

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA INGENIERIA AGRONOMICA



TRABAJO DIRIGIDO

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE EN DOS VARIEDADES
FORRAJERAS AVENA (*Avena sativa*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON
DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO BAJO UN SISTEMA HIDROPONICO EN
LA COMUNIDAD DE PUCARANI**

ZENON E. VILCAES FLORES

LA PAZ – BOLIVIA

2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE EN DOS VARIEDADES
FORRAJERAS AVENA (*Avena sativa*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON
DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO BAJO UN SISTEMA HIDROPONICO EN
LA COMUNIDAD DE PUCARANI**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito parcial
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

ZENON E. VILCAES FLORES

Asesor:

Ing. Ph.D. David Cruz Choque

.....

Tribunal Examinador:

Ing. Willams Murillo Oporto

.....

Ing. Fredy Cadena Miranda

.....

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

.....

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento a Dios por darme vida, salud, permitiéndome así culminar esta etapa importante de mi carrera profesional.

A la Facultad de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Mayor de San Andrés, en cuyas aulas los docentes me brindaron todo de sí para crecer en conocimientos.

A mi asesor Ing. Ph. D. David Cruz Choque, quien me brindo su colaboración permanente durante el transcurso de este trabajo investigativo. Igualmente a mis revisores Ing. Willams Murillo Oporto, Ing. Fredy Cadena Miranda por su colaboración en la revisión de mi tesis.

En el presente trabajo, haciendo comentarios valiosos a todas aquellas personas que de alguna manera participaron en la realización de este trabajo..

DEDICATORIA

A dios, por darme esta oportunidad, que ha cambiado mi vida y me ha dado nuevas expectativas. Solo él sabe por qué hace las cosas, de verdad estoy muy agradecido por darme la fe y esperanza de que cada día sea mejor.

A mi esposa Yenny Alejo, mis hijos (Jhoselin, Melany, Gysela Y Beymar), por ser ejemplos de familia aprendí de los momentos más fáciles y difíciles por su apoyo constante a que culminara con mi tesis y a todos aquellos que participaron directa e indirectamente en su elaboración.

A mis padres Trinidad Flores Y Benigno Vilcaes por haberme apoyado en todo momento por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, Pero más que nada por su amor que con sus ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre por el valor mostrado por salir adelante y por su excelencia de vida.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Pucarani del departamento de La Paz provincia Los Andes experimento que se llevo a cabo en una carpa solar familiar.

Para el desarrollo de la investigación se procedió al establecimiento del modulo hidropónico en la carpa solar familiar y el acondicionamiento correspondiente, con perchas de madera y 24 bandejas de madera con planchas de aluminio para la producción de forraje verde hidropónico de avena y cebada.

Durante la fase experimental se ha utilizado un diseño completamente al azar (DCA), con 2 factores de estudio, variedades de forraje (avena y cebada) y tres frecuencias de riego presentando 4 repeticiones y 24 unidades experimentales.

En la fase de experimental se estudiaron las siguientes variables: altura de planta, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca y análisis bromatológico del cultivo. Altura de planta mostraron que las diferencias en relación a las variedades de forrajes, donde la variedad de forraje de cebada (*Hordeum sativa*), fue mejor que la otra variedad llegando a una altura de 17, 34 cm no existiendo diferencias entre estas dos variedades donde la avena (*Avena sativa*), presento resultados similares en altura de planta no existiendo relación entre estas. En comparación a la frecuencia de riego, donde la frecuencia de riego 3 veces/día fue la que mayor altura de planta presento con 18,35cm existiendo relación directa entre estas.

La variable de rendimiento de materia verde mostró que las diferencias en relación a las variedades de forrajes, donde la variedad de cebada presente un mayor rendimiento de forraje con 3,20 kg/bandeja existiendo diferencias entre variedades de forraje. En relación a la frecuencia de riego la frecuencia 3 veces/día presente un mejor rendimiento de materia verde existiendo diferencias entre el rendimiento y las frecuencias de riego.

La materia seca alcanzó en variedades de cebada con 0,34kg/bandeja de MS con relación a la variedad de forraje de avena existiendo diferencias en rendimiento.

En relación a la frecuencia de riego 3 veces/día que presento una mayor rendimiento con 3,32kg/bandeja de MS, diferencia de las frecuencia dos y uno con 3,07kg/bandeja de MS y 2,60kg/bandeja de MS. Existiendo diferencias en cuanto a las frecuencias de riego aplicado.

Referente al contenido de proteína se tiene que la variedad de avena es la que mejores porcentajes de proteína se obtuvieron en comparación a la cebada. En el componente de hidratos de carbono la frecuencia de riego no influye en el contenido ambas variedades presentaron resultados similares.

En fibra cruda, la frecuencia de riego influye en el contenido de fibra en el cultivo de avena que presento un mayor porcentaje de fibras con relación al cultivo de Cebada que fue menor. El contenido de cenizas el cultivo de avena presento mayor porcentaje de cenizas.

En el contenido de humedad no influyen en las variedades forrajeras ya que ambas presentaron humedades similares de los cultivos

INDICE GENERAL

| | | |
|------------|---|----------|
| I. | INTRODUCCION | 1 |
| 1.1. | Planteamiento Del Problema | 2 |
| 1.2. | Justificación | 3 |
| 1.3. | Objetivos | 4 |
| 1.4. | Metas | 5 |
| II. | MARCO TEORICO | 5 |
| 2.1. | Contexto Normativo | 5 |
| 2.2. | Marco conceptual | 7 |
| 2.2.1. | Los Forrajes | 7 |
| 2.2.2. | Cebada | 8 |
| 2.2.3. | Avena | 9 |
| 2.2.4. | Características Botánicas | 11 |
| 2.2.5. | Rendimiento de materia seca | 11 |
| 2.2.6. | Época de Cosecha | 12 |
| 2.2.7. | Composición bromatológica | 13 |
| 2.3. | Hidroponía | 15 |
| 2.3.1. | Forraje verde hidropónico FVH | 17 |
| 2.3.2. | Sistemas automáticos para producción de forraje verde hidropónico FVH | 19 |
| 2.3.3. | Factores que influyen sobre la absorción de nutrientes | 20 |
| 2.3.4. | Procedimiento del cultivo | 26 |
| | a) Pesaje y selección de las semillas | 26 |
| | b) Prelavado | 26 |

| | |
|--|-----------|
| c) Lavado | 26 |
| d) Remojo | 27 |
| e) Oreo | 27 |
| f) Traslado | 27 |
| g) Germinación | 27 |
| h) Producción | 27 |
| i) Cosecha | 27 |
| 2.3.5. Rendimientos | 29 |
| 2.3.6. Contenido bromatológico del forraje verde hidropónico | 29 |
| 2.3.7. Valor nutritivo | 30 |
| 2.3.8. Costos | 32 |
| III. SECCION DIAGNOSTICA | 33 |
| 3.1. Materiales Y Métodos | 33 |
| 3.1.1. Localización Y Ubicación | 33 |
| 3.1.2. Características Del Lugar | 35 |
| 3.1.3. Materiales | 39 |
| 3.1.4. Metodología | 42 |
| 3.1.4.1. Procedimiento Del Trabajo | 42 |
| 3.1.4.2. Procedimiento Experimental | 47 |
| 3.1.4.3. Variables de Respuesta | 49 |
| IV. SECCION PROPOSITIVA | 51 |
| 4.1. Aspectos Propositivos Del Trabajo Dirigido | 51 |
| 4.2. Análisis De Los Resultados | 50 |
| 4.2.1. Altura De Planta | 50 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.2. Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico | 56 |
| 4.2.3. Rendimiento de materia seca | 63 |
| 4.2.4. Características Bromatológicas | 69 |
| V. SECCION CONCLUSIVA | 73 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 73 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 75 |
| VI. REVICION BIBLIOGRAFICA | 76 |
| VII. ANEXO | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA. 1: Ubicación Geografica Del Municipio De Pucarani | 33 |
| FIGURA. 2: La Flora Del Municipio De Pucarani | 37 |
| FIGURA. 3: Fauna del municipio de Pucarani | 38 |
| FIGURA. 4: Figura 4, Suelos del municipio de Pucarani | 39 |
| FIGURA. 5 De Croquis Experimental Del Estudio | 48 |

INDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| GRAFICO 1: Promedios de altura de planta debido a 2 variedades de forraje verde hidropónico avena (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>) | 53 |
| GRAFICO 2: Promedios de altura de planta debido a diferentes frecuencias de riego en forraje verde hidropónico avena (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>) | 55 |
| GRAFICO 3: Promedios de Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico debido a diferentes variedades de forraje verde hidropónico avena (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>) | 59 |
| GRAFICO 4: Promedios de Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico debido a 3 diferentes frecuencias de riego en forraje verde hidropónico avena (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>) | 62 |
| GRAFICO 5: Promedios de Rendimiento De M.S. (materia seca), en Forraje Verde Hidropónico debido a 2 variedades en forraje verde hidropónico avena (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>) | 66 |
| GRAFICO 6: Promedios de Rendimiento De M.S. (materia seca), en Forraje Verde Hidropónico debido a 3 diferentes frecuencias de riego en forraje verde hidropónico (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>) | 68 |
| GRAFICO 7: Análisis Bromatológico Por Tratamientos | 72 |
| GRAFICO 8: Promedio de análisis bromatológico por tratamientos | 72 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro nº 1 Características analíticas de la cebada | 13 |
| Cuadro Nº 2: Comparación entre la hidroponía y el sistema tradicional del cultivo | 16 |
| Cuadro Nº 3: valor nutritivo de la Cebada, Maíz y Avena | 30 |
| Cuadro Nº 4: Coeficiente De Variación en altura de planta de forraje verde hidropónico. | 51 |
| Cuadro Nº 5: Análisis de varianza de altura de planta de forraje verde hidropónico. | 52 |
| Cuadro Nº 6: Prueba DUNCAN (0,05%), para la altura de planta con 2 variedades de forraje. | 54 |
| Cuadro Nº 7: Prueba DUNCAN (0,05%), para altura de planta con diferentes frecuencias forraje verde hidropónico avena (<i>Avena sativa</i>), y Cebada (<i>Hordeum sativa</i>)). | 56 |
| Cuadro Nº 8: Coeficiente De Variación de rendimiento de forraje verde hidropónico. | 58 |
| Cuadro Nº 9: Análisis de varianza de rendimiento de forraje verde hidropónico | 58 |
| Cuadro Nº 10: Prueba DUNCAN (0,05%). para Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico con 2 variedades de forraje. | 61 |
| Cuadro Nº 11: Prueba DUNCAN (0,05%). para Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico con 3 frecuencias de riego. | 63 |
| Cuadro Nº 12: Coeficiente De Variación de rendimiento de M.S. (materia seca). | 64 |

| | |
|---|----|
| Cuadro N° 13: Análisis de varianza de rendimiento de M.S. (materia seca) | 65 |
| Cuadro N° 14: Prueba DUNCAN (0,05%) para rendimiento De M.S. (materia seca), de Forraje Verde Hidropónico con 2 variedades | 65 |
| Cuadro N° 15: Prueba DUNCAN (0,05%) para rendimiento De M.S. (materia seca), de Forraje Verde Hidropónico con 3 frecuencias de riego. | 67 |
| Cuadro N° 16: De Análisis Bromatológico Del Cultivo De Cebada Y Avena | 69 |

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE EN DOS VARIEDADES FORRAJERAS AVENA (*Avena sativa*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) CON DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO BAJO UN SISTEMA HIDROPONICO EN LA COMUNIDAD DE PUCARANI

I. INTRODUCCION

En la actualidad los cultivos hidropónicos van incrementándose en superficie su alternativa surge como alternativa a la creciente disminución de las zonas agrícolas de la desertificación, contaminación, cambios climáticos y continuo aumento poblacional.

La hidroponía es un campo que no es nuevo por qué no se practica y no se aprovecha en la agricultura, además de ser muy práctico en su uso, no es una actividad de mucho esfuerzo, se logran varias cosechas en un año poca incidencia de plagas y enfermedades, etc., una técnica de cultivo que es favorable en la producción de cultivos en ambientes protegidas. El desafío principal es ofrecer alternativas estratégicas efectivas para enfrentar los factores externos que limita la utilización de insumos de alta calidad como tecnologías que permiten generar mejores ingresos y a corto plazo y durante todo el año.

La región del Altiplano Boliviano, presenta características agro climatológicas que limitan el cultivo y el rendimiento de plantas productoras de alimentos básicos, sumándose las condiciones precarias de la situación económica del agricultor, el minifundio y la degradación cada vez mayor de sus tierras, determinan que la alimentación del ganado y de la familia sea deficiente, no obstante las necesidades nutricionales con más frecuencia se presenta en la llamada época crítica o período seco que se prolonga por lo menos ocho meses del año.

FAO (2001), Menciona que a sí mismo, el frecuente anegamiento de los terrenos por exceso de precipitaciones limita por periodos prolongados la disponibilidad de

alimento verde fresco por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso en la producción.

Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurre 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.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas que se ha tenido que atravesar en el sector altiplánico es que, a través del tiempo se han ido reduciendo los espacios destinados a la agricultura, lo cual sumado a la infertilidad de los suelos, los factores climáticos y la falta de recursos hídricos limitan la intensificación de la producción en el altiplano boliviano. A esto se suma los pocos espacios con la que se cuenta en la agricultura, por lo que no llega a cubrir en muchos casos la alimentación animal lo que provoca la baja en la producción y afecta a las familias.

Casa (2008), indica que en innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficit alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para la alimentación animal. Estos fenómenos climáticos adversos. Tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones.

Asimismo el frecuente anegamiento de los terrenos por excesos de precipitaciones limita por periodos prolongados la disponibilidad de alimento verde fresco por parte de los animales causando en general alta mortalidad y pérdidas de peso en la

producción. Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuente muchas veces con suficientes reservas de pasturas henos o ensilados. Ello redundaría con la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permite paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de 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.

Espinosa (2005), menciona que buscando una solución a los problemas de la agricultura tradicional, surge los cultivos alternativos entre los cuales podemos citar a los invernaderos y a la hidroponía, si bien es cierto que no son la solución a todos los problemas, si presenta una alternativa de cultivo sobre todo para regiones con terrenos que presentan altos grados de erosión y problemas de agua.

1.2. JUSTIFICACION

En la localidad de Pucarani primera sección de la provincia Los Andes la actividad principal es la producción de leche y por encontrarse en las regiones del altiplano, debido a sus climas adversos como las sequías, heladas y granizadas han hecho que se reduzca la producción de forraje la cual se ha vuelto en una necesidad básica del agricultor para la alimentación del ganado vacuno, ovino y otros. Donde el forraje verde hidropónico surge como una alternativa de soluciones a estos problemas utilizando ambientes controlados como las carpas solares.

Espinosa (2005), señala que es necesario buscar alternativas en la forma de producción, como en el caso de la hidroponía, considerando que esta actividad no requiere de grandes cuidados y sus costos de producción son bajos en comparación de los sistemas tradicionales, pudiendo desarrollarse en regiones áridas donde la planta no pueden crecer, no utiliza grandes cantidades de fertilizantes, fungicidas

plaguicidas e insecticidas con la hidroponía se utiliza áreas infértiles sin uso estableciendo los invernaderos.

