 p.

Morales Orueta, A. F. 1987. Forraje Hidropónico y su utilización en la Alimentación de Corderos Precozmente Destetados. Facultad de Ciencias

Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Müller, L; Manfron, P; Santos, O; Medeiros, S; Haut, V; Dourado, D; Binotto, E; Bandeira, A. 2005. Producción y composición bromatológica de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes densidades de siembra y días de cosecha. Brasil. *Zootecnia Tropical* 23(2): 105-119.

Nardone A, Zervas G, Ronchi B (2004) Sustainability of small ruminant organic systems of production. *Livest. Prod. Sci.* 90: 27-39.

Ñíguez Concha, M. E. 1988. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Rodríguez, A; Chang, M; Falcón, F. 2000. Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú.

Rodríguez, Sonia. 2000. Hidroponía: Una solución de Producción en Chihuahua, México. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 9. Lima, Perú.

Sánchez, A. 1996-1997. Informes Técnicos de Estadía. Informes de la Dirección Nacional De empleo (DINAE-Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) Montevideo, Uruguay.

Sepúlveda, R. 1994. Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, Chile.

Valdivia, E. 1997. Producción de forraje verde hidropónico. Conferencia Internacional de Hidroponía Comercial. Lima, Perú. p. 59.

Young A (1999) Is there really spare land? A critique of estimates of available cultivable land in developing countries. *Env. Dev. Sustain.* 1: 3-18.