Valdés (2009), indica que la baja productividad de los suelos se refleja en que el 100% de ellos presenten algún grado de erosión, lo que impacta negativamente su productividad, a lo que se suma la falta de materia orgánica, pues los suelos de uso agrícola tienen menos del uno por ciento, lo que afecta su capacidad de retener humedad, estimula la compactación y aumenta la erosión, además de aumentar los efectos negativos de la sequía. Otro factor que afecta la producción agrícola son los organismos parásitos y las enfermedades, lo que se refleja en los elevados consumos de agroquímicos que afectan el ambiente.

1.3. OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Evaluar el rendimiento de materia verde en dos variedades forrajeras avena (*Avena Sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) con diferentes frecuencias de riego bajo un sistema hidropónico en la comunidad de Pucarani

Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento de materia verde en dos variedades forrajeras avena (*avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*)
- Determinar la frecuencias de riego en avena (*Avena Sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) bajo un sistema hidropónico
- Evaluar valor nutritivo del avena (*Avena Sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) bajo un sistema hidropónico.

1.4. Metas

- Obtener forraje verde en un tiempo menor al de los cultivos convencionales.
- Producir FVH en dos especies forrajeras y con diferentes frecuencias de riegos.
- Realizar la infraestructura del módulo hidropónico en carpas solares familiares.

II. MARCO TEORICO

2.1. CONTEXTO NORMATIVO

S.N. (2010), 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. 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 y la extinción de especies de flora nativa. 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. 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.

S.N. (2010), manifiesta que Una de las alternativas cercanas es la utilización de especies forrajeras con un alto valor productivo, con características deseables que

satisfagan al productor, cubriendo en primera instancia las necesidades de alimentación del ganado bovino.

El forraje verde hidropónico (FVH) es una metodología de producción de 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.

Murillo (2001), sostiene que uno de los principales problemas que ocasiona la migración de los pobladores del altiplano es el fenómeno social que se presenta constantemente lo que hace que el agricultor abandone sus tierras y buscando una mejor calidad de vida.

La región del Altiplano, por sus mismas condiciones climáticas, topográficas y edáficas hacen que la agricultura no sea uno de los rubros más explotados en todo su ámbito, a pesar de estas condiciones se han adaptado especies ganaderas aprovechando el espacio físico, por lo mismo para que esta explotación sea sostenida, se ha introducido varias especies forrajeras tanto anuales como perennes.

Gómez (2007), indica que la escases de terreno necesario en la producción de alimento para los animales, épocas de estiaje críticas y otras contingencias ambientales ocasionadas por el cambio climático factores que están provocando la carencia y la baja disponibilidad de agua, la cual dificulta la gran necesidad de disponer de un aporte de forraje de calidad, en cantidades necesarias para mantener un rebaño, obligando a los productores buscar alternativas de producción de alimentación. Además de que se debe considerar el ahorro de agua buscar mejores rendimientos por metro cuadrado ocupado, calidad nutricional, flexibilidad en la transparencia de la tecnología y mínimos impactos negativos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Los Forrajes

Migliorini (1984), Indica que los forrajes son las especies cultivadas espontaneas que se utilizan para la alimentación del ganado se excluyen pues, tanto los pastos naturales como las plantas, raíces y tubérculos del cultivo que contenga la ración alimenticia de los animales. Las especies vegetales de máximo interés forrajero son las leguminosas (alfalfas, tréboles, esparceta, etc.), las gramíneas (dáctilo, rey gras, festucas, etc. Como los cereales forrajeros).

El mismo autor menciona que únicamente poniendo en práctica las técnicas más avanzadas para la conducción de los cultivos forrajeros y para la alimentación racional de los animales es posible afrontar con esperanzas justificadas unos tiempos que se consideren particularmente críticos para el agricultor y el ganadero.

Puignau (1993), Señala que la avena y la cebada en Bolivia, constituyen uno de los cultivos forrajeros anuales más importantes, esta condición se debe a su amplio rango de adaptación a diferentes climas del suelo su buena palatabilidad y la facilidad de conservación como heno o ensilaje que lo convierte en un recurso forrajero.

Torricos (2001), sostiene que por la importancia del tema, la producción de forrajes (leguminosas y gramíneas) se constituye en la base de la alimentación del ganado lechero en nuestro medio, una buena producción de forrajes permite aprovechar toda la capacidad productiva y reproductiva de los animales.

2.2.2. Cebada

Córdova (1993), Menciona que la importancia de la cebada en nuestro país radica en que se utiliza para el consumo humano, para la alimentación de los animales en berza y en grano. En Bolivia la cebada se cultiva en una gran diversidad de suelos y climas, respecto a los suelos donde se cultiva la cebada en nuestro país debemos de

indicar que varían de acuerdo a su formación pero de modo general carecen de fertilidad natural.

Miglioroni (1991), menciona que la cebada se cultiva principalmente con destino al consumo humano y también animal, como materia prima para la obtención de almidón, para la alimentación concentrada de ganado y como planta forrajera. Es adaptable a todo tipo de climas y bastante sensible a las heladas, prefiere los suelos francos, calcáreos y frescos produciendo menos en suelos excesivamente sueltos o muy compactos a si como en los de reacción acida.

La cebada tiene buena adaptación a todos los rangos de altitud y a tipos de suelos del área costera y valles altos; sin embargo, se ha observado que prospera mejor en suelos de textura ligera a media, sin problemas de drenaje y con un pH de neutro a alcalino. Es uno de los cultivos más tolerantes a la salinidad. Se puede cosechar para grano, forraje henificado o usar para pastoreo. Es más precoz que la avena y por tanto tiene menos necesidades hídricas.

Chávez (2005), menciona que en la actualidad, éste cereal se produce en casi todo el mundo, destinándolo principalmente a dos tipos de mercado: como alimento para ganado y para producción de malta. Particularmente en México, aproximadamente el 70% de la cebada que se produce es específica para ser utilizada por la industria maltera y el 30% restante corresponde a variedades que se utilizan fundamentalmente para alimentación de ganado.

S. N. (2002), La Cebada pertenece a la familia de las gramíneas. Las espiguillas se encuentran unidas directamente al raquis, dispuestas de forma que se recubran unas a otras; las glumas son alargadas y agudas en su vértice y las glumillas están adheridas al grano; es una planta de hojas estrechas y color verde claro, en el punto en que el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrollan dos estipulas que se entrecruzan por delante del tallo y una corta lígula dentada aplicada contra éste; la planta suele tener un color verde más claro que el del Trigo y en los primeros estados de su desarrollo.

Gómez (1999), menciona que la cebada tiene una buena adaptación a todos los rangos de altitud, sin embargo se ha observado que prospera mejor en suelos de textura ligera a media, es un cultivo más tolerante a la salinidad., se puede cosechar para grano, forraje henificado o usar para pastoreo es más precoz que la avena y por tanto tiene menos necesidades hídricas.

Villarroel (2001), indica que la cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro en el punto en que el limbo se separa del tallo, al terminar la zona envainadora de la hoja, se desarrolla dos estipulas que se entrecruzan por delante del tallo y una corta lígula dentada aplicada con otra. El sistema radicular de la cebada es más superficial que el trigo.

Puignau (1993), manifiesta que la importancia de la cebada en nuestro país radica en que se utiliza en el consumo humano, para la alimentación de los animales, en berza y en grano y como materia prima para que la industria cervecera. En Bolivia la cebada se cultiva en gran diversidad de suelos y climas, respecto a los suelos donde se cultiva la cebada en nuestro país debemos indicar que varían de acuerdo a su formación pero de modo general carecen de fertilidad natural.

2.2.3. Avena

Miglioroni (1991), menciona que la Avena se emplea como alimento para el hombre y en la elaboración de concentrados y forrajes para el ganado, desde el punto de vista de la nutrición animal constituye un alimento de primerísimo orden.

Ormeño (2000), N. J. la avena como cultivo forrajero INIA la platina indica que, la avena es la principal especie cultivada en el Apis para la producción n de forraje o grano, destinados a la alimentación de rumiantes, su grano es de alta calidad con un contenido de proteína de alto valor biológico, superior a otros cereales de grano pequeño. Su importancia en la alimentación animal radica en la diversidad de usos y tipos de productos que pueden obtenerse de su cultivo: granos, forraje verde, forraje

conservado (heno y ensilaje), doble propósito forraje verde grano y utilización de rastrojo.

Villarroel (2001) ,menciona que es una gramínea de sistema radicular pseudoasciculado, más desarrollado que el trigo y el de la cebada, el tallo es grueso, pero con poca resistencia de vuelco; tiene en cambio un valor forrajero, las hojas son planas y alargadas, el color de las hojas es verde azulado lo que lo distingue de la cebada.

Gallardo (1997), señala que el autor Sebillote, expresa que el conjunto de modificaciones cualitativas de la planta que comprende desde la germinación hasta la aparición de nuevos órganos, se define como desarrollo. La edad de una planta se puede determinar en días, desde su germinación hasta las diferentes etapas de su desarrollo.

Por otra lado Torren (1987), los cambios morfológicos existentes en cereales menores, como la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama estado o fases de desarrollo".

Según Quispe y Samanez (1989), en los trabajos efectuados en Puno-Perú, han evidenciado que el periodo vegetativo del trigo, cebada y avena esta en función a la variedad Precoz y Tardío; manejo, fertilización nitrogenada y precipitación. Las fases fenológicas más sensibles que fueron observados son: emergencia, macollamiento, entallamiento, embuchado, floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica.

Puignau (1993), Señala que la Avena en Bolivia, constituye uno de los cultivos forrajeros anuales más importantes después del maíz en los valles y en las zonas altas y el altiplano, esta condición se debe a su amplio rango de adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo, su buena palatabilidad y la facilidad de conservación como heno o ensilaje, que la convierte en un recurso forrajero valioso para las épocas secas y frías del año, principalmente en las zonas altas del país. Sin embargo este cereal es muy sensible a las enfermedades fungosas, a nivel de valles interandinos.

2.2.4. Características Botánicas

Guerrero, 1984 menciona sobre las características de tres especies forrajeras lo siguiente:

- Cebada.- es una planta de hojas estrechas y color verde claro, en un punto en que el limbo se separa del tallo al terminar la zona envainadora de la hoja el sistema radicular de la cebada es más superficial que el trigo.
- Avena.- es una gramínea de sistema radicular pseudoasculado, más desarrollado que el trigo y el de la cebada el tallo es grueso, pero con poca resistencia al vuelco; el color de las hojas es verde azulado.
- Parsons, 1989 menciona que la avena, cebada y el triticale pertenecen a la familia de las gramíneas y son conocidas con los nombres científicos *Avena Sativa*, *Hordeum Vulgare* y *Triticum Aestivum x Secale cereale*.

Migliorini (1984), menciona que la avena y cebada son cultivos forrajeros que:

- Avena, llega alcanzar alturas variables de 60 a 150 cm; el tallo es recto y cilíndrico, más corto que del trigo, las hojas son cortas y relativamente estrechas de unos 25 cm de longitud y 1 a 1,5 cm de ancho, la inflorescencia es un panoja compuesta formado por un número variable de espiguillas el grano de avena es fusiforme.
- Cebada, la planta es de color verde claro, más baja que el trigo (60 a 90 cm), de tallos rectos y cilíndricos, formando una espesa vegetación; hojas lanceoladas de 25 cm de longitud y de 1 a 1,5 cm ancho, con espigas que llevan y tres espiguillas en cada diente cada una de las cuales produce una sola flor.

Parsons (1989), la avena, cebada y triticale, pertenecen a la familia de las gramíneas, respectivamente estas especies comunes tienen las siguientes características botánicas comunes:

- Raíz .- fasciculada, fibrosa y adventicia
- Tallo .- erecto cilíndricos y huecos
- Hoja.- lanceoladas, la longitud varía de acuerdo a las especies.

2.2.5. Rendimiento de materia seca

Mamani (1998), indica que Mendieta, asevera en un estudio realizado en la estación experimental de Choquenaira con 5 accesiones de avena la que presento mayor rendimiento fue la variedad SEFO – 1 con 2100 kg/MS/ha, el resto presentaron rendimientos intermedios.

Mamani (1998), señala que el autor Quispe manifiesta que las especies forrajeras de cereales menores son aceptables para la producción de materia seca con un rendimiento promedio de 7,58 tn/ha de triticale, y la cebada de 5,23 tn/ha.

2.2.6. Época de Cosecha

Howard (1987), indica que la programación de la cosecha deberá efectuarse de forma que puedan cosecharse cada día el mismo número de bandejas que sean sembradas de esta forma podrá ser posible una producción continua.

FAO (2001), Indica que se realiza la época de cosecha del FVH entre los días 12 a 14 sin embargo si estamos necesitados de forraje, podemos efectuar una cosecha anticipada a los 8 a 9 días. Donde una mayor riqueza nutricional se alcanza de un FVH se alcanza entre los días 7 y 8 por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado, se ha documentado que periodos de tiempo de 7 a 10 días son más que suficientes para completar el ciclo de un cereal sembrado para forraje hidropónico.

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 y el abundante colchón radicular, semillas sin germinar y semillas pre germinadas.

2.2.7. Composición bromatológica

S.N. (2010), indica que la composición analítica de la cebada, facilita una idea de estas posibilidades y demuestra la importancia de llevar a cabo una elección juiciosa

de este cereal. El contenido de proteína de la cebada es ligeramente superior al de la avena, puesto que puede alcanzar, en las variedades de cuatro carreras de primavera, el porcentaje de un 12,5%. En las variedades de otoño el porcentaje es inferior. El contenido en proteína resulta por regla general más elevado en las zonas secas y de clima árido (Infoagro.com, 2010)

Las cebadas germinadas, debido a su valoración arbitraria, en lo que se refiere al valor nutritivo, y por el contenido en proteína, no presenta una utilidad económica que justifique el ejemplo. Se trata de un subproducto que ha perdido su valor nutritivo, ya que la proteína digestible y las unidades forrajeras se encuentran en la parte germinada.

Cuadro 1. Características analíticas de la cebada

| Composición de la cebada por 100 g de sustancia | | | |
|--|---------------------|------|-------------|
| Grano de cebada | Cebada verde | | Paja |
| Proteínas | 10 | 2.5 | 1.9 |
| Materia grasa | 1.8 | 0.5 | 1.7 |
| Materia no nitrogenada | 66.5 | 8.8 | 43.8 |
| Celulosa | 5.2 | 5.6 | 34.4 |
| Cenizas | 2.6 | 1.7 | 4 |
| Agua | 14 | 80.9 | 14.2 |

FUENTE INFOAGRO.COM 2010

- **Valor energético**

S.N. (2010), señala que el contenido energético en un kilogramo de grano de avena es igual a 2.902 calorías, mientras que 6 Kg de masa verde 7.063 calorías. Bajo estas condiciones el valor proteico del forraje aumenta en un 257 % para el cultivo de brotes, recomienda una temperatura en la cámara de 18°C para la avena, 20°C para la cebada, el trigo y para el maíz y finalmente para el sorgo a 24°C.

- **Energía Bruta (E.B.)**

Alcázar (1997), indica que el punto de partida para la determinación del valor energético de los alimentos, se denomina "calor de combustión" y está representado

por el energético proveniente de la quema de una sustancia hasta producir CO₂ y H₂O y otros gases.

- **Proteína**

Mamani (1984), menciona que Juscafresa (1980), sostiene que una gran mayoría de las proteínas contenidas en los forrajes son específicas de las especies y por ende su valor biológico es distinto en cada una de las forrajeras.

- **Grasa en los forrajes**

Franco (1991), reporta que la determinación de los compuestos orgánicos solubles en éter, de forma que toda suerte de pigmentos, vitaminas, etc. están incluidos y solo el 40% del extracto etéreo es grasa verdadera, de por sí, es baja en los forrajes como se observa con claridad.

- **Importancia de calcio y fósforo.**

Franco (1991), indica que el 99% de calcio y el 80% de fósforo del organismo animal se hayan localizado en huesos y dientes en forma de fosfatos. El 1 % restante de calcio se halla en el tejido corporal, interviniendo en el proceso de contracción del músculo en cambio el 20% de restante del fósforo se encuentra en el hígado o tejido corporal y participa en el metabolismo del carbohidrato, proteína y grasa, en los procesos de fosforilización.

2.3. Hidroponía

Kramer (2011), E. menciona que es una solución a nuestros problemas de alimentación del productor ganadero independientemente de su escala de producción, es un desarrollo tecnológico que viene a complementar las características productivas naturales de nuestra tierra. Es una tecnología que permite mejorar la competitividad de la producción ganadera ante el inminente avance de la agricultura.

Rodríguez (2005), La agricultura tradicional enfrenta diferentes problemas entre los que se destacan una alta erosión de los suelos con altos contenidos de carbono de calcio, por lo que la preocupación de los investigadores en el ramo obligaron a desarrollar nuevas herramientas con que abatir estos problemas: como la hidroponía, que ofrece mejores alternativas de siembra comparadas con los cultivos tradicionales. A continuación se expone un cuadro comparativo de la hidroponía frente a los sistemas tradicionales usados en la región. Ver cuadro 2.

Cuadro 2, Comparación entre la hidroponía y el sistema tradicional del cultivo

| CULTIVO EN TIERRA | CULTIVO HIDROPONICO |
|---|---|
| <i>Número de plantas</i> | <i>Número de plantas</i> |
| Limitado por la nutrición que puede proporcionar el suelo y la disponibilidad de luz. | Limitado por la iluminación, así es posible una mayor densidad de plantas águales, lo que resulta en mayor cosecha por unidad de superficie |
| <i>Preparación de suelo</i> | <i>Preparación de suelo</i> |
| Barbecho, rastreo, surcado. | No existe preparación de suelo únicamente se prepara los equipos y los sustratos que se utilizan para el cultivo. |
| <i>Control de malas hiervas</i> | <i>Control de malas hiervas</i> |
| Gasto en el uso de herbicidas y labores culturales | No existe y por lo tanto no hay gasto al respecto |
| <i>Enfermedades y parásitos del suelo</i> | <i>Enfermedades y parásitos del suelo</i> |
| Gran numero de enfermedades del suelo por nematodos, insectos y otros organismos que podrían dañar la cosecha. Es necesaria la rotación de cultivos para evitar daños. | Existe en menor cantidad las enfermedades pues prácticamente no hay insectos u otros animales en el medio del cultivo. Tampoco hay enfermedades en las raíces, no se precisa la rotación de cultivos. |
| <i>agua</i> | <i>agua</i> |
| Las plantas se ven sujetas aa menudo a trastornos debidos a una pobre relación agua – suelo, a la estructura del mismo y una capacidad de retención baja. Las aguas salinas no pueden ser utilizadas, y el uso del agua es poco eficiente por una alta evaporación en la superficie del suelo. | No existe estrés hídrico, se puede automatizar en forma muy eficiente mediante un detector de humedad y control automático de riego. Se puede emplear agua con un contenido relativamente alto de sales, y el apropiado empleo de agua reduce las perdidas por evaporación. |

| | |
|--|--|
| <i>fertilizantes</i> | <i>fertilizantes</i> |
| Se aplican a boleo sobre el suelo, utilizando grandes cantidades sin ser uniforme su distribución y presentando además considerables pérdidas por lavado, lo cual alcanza en ocasiones desde un 50 a un 80% de salinidad en el suelo | Se utilizan pequeñas cantidades, y al estar distribuidos uniformemente (disueltos), permiten una absorción mas homogénea por las raíces además existe poca perdida por lavado. |
| <i>nutrición</i> | <i>nutrición</i> |
| Muy variable, pueden aparecer deficiencias localizadas. A veces los nutrientes no son utilizados por las plantas debido a una mala estructura del terreno a un pH inadecuado del cual hay dificultad para muestreo y ajuste. | Hay un control completo y estable de nutrientes para todas las plantas fácilmente disponibles en las cantidades precisas. Además hay un buen control de pH con facilidad para realizar muestras y ajustes. |
| <i>Calidad de fruto</i> | <i>Calidad de fruto</i> |
| A menudo existe deficiencia de calcio y potasio lo que da lugar a una escasa conservación. | El fruto es firme con una capacidad de conservación que permite a los agricultores cosechar la fruta madura y enviarla, a pesar de ello a zonas distantes. |
| <i>sustratos</i> | <i>Sustratos</i> |
| <i>tierra</i> | Posibilidad de emplear diversos sustratos reducido costo a si como materiales de desecho. |
| <i>Mano de obra</i> | <i>Mano de obra</i> |
| Necesariamente se debe contar con conocimiento y asesoría | No se necesita, a pequeña escala mano de obra calificada. |

Fuente los cultivos hidropónicos de hortalizas extra tempranas Antonio L. ALARCON VERA.

2.3.1. Forraje verde hidropónico FVH

Resch (1987) señala que el cultivo de cereales con una solución de nutrientes en una cámara cerrada controlada ambientalmente o unidad, ha tomado una importancia comercial como base de producción de hierba fresca para aumentar a los animales a lo largo de todo el año.

Fuentes (2011), señala que dada la situación restrictiva para el desarrollo de cultivos el sistema de producción de FVH representaría una alternativa de producción de forraje no-convencional. Sin embargo, no existe información disponible de evaluación de parámetros productivos y nutritivos en condiciones de desierto. El sistema de FVH

es una tecnología de producción de biomasa vegetal a partir de plántulas en estado de germinación y crecimiento temprano. Las especies comúnmente utilizadas en esta modalidad son avena, maíz, cebada, trigo y arroz. Con el sistema hidropónico.

Granos como cebada, trigo, avena, arroz, sorgo o maíz suelen ser humedecidos durante veinticuatro horas antes de colocarse en las bandejas de cultivo.

Con el forraje hidropónico se puede alimentar ganado vacuno, porcino, caprino, equino, cunícola y una gran cantidad de animales domésticos con excelentes resultados. Money, 2005 señala que 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).

Ramírez (2009), Indica que el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, alfalfa y otros), que se realizan durante un periodo de 9 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva se utilizan técnicas de hidroponía sin ningún sustrato donde el grano germinado alcanza una altura de 25 centímetros.

FAO (2001), Indica que 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. Indica que 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.

EL FVH, representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, vacas, caballos, conejos, pollos, gallinas, patos, etc., entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante periodos de escases de forraje

verde. Además el forraje verde es aprovechado al 100%, al final se obtiene un gran tapaje radicular, compuesto por las raíces entre cruzadas unas a otras por la alta densidad de siembra (zona radicular), semillas sin germinar, semillas semi germinadas que enriquecen el valor nutritivo.

Kramer (2011), indica que el FVH fue creado para eliminarle al productor ganadero la dependencia y la limitación que generan la pobreza de suelos y condiciones climatológicas adversas, tales como nieves sequias, etc.; posibilitando que el ganadero cuente con un forraje verde en la cantidad deseada de alta calidad y un valor sustancialmente económico que el forraje convencional; sustituyendo así los grandes espacios de terrenos que son imprescindibles para obtener pasturas de manera tradicional.

Birgi (2013), J. indica que es el resultado de la germinación como cebad, avena, trigo, centeno y triticale en bandejas plásticas, sin la utilización de suelo, se obtiene como resultado un “pan de forraje” de alto valor nutritivo y palatabilidad, aprovechable en su totalidad. la alta productividad forrajera por metro cuadrado, la inocuidad del producto y la eficiencia en el uso de agua, hacen del FVH una alternativa importante para los productores familiares.

Vargas (2008), R.C.F. forraje verde hidropónico de maíz, sorgo y arroz. PP 2. Señala que el forraje verde es el proceso de germinación de granos que se realiza durante un periodo de 9 a 15 día. Pretendiendo que el grano germinado alcance una altura promedio de 25cm también se menciona 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.

También Vargas, menciona que durante el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de cambios que le permiten a la plántula en pocos días captar la 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.

2.3.2. Sistemas automáticos para producción de forraje verde hidropónico FVH

Resch (1987), señala que la producción hidropónica interrumpida de forraje fresco rico en vitaminas enzimas y sustancias minerales por su carácter representa un proceso industrial que requiere de un régimen estrictamente tecnológico, la alteración de este régimen no es permisible.

FAO 2002, señala que como una alternativa importante, se gesta la producción de forraje verde hidropónico, que se trata de una tecnología de producción de biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables.

Lomeli (2000), sostiene que el FVH es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plántulas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables, el producto final es un forraje de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación de diversos tipos de ganado y animales domesticados (FAO, 2001). Con esta técnica es posible producir grandes volúmenes de forraje en áreas muy reducidas y a un bajo costo. La producción de FVH básicamente consiste en la germinación de semillas de gramíneas o leguminosas, con una conversión de semilla a FVH en relación de 1kg de semilla a 9 a 10 kg de pasto en un lapso de 8 a 17 días, dependiendo de los objetivos y condiciones medioambientales sobre las cuales se desarrollen las plántulas

2.3.3 Factores que influyen sobre la absorción de nutrientes.

Izquierdo (2001), afirma que entre los factores más importantes que pueden determinar la viabilidad o fracaso de este tipo de cultivos.

- Calidad de semilla, la semilla a utilizar se debe encontrar en óptimas condiciones para garantizar resultados óptimos.

- Iluminación, la cantidad de radiación que deben recibir las plantas en desarrollo es importante, pues intervienen en todos los procesos fisiológicos de la planta.
- Temperatura, el rango de temperatura está entre los 18 a 20 °C, la temperatura optima es de 20 °, aunque esta dependa de especie utilizada y de sus requerimientos.
- Humedad, la humedad que debe fluctuar dentro de la instalación debe ser del 90 %rangos inferiores o mayores pueden provocar deshidratación o problemas fitosanitarios en el forraje respectivamente.
- Calidad de agua, el agua que se recomienda usar debe poseer características similares a la potabilizada.
- PH, existe un rango que se maneja de 5,2 – 7 para un excelente desarrollo.
- Conductividad, el rango óptimo de CE está entre 1,5 a 2 mS /cm.
- Concentración de CO₂el control de este factor es importante ya que se permite que se dé una mejor actividad fotosintética por lo tanto una mejor producción de FVH.

Álvarez (2013), señalan que para el crecimiento del forraje verde hidropónico el intervalo más apropiado de temperaturas es entre 20 a 28 °C, humedad relativa no inferior al 90%, se deben evitar los encharcamientos dentro de los contenedores y se requiere circulación de aire dentro del cuarto de producción.

Riego

Mamani (1998), dice que Resch, señala que el agua se encarga de la previa disolución de los principios nutritivos minerales almacenados, y de transportar estos hasta los órganos de asimilación del vegetal mediante la absorción de dichas soluciones para las raíces del mismo. A partir del momento de la siembra del FVH, se debe suministrar solución nutritiva, el riego se debe aplicar bajo el concepto de que el grano o la parte aérea debe permanecer húmeda evitando encharcamiento en la bandeja se puede hacer aplicación de 8 riegos diarios, también indican que para la producción de un kg de forraje verde hidropónico se necesita dos litros de agua.

FAO (2001), menciona que es importante recordar que las cantidades de agua de riego devén ser divididas en varias aplicaciones por da, lo usual es entregarle el volumen diario dividido en 6 a 9 veces en el transcurso del día.

Elizondo (2001), manifiesta que el principal secreto del éxito de la producción de FVH, se basa en una adecuad irrigación, por lo que a partir desde este momento, se deben iniciar los riegos hasta que el material se vaya a cosechar, sin embargo como el crecimiento de crecimiento es tan corto, el agua pura también sirve aunque los rendimientos son menores. El riego puede llevarse a cabo desde una forma tan sencilla y económica como lo es el uso de una regadera, hasta con los métodos más caros y sofisticados que hacen uso de micro aspersores, nebulizadores, riego por goteo y controladores de tiempo. La frecuencia de irrigación es muy importante y dependerá de la demanda de agua de las plantas lo que a su vez está determinada por la temperatura, luz y su etapa de crecimiento, esto quiere decir que a mayor temperatura, luminosidad, y a mayor edad de la panta los requerimiento de agua son mayores, se pueden regar cada 2 a 3 horas si el lugar mantiene un humedad y temperatura adecuada entonces se podría pensar en regar cada 5 a 6 horas es importante que el agua no se acumule en las bandejas.

Valdés (2009), manifiesta que el sistema de riego es fundamental pues es necesario que la semilla pre germinada cuente con suficiente agua de riego hasta su cosecha. Es muy importante que se defina la cantidad de agua y la frecuencia de riegos , normalmente la frecuencia e intervalos es de 6 a 9 riegos con una duración no menor a dos minutos para mantener el grado de humedad y evitar el exceso de humedad que genera la presencia de enfermedades.

Riego por aspersión

Rodríguez (2003), menciona que este es tal vez el riego más común, pues es el que se adapta mejor a las posibilidades económicas de cada cultivador. Existen sistemas muy simples que constan de una bomba de aspersión manual, o se puede utilizar una bomba de aspersión a motor de gasolina. La desventaja de estos equipos es que la aspersión debe hacerse caja por caja, lo cual representa una gran inversión a

largo plazo en tiempo y mano de obra. Existen otros sistemas fijos con aspersores o micro aspersores, para lo que necesario la instalación de toda una red de tuberías y un compresor.

Si se usa este sistema sería necesario que al final de la estiba de las cajas se coloque un plástico en forma de canal para recolectar el sobrante del riego que se administre. 13

Sánchez (2013), señala que este tal vez es el riego más común, pues es el que mejor se adapta a las posibilidades económicas de cada cultivador, existen sistemas muy simples que constan de bombas, la desventaja de estos equipos es que la aspersion debe hacerse caja por caja, la cual presenta una gran inversión a largo plazo en tiempo y mano de obra.

Aquino (2010), menciona que el riego debe comenzar el momento que se colca la semilla sobre las bandejas en el área de germinación hasta el momento en que se va a cosechar el forraje en el área de producción. El riego de las bandejas de germinación y crecimiento inicial de forraje verde debe realizarse a través de una mochila de mano tipo pulverizadora, el riego debe utilizarse en dos turnos, uno en la mañana y otro en la tarde para esto se utilizan 2,5 litros por m², el riego se realiza en cada nivel de módulo empezando del piso más alto del módulo. Un indicador práctico que se debe tener en cuenta es no aplicar riego cuando las semillas se encuentran húmedas, al igual que su respectiva más radicular.

Luz

Rodríguez (2003), señala que se consigue con un correcto emplazamiento del invernadero, permitiendo buena iluminación, limpiando cristales, utilizando la composición adecuada en las soluciones nutritivas para aprovechar adecuadamente la energía solar y minorar costos. Después de la humedad, la temperatura es el factor más importante para lograr una buena germinación.

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

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

La colocación de lámparas fluorescentes se aconseja a una distancia de 40 cm, aproximadamente de la planta cuando son de 15 a 25 voltios, no se debe poner a menos de 75 cm de distancia mientras que cuando se utilicen lámparas de luz mercurial de 250 voltios, la distancia deberá de ser de 1,2 a 1,5 metros. Los cultivos de follaje, aunque este sea abundante necesita de 10 a 12 horas de luz de di artificial.

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

Elizondo (2001), menciona que para que se dé un correcto desarrollo de la planta, es importante proporcionar una adecuad iluminación, ya sea mediante luz natural (no debe ser el sol directamente), o artificial.

Valdez (2009), menciona que para obtener FVH es indispensable contar con un periodo de luz, ya sea natural o artificial, de 13 a 16 horas, por ello el módulo de

producción se puede desarrollar en un área techada que puede ser una bodega o un cobertizo.

PH

Mamani (1998), dice que Devlin Menciona que la mayoría de las plantas prefieren un nivel de PH entre 6 a 7 como pH óptimo para la absorción de nutrientes. Se presentan efectos marcados de pH cuando se inhibe la posibilidad de los iones, sin embargo si la concentración de un ion es suficientemente alta será difícil que se presente una deficiencia de este ion en aquella planta dentro de los límites fisiológicos de los valores de pH.

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH óptimo para la producción es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico.

Temperatura

Gallardo 1997, menciona, que en general un aumento de temperatura repercute en una aceleración de la absorción de sales, sin embargo la influencia de la temperatura sobre esta absorción se ve reducida a unos límites relativamente estrechos. Con mayor probabilidad los efectos inhibidores de las altas temperaturas son debidos a la deshidratación de las enzimas que repercute ya sea directamente sobre la absorción salina.

Gonzales (2016), señalan que durante el proceso de producción de FVH la temperatura juega un importante papel ya que los cultivos tienen un rango de temperatura óptima para la germinación y crecimiento; para el caso de la avena, trigo, cebada se requieren de 18°C a 21°C; en particular.

Jiménez (2013), señala que es conocida su gran influencia se sabe que temperaturas bajas a nivel radicular, acortan la absorciones del agua y elementos nutritivos, causando marchitamiento, clorosis, al igual que las altas temperaturas causan daños, posee gran influencia en la movilización de azúcares para la reacción química. Se necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima de 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades.

Oxigenación del sistema radicular

Jiménez (2013), Es una importante condición, que se la consigue empleando sustratos de estructura estable muy porosa, con lo cual se evita la falta de O₂, con ello no perjudicamos su crecimiento y producción.

Gonzales (2016), manifiesta que la oxigenación del cultivo 15 a 35% y la retención de agua en 20 a 60%.

Humedad

Jiménez (2013), señala que es un factor de gran importancia, pues ejerce influencia directa en los estomas, casos de poca humedad en el ambiente no sería posible la absorción de CO₂ y por tanto no se asimilaría, con la humidificación del aire se puede evitar esto pero hasta un cierto grado y poder incrementar el crecimiento. Se puede lograr aumentando la higrometría por medio del riego de los pasillos y la superficie de las hojas. Se debe mantener la humedad en un 50 – 70% (moderadas). Con todo lo dicho, es necesario una armonía de todos los factores ambientales y para conseguir es necesario experiencia de agricultor y de poder facilitar un grado adecuado de cada uno de los factores.

Elizondo (2001), menciona que debe tener una humedad superior al 85 %, no está demás decir que la estructura donde estarán los estantes con las bandejas, debe ser

un lugar cerrado, puede ser con cedazo para evitar la entrada de pájaros u otras aves.

2.3.4. Procedimiento del cultivo

Según Vargas (2008), menciona que:

a) Pesaje y selección de las semillas: Se utilizara la recomendación de acuerdo a (Vargas, 2008), en la cual indica 2,4 a 3,4 kilos de semillas por metro cuadrado, recordando no superar 1,5 centímetros de altura en la bandeja. Se realiza una selección manual de las semillas para eliminar todas aquellas que están en mal estado (semillas partidas) y cuerpos extraños.

b) Prelavado: En baldes de remojo se coloca por separado cada grupo de las semillas y de las diferentes gramíneas a evaluar, y se elimina todas aquellas que flotan en agua.

c) Lavado: Las semillas se lavan y se desinfectan en una solución de hipoclorito de sodio (5,25%) al 1%(10 ml de solución de cloro comercial en un litro de agua) dejándolas remojar en ésta por 30 minutos a una hora, luego se enjuagan con agua.

d) Remojo: Se sumergen las semillas en agua por un periodo de tiempo de 18-20 horas, se hace recambio manual del agua que se ve turbia.

e) Oreo: Las semillas se colocan sobre sacos limpios extendidos para orearlos por un lapso de 24 horas.

f) Traslado: Se coloca las semillas en las bandejas de un tamaño de 720 cm² tratando de formar una capa uniforme de 1,5 cm de espesor.

g) Germinación: Para lograr una adecuada germinación, las bandejas son cubiertas con un plástico negro, y se colocan en el invernadero donde se mantendrá a baja temperatura, buena ventilación, oscuridad y con la ayuda de nebulizadores de riego

se suministra el agua evitando que se muevan las semillas, este proceso dura 24 horas.

h) Producción: Una vez pasado el tiempo de germinación, se retira el plástico negro que cubre las bandejas, en este momento se inician los riegos espaciados cada tres horas por 30 segundos, para tales efectos se diseña un sistema de suministro de agua por aspersión equipado con nebulizadores y un dosificador de nutrientes. Al aparecer las primeras hojas comienza la etapa de fertirrigación (aproximadamente al cuarto día) utilizando una combinación de soluciones nutritivas, hasta el séptimo día, luego se procede a regar con agua solamente. En este lapso de tiempo se le suministra a los cultivos luz, temperatura adecuada, buena ventilación y cuidados sanitarios. Esta parte dura 10 días; momento en el cual los cultivos alcanzan la altura de 25 cm.

i) Cosecha

Sostiene que se realiza cuando las tres especies evaluadas alcanzan los 25 cm de altura.

S.N.(2000), señala que la cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25cm, este desarrollo demora de 8 a 12 días, dependiendo de la temperatura, las condiciones ambientales y las frecuencias de riego, como consecuencias obtendremos un gran tapete radicular, ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra.

2.3.5. Rendimientos

Sánchez (2000), Una experiencia en producción de FHV se lleva a cabo en Uruguay, utilizando semilla de cebada cervecera y como sustrato cascarilla de arroz fermentada; la densidad de plantación es de 1 kg/m², utilizando 1 kg de semilla distribuido en 1 m², obteniendo 22 kg de FVH a los 12 días de crecimiento

Tejeda (2016), manifiesta que el forraje verde 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, un kilogramos de un grano o cereal se transforma en 10 kilogramos de forraje.

Gonzales (2016), el rendimiento y la calidad de forraje verde hidropónico se ve influida por factores como: la calidad de la semilla, variedad, tiempo de remojo, temperatura, humedad, suministro de nutrientes, profundidad, densidad de siembra y la presencia de hongos.

S.N. (2001), menciona que la producción de granos germinados para uso forrajero bajo el control de temperaturas y humedad, densidad, humedad y buena calidad de semilla alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20 cm aproximadamente en un periodo de 8 a 14 días. En general se obtienen conversiones de semillas o forraje verde de 5 a 1 y hasta 12 a 1 pero siempre con pérdida de materia seca.

2.3.6. Contenido bromatológico del forraje verde hidropónico

Tubon (2013), menciona que evaluando los resultados del análisis bromatológico de los forrajes verdes hidropónicos los forrajes presentan diferentes porcentajes bromatológicos

Análisis bromatológico de forrajes

| Tratamientos | humedad | Proteína bruta | Grasas |
|--------------|---------|----------------|--------|
| FVH cebada | 74,12 | 12,55 | 2,37 |
| FVH Maíz | 63,05 | 9,22 | 2,71 |
| FVH Avena | 64,00 | 10,79 | 2,54 |

FUENTE de Tubon, análisis bromatológico de forrajes

2.3.7. Valor nutritivo

Álvarez (2013), mención que la relación que guarda los diferentes nutrientes dentro de la solución nutritiva incide en la productividad de los cultivos debido a que interaccionen tanto aniones como cationes, puesto que la absorción de nutrientes efectuada por las raíces de las plantas es selectiva y depende de factores climáticos. El FVH es rico en minerales, entre los que se destacan cobre, fósforo, zinc, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso y potasio y nitrógeno similares promueven el crecimiento vegetativo.

Howard (1987) señala que los cultivos hidropónicos todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberían ser usadas depende de un elevado número de factores. La proporción relativa de iones que debemos añadir a la composición se compara con la necesaria en la formulación de nutrientes.

Cordero (2008), F. A. mencionan que en la hidroponía las soluciones nutritivas constituyen el aspecto principal del cultivo, pues estas determinan el crecimiento final de las plantas y la calidad del producto final.

S.N. (2010), La composición analítica de la cebada, facilita una idea de estas posibilidades y demuestra la importancia de llevar a cabo una elección juiciosa de este cereal. El contenido de proteína de la cebada es ligeramente superior al de la

avena, puesto que puede alcanzar, en las variedades de cuatro carreras de primavera, el porcentaje de un 12,5%. En las variedades de otoño el porcentaje es inferior. El contenido en proteína resulta por regla general más elevado en las zonas secas y de clima árido ver cuadro 4 según.

Gómez (2012), menciona El valor nutritivo de la cebada) es: cuadro 3

Cuadro 3 del valor nutritivo de la Cebada, Maíz y Avena

Valor nutritivo

| Parámetro | Base seca |
|-----------------------|------------------|
| Energía (Kcal/ Kg.MS) | 3216 |
| Proteína cruda (%) | 19.4 |
| Digestibilidad (%) | 81 |
| Grasa (%) | 3.2 |
| Carbohidratos (%) | 58.4 |

El valor nutritivo del maíz según Gómez (2012) es:

| Parámetro | Base seca |
|-------------------------------------|------------------|
| Proteína cruda (%) | 18.80 |
| Energía metabolizable (Kcal/ Kg.MS) | 3216 |
| Digestibilidad (%) | 83 |
| Proteína digestible (%) | 90 |

El valor nutritivo de avena, según Gómez (2012) es:

| Parámetro | Base fresca |
|------------------|--------------------|
| Materia seca /%) | 32 |
| Proteína (%) | 9 |
| Ceniza (%) | 2 |

Las cebadas germinadas, debido a su valoración arbitraria, en lo que se refiere al valor nutritivo, y por el contenido en proteína, no presenta una utilidad económica que justifique el ejemplo. Se trata de un subproducto que ha perdido su valor nutritivo, ya que la proteína digestible y las unidades forrajeras se encuentran en la parte germinada.

2.3.8. Costos

Ralde (2000), señala q los autores Howard y Resh, (1987), mencionan que existen muchas pruebas como el de Arano (1976), señala que las unidades hidropónicas para el cultivo de hierba, producen alimento para los animales a la mitad del costo convencional. Estos se basan en la gran cantidad de gas-oíl necesitado para la producción y transporte de los forrajes naturales.

S.N. (2000), manifiesta que sustanciosamente mas económico que el forraje convencional, el hecho de que este forraje se obtenga en terreno reducido permite su explotación en pequeñas áreas, o pueden sustituir el gran espacio de terreno que se hace imprescindible para obtener forraje, con el que el costo de la instalación en una nueva granja se reduce considerablemente.

También se dice que al pequeño productor lo independiza, ya que le permite aprovisionarse a sí mismo de alimentos prescindiendo inclusive de la necesidad de tierra garantizada el abastecimiento diario de alimentos.

Valdez (2009), menciona que el costo de producción de FVH, por concepto de superficies es 10 veces menor que el de la superficie para la producción de cualquier forraje en espacios abiertos.

III. SECCION DIAGNOSTICA

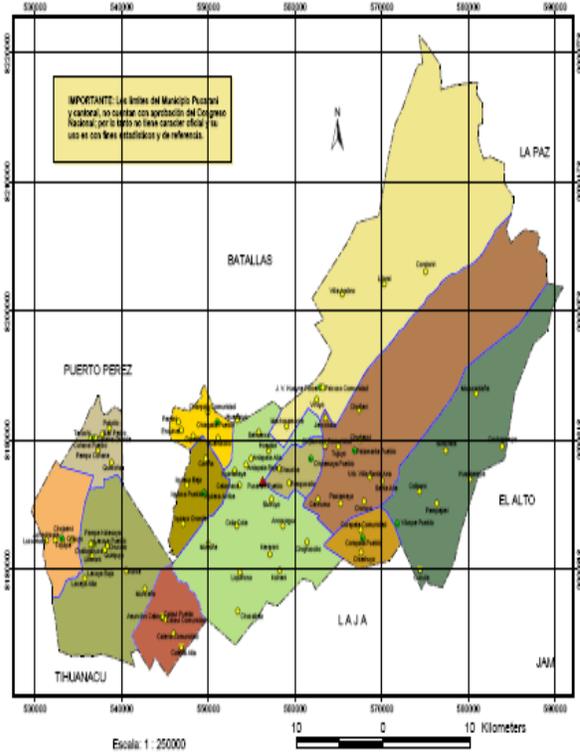
Este trabajo de investigación se realizó con la finalidad de poder comparar diferentes variedades de forraje en el municipio de Pucarani bajo tres frecuencias de riego.

3.1. MATERIALES Y METODOS

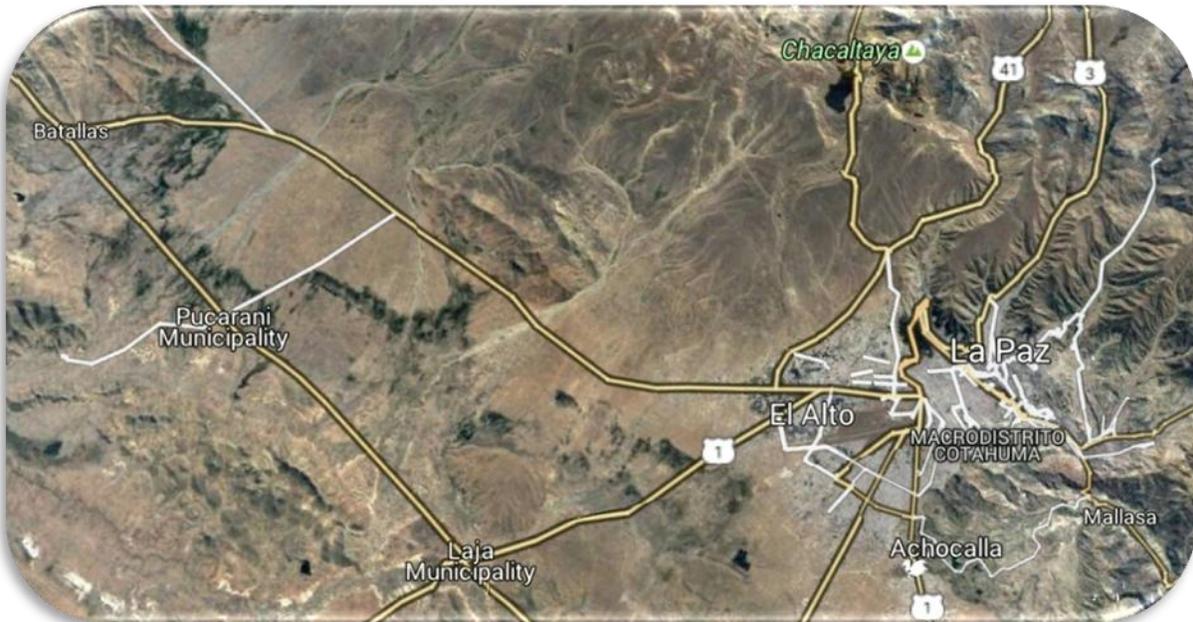
3.1.1. LOCALIZACION Y UBICACIÓN

El experimento se realizó en el municipio de Pucarani del departamento de La Paz en la provincia los Andes en la zona urbana ubicado a en la calle Ingavi a pocos pasos de la principal plaza. Ver Figura 1.

FIGURA 1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE PUCARANI PROVINCIA LOS ANDES DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ



RUTA AL MUNICIPIO DE PUCARANI



FUENTE elaboración propia

Ubicación Geográfica

El municipio de Pucarani se encuentra ubicado en el departamento de La Paz, en la provincia Los Andes constituyéndose la Primera Sección, dista 40 km. de la ciudad de La Paz y a 35 km. de la ciudad de El Alto utilizando la carretera panamericana que se dirige hacia Copacabana.

Los Andes ocupa el territorio de la región oeste del departamento ubicándolo al municipio en la región Sud –La provincia de Los Andes tiene una extensión de 1658 km² representando el 1.23 % de la superficie del departamento de La Paz Pucarani cuenta con 12 cantones y 59 comunidades donde se realizara el presente trabajo ubicado a 4000 a 3600 msnm. (Belmonte, 1948)

➤ ALTITUD

El municipio de Pucarani se halla en situado entre los 3.800 msnm (Lago Titicaca) y los 6.088 msnm. (Cerro Huayna Potosí). Sin embargo las principales comunidades y centros poblados se encuentran a los 3.800 msnm.

Tiene una latitud y altitud de:

Latitud Sur 16° 04” 20’

Longitud de 68° 08” 20’

Caracterización Ecológica

– Clima

La cuenca del Altiplano, donde se encuentra ubicado el Municipio de Pucarani, se caracteriza por tener clima templado-frío. Por su altura recibe una mayor cantidad de radiación solar que hoy en día ha incrementado su efecto negativo. Actualmente el clima está variando significativamente teniendo como efecto problemas en la producción agrícola.

Sus factores climáticos con la altura media del suelo sobre el nivel de mar es de 3850 m. donde recibe la mayor radiación solar se tiene una temperatura de:

Temperatura promedio mínima extrema de -3.2 °C

Temperatura promedio ambiente de 8.1 °C

Temperatura promedio máxima de 18.2 °C

La lluvias comienzan a veces desde el mes de septiembre y se prolonga hasta fines de marzo y teniendo una precipitación pluvial promedio del municipio de 515 mm/año en el mes de diciembre, enero y febrero, (Belmonte, 1948)

– Flora

En el municipio de Pucarani la vegetación presenta diferencias entre cada uno de sus pisos ecológicos así en los primeros pisos abundan las fanerógamas Podemos mencionar por ejemplo, paja brava, chilliwua, cebadilla, iru ichu, cola de ratón, layu layu, sillusillu, ñustasa, khoa, sikuya, totora, alfalfa silvestre, diente de leon, thola, etc. Totorales y otros, (Belmonte, 1948)

Se evidencia la presencia de variedades de plantas herbáceas, que pertenecen a algunas gramíneas, leguminosas y otras con influencia lacustre. Ver figuras 2

Figuras 2, La Flora Del Municipio De Pucarani



Fuente, Gobierno Municipal De Pucarani

– **Fauna**

En el municipio de Pucarani predominan varias especies así como las aves, mamíferos, arácnidos, etc. Así como ser los lagartos, lechuzas, liebres, marías, palomas, ratas, gaviotas, sapos, víboras, zorros y otros que de alguna manera perjudican y también son benéficos a la población, (Belmonte, 1948

La distribución de las distintas especies animales están conformadas de esta manera: 70% de aves debido a la influencia del Lago Titicaca, 20% mamíferos y el restante 10% entre peces, anfibios y reptiles

Mamíferos: zorro, zorrino, liebre, cuy, ratón de campo, y vicuñas.

Aves: perdiz, codorniz, águila, picaflor, hornero, golondrina, Yaca Yaca, Liki Liki, Pichitanka, Chockas (Pato Silvestre), choseka, gaviota, halcón, chañita, allkamari, etc.

Anfibios, reptiles y peces: ranas, sapos, lagartija, víbora, peces como pejerrey, ispi, Karachi y truchas principalmente. Ver figura 3.

Figura 3, Fauna del municipio de Pucarani



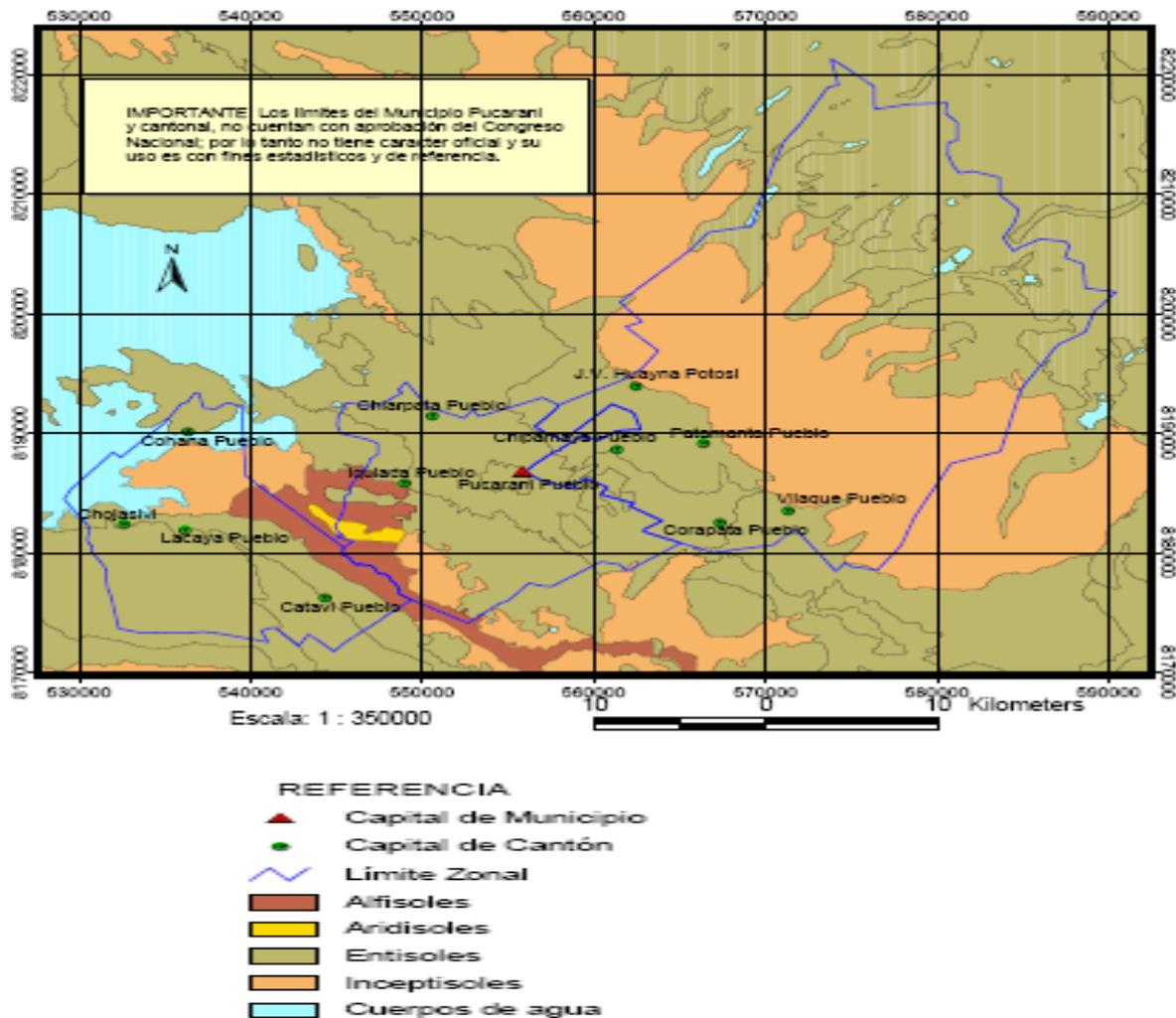
Fuente, Gobierno Municipal De Pucarani

– Suelos

Tipo de suelos que se tienen en el municipio son suelos agrícolas que son profundos y franco arenosos de acuerdo a la clasificación del suelo del municipio tiene las siguientes clasificaciones ver figura 4, así en la zona norte el pie de montañas se

desarrolla el tipo de suelo erosionado poco aptas para la producción agrícola y en la zona central de la cantón de Iquiaca también se presentan grandes extensiones de este tipo de suelos y de tipo pedregoso que ocupan la mayor superficie de los cantones y también se tienen tipos de suelos franco apta para la agricultura especialmente para el cultivo de alfalfa y quinua, (Belmonte, 1948)

Figura 4, Suelos del municipio de Pucarani



Fuente, Gobierno Municipal De Pucarani

3.1.3. MATERIALES

Material Vegetal

- Semilla de Avena
- Semilla de Cebada

Material de campo

- **Materiales y herramientas para la construcción del modulo Hidropónico:**

| | CANTIDAD |
|-----------------------|-----------------|
| ➤ Listones de 2.25 m. | 6 pza. |
| ➤ Listones de 1.17 m. | 12 pza. |
| ➤ Listones de 1.00 m. | 24 pza. |
| ➤ Bandejas de Madera | 24 pza. |
| ➤ Plástico negro | 15 m. |
| ➤ Martillo | 1 pza |
| ➤ Flexometro | 1pza |
| ➤ SERRUCHO | 1 pza. |
| ➤ Alicata | 1 pza. |
| ➤ Clavos | 3 Kg de 2"1/2" |
| ➤ Clavos | 1 Kg de 2" |
| ➤ Clavos | 1 Kg de 1"1/2" |
| ➤ Clavos | 1 Kg de 3/4" |
| ➤ Alambre galvanizado | 2 kg |
| ➤ Alambre de amarre | 4 kg. |
| ➤ Laminas de Aluminio | 24 pza. |
| ➤ Malla Semi Sombra | 16 m2 |

- **Materiales de preparación y almacenamiento de fertilizantes naturales**

| | CANTIDAD |
|-------------------|-----------------|
| ➤ Baldes (18 lt.) | 8 pza. |

- Regaderas (5 lt.) 2 pza.
- Jeringas (10ml) 5pza
- Mochila aspersores 20 lt
- Cinta adhesiva 2pza
- Cuerda 20 m
- Jarra de 1 litro 3 pza

Material de gabinete

- Cámara fotográfica
- Termómetro de máximas y mínimas
- Microscopio Portable de campo
- Balanza
- Romanilla
- Equipos de computación
- Material de escritorio

Materiales de enmarcación y Gabinete:

- Cinta métrica
- Cuadernos
- Lápices
- Goma de borrar
- Tablero
- Planillas de registros
- Bolsas plásticas
- Calculadora
- Marcadores (colores)
- Laptop (PC portátil)

Materiales Químicos

- Hipoclorito de sodio (98% de Pureza)
- Alcohol Metílico

- Violeta de genciana
- Detergente
- Abono Foliar (Te de Estiércol)

3.1.4. METODOLOGIA

3.1.4.1. PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO

Construcción De Modulo Hidropónico

En primera instancia se construcción el modulo hidropónico dentro de un invernadero familiar tipo túnel, donde se realizó el experimento de investigación donde se utilizó madera de construcción en toda su estructura el cual comprende de los parantes, largueras de soporte y las bandejas.

Para el armado de las bandejas de madera, la base fue colocada con planchas de aluminio teniendo en cuenta que este material no produce ningún tipo de oxidación en contacto con el agua y otros materiales líquidos que han sido usados durante el experimento.

Para el control de la temperatura se colocó por encima de la cubierta del agrofilm la malla semisombra, que consistió en un yute negro que cubrió todo el área que comprende el modulo hidropónico, esto con la finalidad de poder cubrir los rayos solares directos y que perjudique el desarrollo del cultivo.

Las medidas que presento el modulo hidropónico fue de 1,65 *2,25 metros presentando las divisiones para las bandejas que son de 0,24 m² en la cual se tendrá un número total de 24 bandejas para la investigación.

El modulo hidropónico se realizó con una pendiente del 5% esto con el fin de que no presente encharcamientos de agua en las bandejas y provoquen pudrición de las semillas y no presente un buen desarrollo del cultivo, también se colocaron en las bandejas nylon esto con la finalidad de poder tener un mejor desarrollo de las plantas

la cual fue muy efectiva se colocó a cada bandeja se realizó sus respectivas perforaciones para un buen desarrollo de las plántulas.

Construcción De Modulo Hidropónico

En primera instancia se construcción el modulo hidropónico dentro de un invernadero familiar tipo túnel, donde se realizó el experimento de investigación donde se utilizó madera de construcción en toda su estructura el cual comprende de los parantes, largueras de soporte y las bandejas.

Para el armado de las bandejas de madera, la base fue colocada con planchas de aluminio teniendo en cuenta que este material no produce ningún tipo de oxidación en contacto con el agua y otros materiales líquidos que han sido usados durante el experimento.

Para el control de la temperatura se colocó por encima de la cubierta del agrofilm la malla semi sombra todo el área que comprende el modulo hidropónico

Semilla

En el presente experimento se utilizó cebada y avena como material para la producción de FVH. La razón para haber elegido esta especie es la experiencia que existe en el país y en otros lugares con cebada y avena, cereal que ha demostrado superioridad frente a otras especies como maíz y trigo por su precocidad y rendimiento de FVH (SICA, 2007).

Selección de semilla

Las semillas para el presente experimento de adquirió de lugar para luego ser pesados tanto la semilla de avena como de cebada. Y para la selección de la semilla se uso el materializo primeramente obtener semillas de lugar y seguidamente se precedo de la inmersión en agua el cual consiste en el colocado de las semillas en agua, de esta manera las semillas que cayeron al fondo se tomaron como semillas buenas, y las semillas que flotaron hacia la parte superior de agua fueron desechadas como malas semillas.

Lavado de la semilla

Para este proceso solo se usó agua el cual consiste en lavar la semilla con dos o tres aguas hasta obtener un agua transparente.

Desinfección de semillas

Se usó como desinfectante el reactivo químico hipoclorito de sodio con una pureza del (98 %), de fábrica. Este desinfectante químico se colocó al 1% el cual consiste en 10 ml de hipoclorito de sodio en 1 litro de agua, posteriormente se colocó en el recipiente el concentrado más la semilla de cebada durante el lapso de tres minutos.

De igual manera se procedió con las semillas de la avena, se usó un total de 72 litros de agua y 720 ml de hipoclorito de sodio.

Prueba De Germinación

Para la prueba de germinación se tomaron muestras de cada variedad forrajera, tomando como muestras de cebada y avena una cantidad de 100 semillas cada una y se colocaron en unas bandejas `plásticas colocadas con algodón húmedo y se las colocó por un tiempo de 72 hrs y se contaron las semillas germinadas.

Remojo De La Semilla Durante 24 Horas

Se colocaron las semillas en recipientes con agua, para el remojo lo cual se procedió a utilizar baldes plásticos con capacidades de 18 lts se dividieron las semillas a cada recipiente por partes iguales durante 24 hrs .

En esta etapa de remojo se tomaron dos tiempos el primer tiempo duro 12 horas de remojo para luego escurrirlas y dejarlas orear durante una hora con el fin de que la semilla pueda oxigenarse, pasado este tiempo nuevamente se procedió al remojo en agua limpia por otras doce horas.

Etapa de oreo de las semillas

Después del remojo de las semillas que duro 24 horas se sacó las semillas del agua con la ayuda de una malla milimétrica que consistió en cubrir la boca del recipiente y darle un volteo hasta eliminar toda el agua.

Seguidamente se realizó el embolsado de la semilla y previamente pesadas según los tratamientos con la ayuda de una balanza mecánica para el pesaje de la semilla ya húmeda distribuyendo para cada tratamiento luego se colocaron las semillas en bolsas plásticas, a la cual se realizaron orificios en varias partes para que de esta manera se escurra toda el agua que aún se quedó entre las semillas las cuales se serró herméticamente y se colocaron a las semillas en un área de germinación con mucha oscuridad durante un tiempo de 48 horas.

Germinación de Semillas En Bandejas

Una vez pasado este tiempo de oreo se procedió a sacar a las semillas del área en la cual se pudo verificar que ya habían formado una raicilla entonces las semillas fueron extraídas de las bolsas y se colocaron en cada bandeja de de madera a las cuales se las distribuyo por tratamiento y repetición en todo el modulo hidropónico, posteriormente se cubrieron con plásticos negros y se taparon con nylon negro todo el área de germinación durante un tiempo de cinco días hasta que llego a una altura de 5 centímetros por planta promedio. Esta área se mantuvo necesariamente oscura para que cumpla con su objetivo principal que es la de germinar en su totalidad para producir FVH.

Colocado De Las Semilla En El Área De Crecimiento (10 DIAS)

Pasado los 5 días de germinación de las semillas de cebada y avena en el área oscura de germinación se trasladó las bandejas en sus respectivas áreas, ya formada la primera hoja.

En esta etapa las semillas estuvieron por un lapso de 10 días hasta llegar a una altura de 18 a 21 cm, para determinar esta altura se realizó la medida de cada

tratamiento en el cual se escogió tres muestras al azar y se tomaron cada día la altura de planta para lo cual se utilizó un flexometro y se registraron las diferentes alturas en la planilla de registro hasta el momento de la cosecha.

También se realizó un control de la temperatura con la ayuda de un termómetro, donde se registraron las diferentes temperaturas dentro del invernadero y para el control de humedad se colocaron lechugas con las cuales se tuvo una humedad de 80 %.

Aplicación De Riego

Para la aplicación del riego se realizó desde el momento en que las semillas se colocaron a las bandejas, hasta la cosecha una vez que se trasladaron al área de crecimiento se realizó las diferentes frecuencias de riego en la cual se explicara lo siguiente:

- Primer riego se lo realizo a las 08:00 am. (24 bandejas), para lo cual se utilizó una cantidad de agua de 4,600 litros.
- Segundo riego se lo realizo a las 12:00 pm (8 bandejas). para lo cual se utilizó una cantidad de agua de 1,200 litros.
- Tercer riego se realizó a las 16 :00 pm (16 bandejas), para lo cual se utilizó una cantidad de agua de 3,200 litros.

Para realizar el riego se utilizó una mochila, para la aplicación del riego se utilizó un fertilizante orgánico fabricado en el lugar el té de estiércol para lo cual la cantidad utilizada por día fue de **2ltsde** fertilizante liquido con una relación de 2lts de té de estiércol a 10lts/agua. Se utilizó una cantidad de agua de riego de 2lts por metro cuadrado el cual se ejecutó tres veces al día con la ayuda de la mochila aspensor.

Cosecha

La producción de FVH llegó aproximadamente a 15 días, con una altura de 20 cm A 24 cm en promedio del follaje, esta producción presento un follaje de forma más o

menos homogénea, la cosecha se realizó de todas las unidades experimentales las cuales se hizo su respectivo pesaje.

3.1.4.2. Procedimiento Experimental

Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación, se usara el diseño completamente al azar bifactorial, en el cual se evaluarán las variedades de forraje y la frecuencia de riego (Ochoa, 2004).

Modelo Lineal

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

Donde:

Y_{ijk} = Una Observación

μ = Media General

α_i = Efecto del i – esimo Nivel del Factor (variedades)

β_j = Efecto del j – esimo Nivel del Factor (frecuencias de riego)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto del i – esimo Nivel del Factor A, con el j – esimo nivel del Factor B (Interacción variedades*frecuencias de riego)

ϵ_{ijk} = Error Experimental

Factores de Estudio y Tratamientos

Se utilizarán dos factores de estudio:

Factor A: Variedades

a1 = Avena

a2 = Cebada

Factor B: Frecuencia de riego

b1 = 8 hrs

b2 = 8hrs – 16hrs

b3 = 8hrs – 12hrs -16 hr

Croquis Experimental

Figura 5, De Croquis Experimental Del Estudio

| REPETICION I | | | REPETICION II | | |
|---------------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|
| A2-B2 | A1-B2 | A2-B3 | A2-B1 | A1-B1 | A2-B2 |
| A1-B1 | A1-B3 | A2-B1 | A1-B2 | A2-B3 | A1-B3 |

| REPETICION III | | | REPETICION IV | | |
|-----------------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|
| A2-B2 | A1-B1 | A2-B1 | A1-B3 | A2-B3 | A2-B1 |
| A1-B2 | A2-B3 | A1-B3 | A1-B1 | A1-B2 | A2-B2 |

FUENTE elaboración propia

3.1.4.2. Variables de Respuesta

Las principales variables y modalidades de registro durante el ciclo vegetativo y
Altura de planta

- Rendimiento de materia seca
- Rendimiento de forraje verde hidropónico
- Características bromatológicas

ALTURA DE PLANTA

La altura de la planta fue medida desde el cuello de planta hasta el ápice, esta se expreso en centímetros se comenzó a medir desde el momento en que la planta fue trasladado al área de crecimiento y con la aparición de las primeras hojas la cual se tomo datos hasta llegar a su mayor crecimiento bajo el sistema de producción a hidropónica.

RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

Para tener el rendimiento de FVH se obtuvo pesando el forraje de cada bandeja con la ayuda de una balanza, antes se obtuvo el peso de la bandeja el peso que se tomó en cuenta es el peso obtenido de las hojas, raíz, semillas hasta que alcanzo su altura máxima.

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

Para conocer el porcentaje de materia seca de cada tratamiento se tomaron muestras representativas al azar de FVH de cada unidad experimental luego se realizó el secado de cada muestra tomada manualmente él %ms se calculó con la formula

$$\%MS = \text{PESO SECO (g)} * 100 / \text{peso húmedo (g)}$$

CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

Para el análisis bromatológico de FVH se tomaron muestras representativas de las bandejas se tomó muestras de 100 gramos las cuales se llevaron a laboratorio para su análisis respectivo. En El Instituto De Bromatología De SELADIS.

IV. SECCION PROPOSITIVA

4.1. ASPECTOS PROPOSITIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO

Para dar respuesta a los objetivos planteados se hizo el análisis estadístico, siguiendo el modelo matemático establecido en la investigación para las variables de:

- a) Altura de planta
- b) Rendimiento de materia verde
- c) Rendimiento de materia seca

Para el análisis de medias de los tratamientos, se realizó la prueba de DUNCAN

4.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.2.1. Altura De Planta

En el cuadro 4, se puede observar, en base al resultado del coeficiente de variación, que el manejo de las unidades experimentales fue muy bueno donde se puede apreciar que el coeficiente de variación no sobrepasa los valores establecidos según ensayos.

Cuadro 4, Coeficiente De Variación en altura de planta de forraje verde hidropónico.

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|-------------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| ALTURA DE PLANTA | 24 | 0,85 | 0,81 | 3,52 |

En el cuadro 5, del análisis de varianza (ANVA), con respecto a la variable de estudio de altura de planta en forrajes verde hidropónico en avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*), se observa para el parámetro de fuentes de variación variedades de forrajes, no existe diferencias significativas entre variedades, para el factor de estudio de frecuencias de riego las diferencias son altamente significativas entre las frecuencias de riegos y para la interacción de variedades y frecuencia de riego existe una diferencia significativa.

Cuadro 5, análisis de varianza de altura de planta de forraje verde hidropónico

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------|
| VARIEDADES | 4,8E-03 | 1 | 4,8E-03 | 0,01 | 0,9107 ns |
| FREC. RIEGO | 33,92 | 2 | 16,96 | 45,52 | <0,0001 ** |
| VARIEDADES*FREC. RIEGO | 4,54 | 2 | 2,27 | 6,09 | 0,0095 * |
| Error | 6,71 | 18 | 0,37 | | |
| Total | 45,17 | 23 | | | |

En el cuadro 6, en base a la prueba de DUNCAN (0,05%), en la comparación de medias de variedades de avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*), se observó en el análisis de varianza que no existe diferencias significativas entre las variedades, hecho que se refleja en la prueba de DUNCAN (0,05%), los resultados muestran que las diferentes variedades forrajeras alcanzan la media más alta de 17,34 cm en variedad de cebada y 17,31 cm en la variedad de avena. De acuerdo al detalle de la Grafico 1. Donde Ralde (2000), menciona que el autor Jacinto (1979), en una evaluación de variedades de cebada y avena, concluye que la altura de planta y rendimiento de forraje están altamente correlacionados.

Sánchez (2012), afirma que en el experimento de cebada y trigo, las pruebas de comparación de medias muestran que alcanzaron mayor altura con (21,7cm), esto nos indica que la cebada al igual que el trigo es sensible a la densidad de siembra.

Se puede ver que no existen diferencias entre la variedad de avena y variedad de cebada forrajera con relación a la altura de planta, dando con resultado ambas variedades un mayor crecimiento de las plantas.

Cuadro 6, prueba DUNCAN (0,05%). Para la altura de planta con 2 variedades de forraje.

Test: Duncan Alfa=0,05

| VARIEDADES | Medias | n | E.E. |
|-------------------|---------------|----------|-------------|
| AVENA | 17,31 | 12 | 0,18 A |
| CEBADA | 17,34 | 12 | 0,18 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

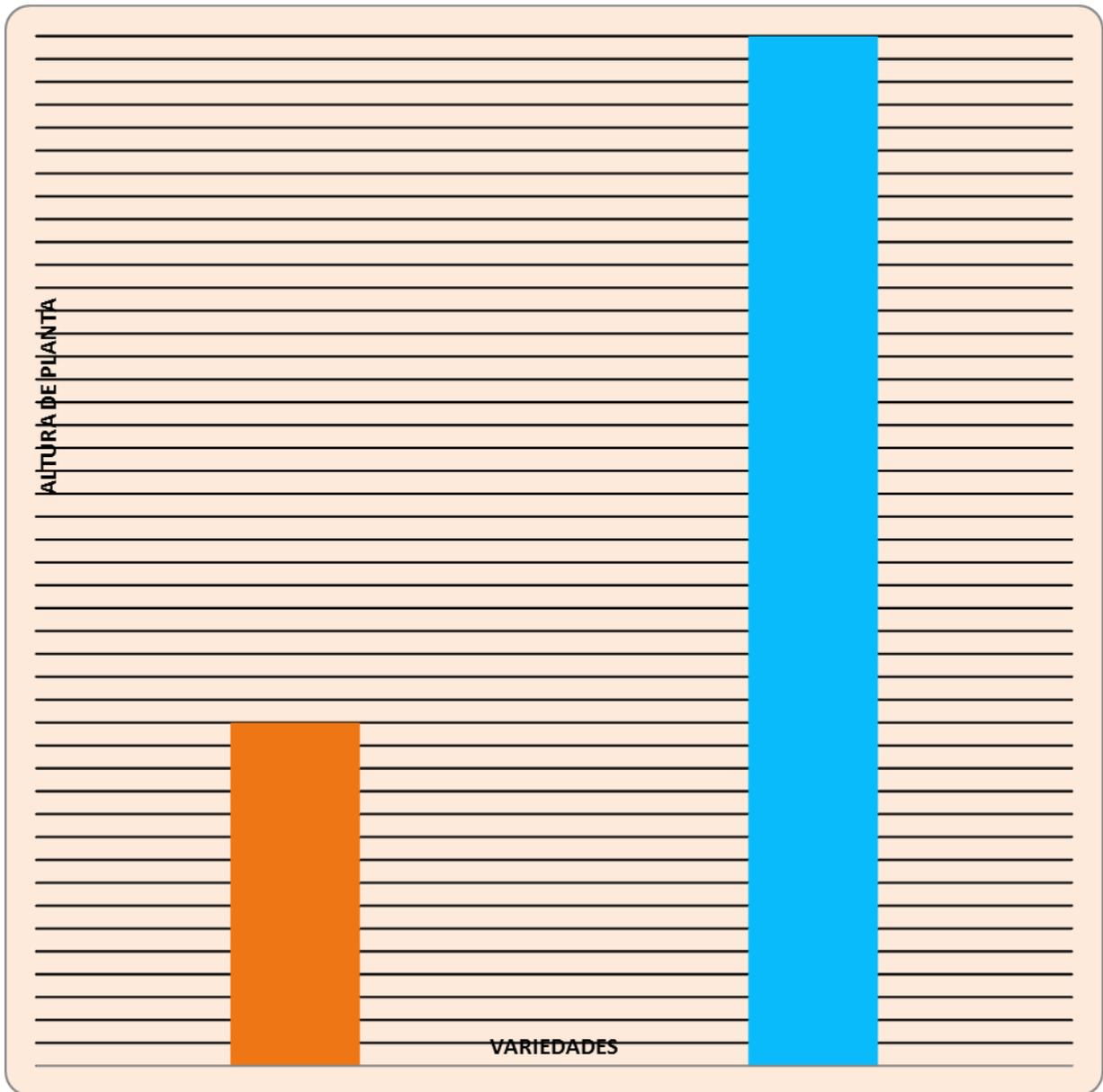


Grafico 1, Promedios de altura de planta debido a 2 variedades de forraje verde hidropónico avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*)

En cuadro 7, en base a la prueba de DUNCAN (0,05%), las diferencias de la altura de planta que existe entre las frecuencias de riego, donde los resultados muestran que la frecuencia de riego 3 veces/día alcanzado la altura de media más alta de 18,95 cm para la altura de planta, seguida de la frecuencia de riego 2 veces/día con 16,87cm y por último la frecuencia de riego de 1 veces/día con 16,14 cm. como se muestra en la Grafico 2.

Las diferencias que existen entre las frecuencias de riego 1 y 2 con respecto a la frecuencia de riego 3, se debe a que esta última recibió mayor cantidad de agua y nutrientes por día, dando como resultados un mayor crecimiento de las `planta, debido a que el agua es el elemento transportador de los nutrientes disueltos en ellas y que representa además un factor primordial para el desarrollo del cultivo. Coincidiendo con las afirmaciones de Ralde (2000), las diferencias que existen entre la frecuencia de riegos 1 y 2 con respecto a la frecuencia de riego 3, se debe a que esta última, recibió mayor cantidad de agua, dando como resultados mayor crecimiento de las plantas.

Cuadro 7, Prueba DUNCAN (0,05%), para altura de planta con diferentes frecuencias forraje verde hidropónico avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*).

Test: Duncan Alfa=0,05

| FREC. RIEGO | Media | n | E.E. |
|-------------|-------|---|--------|
| Frec. 1 | 16,14 | 8 | 0,22 A |
| Frec. 2 | 16,87 | 8 | 0,22 B |
| Frec. 3 | 18,95 | 8 | 0,22 C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

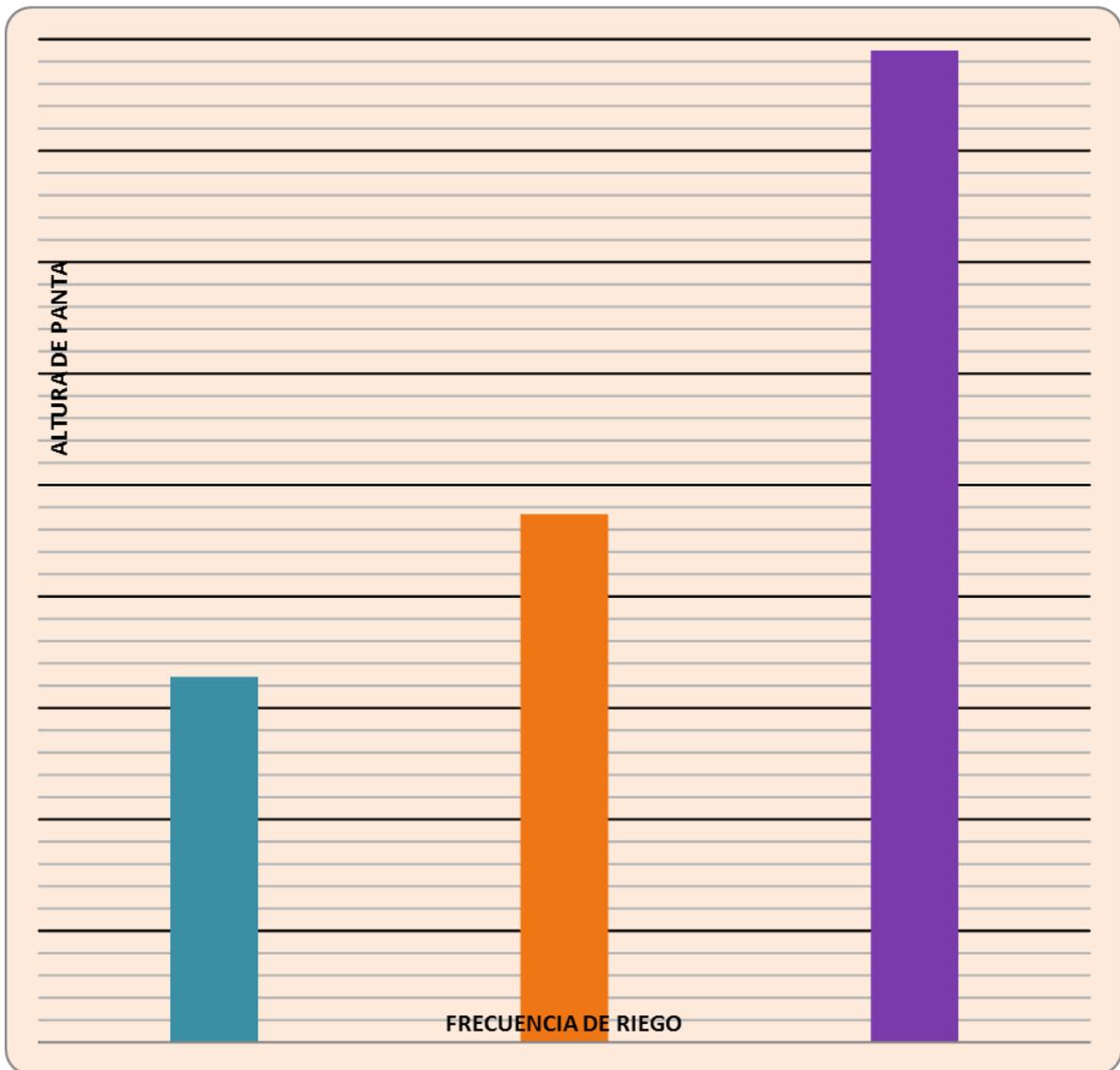


Grafico 2, Promedios de altura de planta debido a diferentes frecuencias de riego en forraje verde hidropónico avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*).

4.2.2. Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico

En el cuadro 9, en base a los resultados del coeficiente de variación, se ha podido determinar que el manejo de las unidades experimentales fue bueno, pues se ha evidenciado que la variabilidad de las unidades experimentales no superan los parámetros establecidos en los ensayos.

Cuadro 9, Coeficiente De Variación de rendimiento de forraje verde hidropónico.

RENT. M. VERDE

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|-----------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| RENT. M. VERDE | 24 | 0,95 | 0,94 | 3,51 |

En el cuadro 9, en los cuadros medios de análisis de varianza de rendimientos de forraje verde hidropónico en las variedades de avena (Avena sativa), y Cebada (Hordeum sativa), se observa para el factor de variedades es altamente significativa y para el factor frecuencia de riego es altamente significativa y la interacción de variedades y frecuencias de riego también presentan diferencias altamente significativas. Puesto que los factores de forma individual influenciaron en el rendimiento de materia verde de forraje verde hidropónico.

Cuadro 9, Medio del análisis de varianza de rendimiento de forraje verde hidropónico.

Cuadro de Análisis de la Varianza

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo. | 4,17 | 5 | 0,83 | 75,41 | <0,0001 |
| VARIEDADES | 0,96 | 1 | 0,96 | 86,83 | <0,0001 |
| FREC. RIEGO | 2,13 | 2 | 1,06 | 96,18 | <0,0001 |
| VARIEDADES*FREC. | | | | | |
| RIEGO | 1,08 | 2 | 0,54 | 48,92 | <0,0001 |
| Error | 0,20 | 18 | 0,01 | | |
| <u>Total</u> | 4,37 | 23 | | | |

En el cuadro 10, de comparación de medias entre variedades, se observa en el análisis de varianza diferencias altamente significativas, tal como se refleja en la comparación de medias de DUNCAN (0,05%). Los Resultados Muestran que la variedad de forraje de Cebada (*Hordeum sativa*), alcanzo el mayor rendimiento con 3,20 kg/bandeja; seguida por la variedad de forraje de avena (*Avena sativa*), con 2,80 kg/bandeja como se observa en la figura 8.

Gómez (2007), menciona que el mayor rendimiento de forraje verde hidropónico, de cebada se alcanzó con la utilización de 0,5 kg de semilla por bandeja, ya que por cada kilogramo de semilla utilizada se obtuvo 8,99 kg de forraje. Donde Sánchez (2012), afirma lo contrario, tanto el forraje verde de cebada y trigo tuvieron rendimientos por unidad de superficie similares, aunque el forraje de cebada tuvo valores más altos de conversión de peso de semilla a peso de forraje verde.

Las diferencias que existen entre las variedades donde la Cebada (*Hordeum sativa*), con 3,20 kg/bandeja y avena (*Avena sativa*), con 2,80 kg/bandeja se debe

principalmente a que existe un mayor rendimiento de materia verde en la cebada en comparación a la avena que presento un menor rendimiento de materia verde.

Cuadro 10, Prueba DUNCAN (0,05%). para Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico con 2 variedades de forraje.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0111 gl: 18

| VARIEDADES | Medias | n | E.E. |
|-------------------|---------------|----------|-------------|
| AVENA | 2,80 | 12 | 0,03 A |
| CEBADA | 3,20 | 12 | 0,03 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

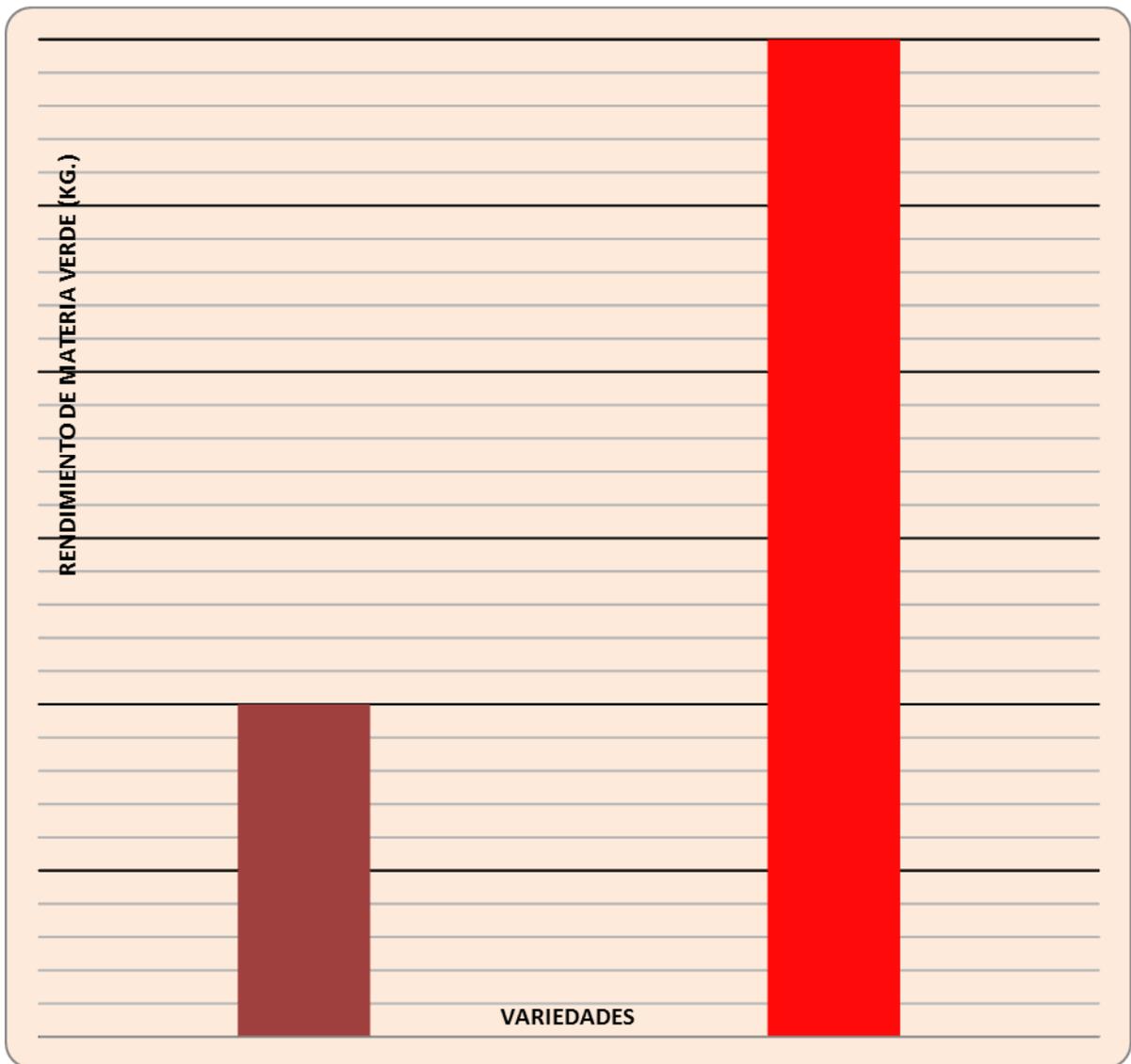


GRAFICO 3, Promedios de Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico debido a diferentes variedades de forraje verde hidropónico avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*).

En cuadro 11, en base a la prueba de DUNCAN (0,05%), las diferencias de Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico que existe entre las frecuencias de riego, donde los resultados muestran que la frecuencia de riego 3 veces/día alcanzado los mayores rendimientos de materia verde la media más alta de 3,32 kg/bandeja para el rendimiento De Forraje Verde Hidropónico, seguida de la frecuencia de riego 2 veces/día con 3,07kg/bandeja y por último la frecuencia de riego de 1 veces/día con 2,60kg/bandeja como se muestra en la figura 9.

Las diferencias que existen entre las frecuencias de riego 1 y 2 con respecto a la frecuencia de riego 3, se debe a que esta última recibió mayor cantidad de agua y nutrientes por día, dando como resultados un mayor crecimiento de las `planta, y por lo tanto un mayor rendimiento de materia verde llegando a obtenerse mayores porcentajes de forraje verde hidropónico. Al respecto Ralde (2000), observa que a medida que aumenta la frecuencia de riegos por día el incremento del forraje verde hidropónico, Ralde menciona que el autor Kasaam (1986), plantea que el límite superior de producción de un cultivo puede alcanzar dependiendo de la precisión con que los aspectos técnicos de suministro de agua estén en consonancia con las necesidades biológicas de agua, por ello la utilización de agua en la producción de cultivo, solo puede lograrse cuando la planificación y operación del suministro de agua estén orientadas a atender en cantidad y tiempo las necesidades de agua continuo para su crecimiento optimo y alto rendimientos. También Valdez (2009), afirma que la eficiencia en el consumo de agua de riego, es el hecho de que se puede alcanzar tasas de uso de agua del orden 3,6kg de FVH con la aplicación de 14,4 litros de agua de riego aplicado lo que significa que por cada m³ de agua de riego se alcanza producciones del orden de 250kg de FVH de cebada.

Cuadro 11º, Prueba DUNCAN (0,05%). para Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico con 3 frecuencias de riego.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0111 gl: 18

| FREC. RIEGO | Medias | n | E.E. |
|--------------------|---------------|----------|-------------|
| Frec. 1 | 2,60 | 8 | 0,04 A |
| Frec. 2 | 3,07 | 8 | 0,04 B |
| Frec. 3 | 3,32 | 8 | 0,04 C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

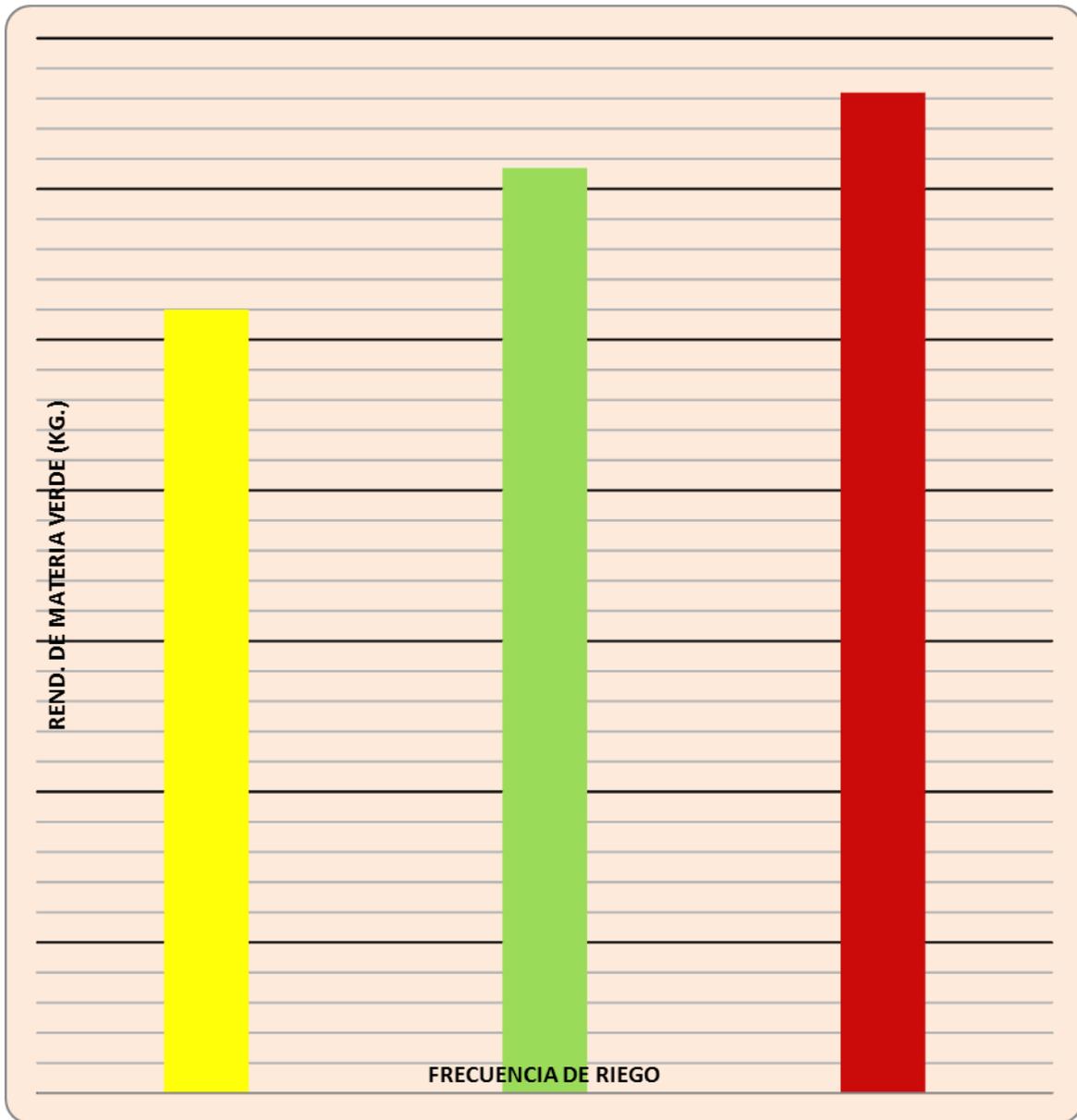


GRAFICO 4, Promedios de Rendimiento De Forraje Verde Hidropónico debido a 3 diferentes frecuencias de riego en forraje verde hidropónico avena (Avena sativa), y Cebada (*Hordeum sativa*).

4.2.3. Rendimiento de materia seca

Cuadro 12, en base a los resultados obtenidos de coeficiente de variación se ha podido determinar que el manejo de las unidades experimentales fue bueno, donde se ha visto que no existe variabilidad entre las unidades experimentales y no supera los parámetros establecidos en los ensayos.

Cuadro 13, Coeficiente De Variación de rendimiento de M.S. (materia seca).

RENT. M. SECA

| Variable | N | R² | R² Aj | CV |
|----------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| RENT. M. SECA | 24 | 0,96 | 0,95 | 3,18 |

Cuadro 13, en los cuadros medios de análisis de varianza de materia seca de forraje verde hidropónico en avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*), se observa para el factor de 2 variedades de forraje, se observa para el factor de 2 variedades de forrajes es altamente significativa, para el factor de frecuencia de riego una alta significancia y para la interacción de los dos factores altas diferencias significativas.

Cuadro 14, Medio del análisis de varianza de rendimiento de M.S. (materia seca).

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| VARIEDADES | 0,01 | 1 | 0,01 | 108,64 | <0,0001 |
| FREC. RIEGO | 0,02 | 2 | 0,01 | 124,28 | <0,0001 |
| VARIEDADES*FREC. RIEGO | 0,01 | 2 | 0,01 | 59,66 | <0,0001 |
| Error | 1,5E-03 | 18 | 8,5E-05 | | |
| Total | 0,04 | 23 | | | |

Cuadro 14, de la comparación de medias por variedades forrajeras se observó en el análisis de varianza son altamente significativas, hecho que nos refleja en la comparación de medias de DUNCAN (0,05%, que se realizó. Los resultados muestran, que con la variedad de forraje en Cebada (*Hordeum sativa*), se obtiene 0,31kg/bandeja de M.S.(materia seca), y la variedad forrajera en avena (*Avena sativa*), se obtiene 0,27 kg/bandeja de M.S.(materia seca), y comparadas ambas presenta diferencias entre variedades lo que nos da a entender que con diferentes variedades forrajeras se puede utilizar la variedad de cebada que obtuvo un mayor rendimiento de materia seca en comparación a la variedad de avena que se obtuvo un menor rendimiento de materia seca. De acuerdo al detalle de la GRAFICO 5. Al respecto Ralde (2000), indica que el autor Agramant (1990) y Harris (1971), encontraron en especies como cebada con 18 % de materia seca, centeno con 18% de materia seca y avena con 9,2% de materia seca respectivamente, pero los mismos son inferiores a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Contreras (2008), menciona que la materia seca de la cebada en forma de cultivo hidropónico se encuentra entre 17,91 a 20 %; sin embargo registran valores

encontrados en el presente experimento son inferiores respecto a los valores que reporta la literatura. La diferencia de cifras puede deberse a las variedades utilizadas, al tipo de soluciones y a la edad de la cosecha después de la siembra.

Cuadro 14, Prueba DUNCAN (0,05%) para rendimiento De M.S. (materia seca), de Forraje Verde Hidropónico con 2 variedades.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0001 gl: 18

| VARIEDADES | Medias | n | E. E. |
|-------------------|---------------|----------|----------------|
| AVENA | 0,27 | 12 | 2,7E-03 A |
| CEBADA | 0,31 | 12 | 2,7E-03 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

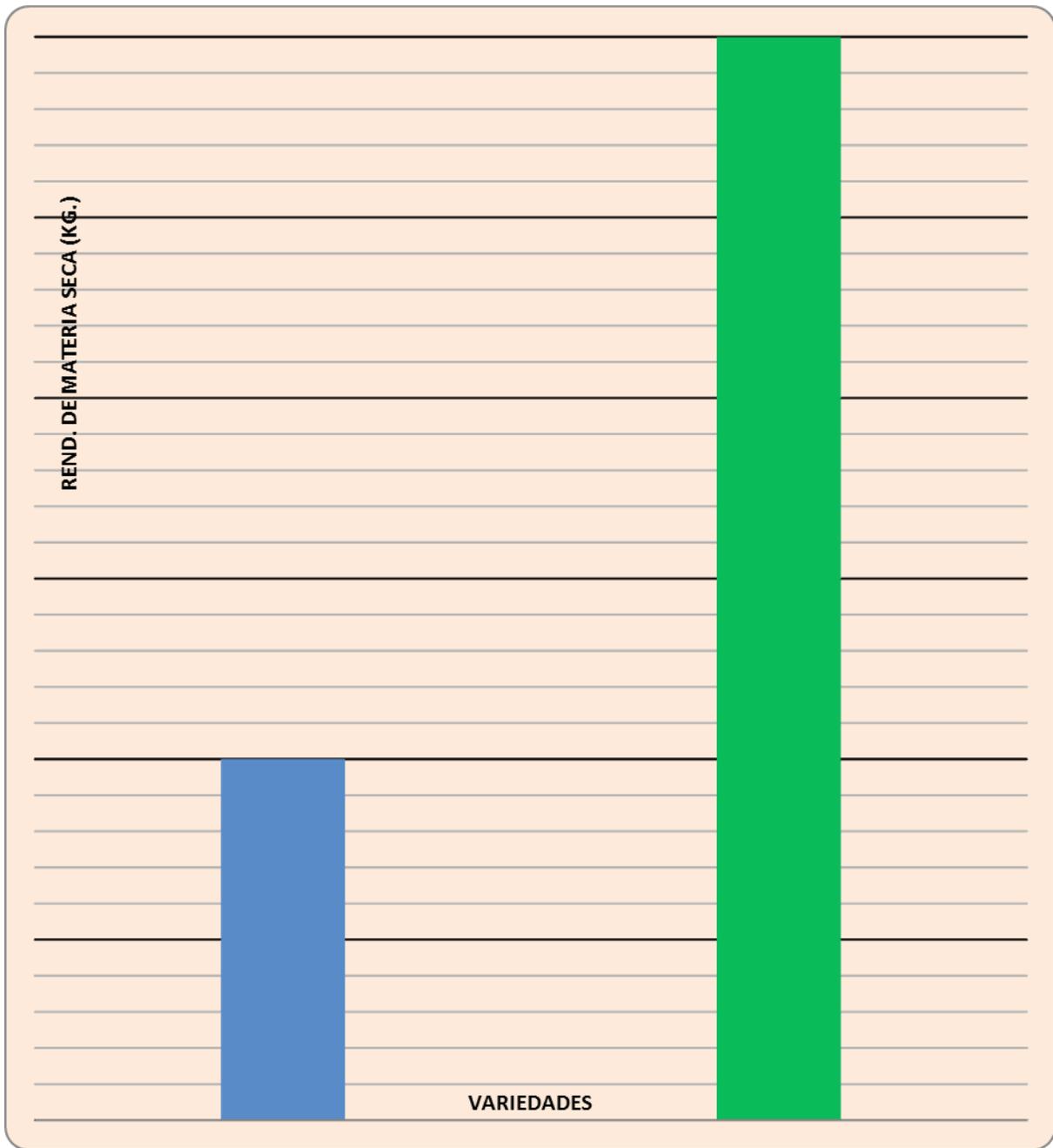


GRAFICO 5, Promedios de Rendimiento De M.S. (materia seca), en Forraje Verde Hidropónico debido a 2 variedades en forraje verde hidropónico avena (Avena sativa), y Cebada (*Hordeum sativa*).

Cuadro 15, en la comparación de medias por frecuencias de riego se observó en el análisis de varianza son altamente significativas, hecho que nos refleja en la comparación de medias de DUNCAN (0,05%), que se realizó. Los resultados muestran, que con la frecuencia de riego 3 veces día se obtiene un 0,32 kg/bandeja de materia seca y la frecuencia de riego 2 veces día se obtiene un 0,30 kg/bandeja de materia seca y por último la frecuencia de riego 1 vez día con 0,25 kg/bandeja de materia seca. Y comparadas las tres frecuencias presentan diferencias significativas entre riego. Donde se detalla en la GRAFICO 6, existe significancia entre las tres frecuencias de riego lo que nos indica claramente que obtendremos resultados diferentes al regar 1 vez/día, 2 veces/día y 3 veces/día. Al respecto Ralde (2000), la materia seca en función de la frecuencia de riego es significativo donde a medida que aumenta la frecuencia de riego de 0,5 litros por día, existe un decremento de 2,49% de materia seca en el forraje hidropónico, probablemente se deba a la poca evapotranspiración que se tiene dentro del módulo, el cual dentro de sus características ase que no pierda agua.

Cuadro 15, Prueba DUNCAN (0,05%) para rendimiento De M.S. (materia seca), de Forraje Verde Hidropónico con 3 frecuencias de riego.

Test: Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0001 gl: 18

| FREC. RIEGO | Medias | N | E. E. |
|--------------------|---------------|----------|----------------|
| Frec. 1 | 0,25 | 8 | 3,3E-03 A |
| Frec. 2 | 0,30 | 8 | 3,3E-03 B |
| Frec. 3 | 0,32 | 8 | 3,3E-03 C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

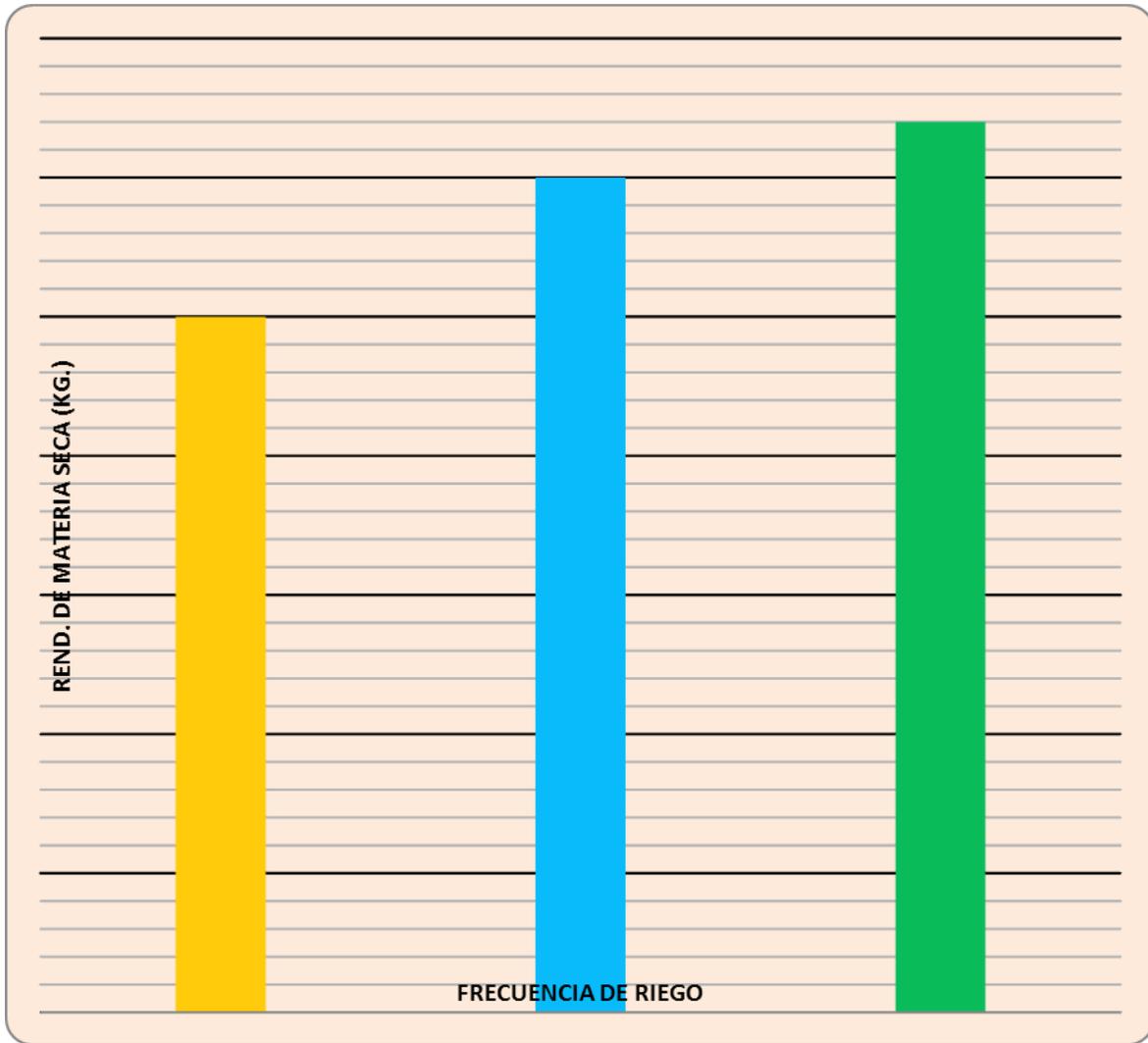


GRAFICO 6, Promedios de Rendimiento De M.S. (materia seca), en Forraje Verde Hidropónico debido a 3 diferentes frecuencias de riego en forraje verde hidropónico avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum sativa*).

4.2.4. Características Bromatológicas

Cuadro 16, para las características bromatológicas donde se resumen los resultados, en donde se puede observar que la variedad de forraje en avena presenta un porcentaje de humedad de 86,76 % en comparación a la humedad de cebada que presenta un similar valor de 87,33% de humedad.

Para el caso de cenizas se puede ver el que presento un mayor resultado en la avena con 0,68% de cenizas en comparación a la cebada con un 0,26% de cenizas. Para las proteínas en avena se observa que en avena se presenta un mayor porcentaje con 3,47% de proteínas en comparación con la cebada que presento un nivel bajo de proteínas con 1,98%.

En los carbohidratos se puede ver que tanto en la variedad de cebada como en avena se presenta el mismo porcentaje de carbohidratos no habiendo diferencias entre variedades. En la fibra la que mayor contenido de fibra presento fue la avena con un 6,36% de fibras, con relación a la cebada que presento un menor porcentaje con 3,79% de fibras.

En el valor energético el que mayor energía presento fue la avena con 52,91 cal/100g con respecto a la cebada que presento un menor resultado. Con 48,38cal/100g, Ver Cuadro 17.

Cuadro de análisis bromatológico de cultivo de Avena (*Avena sativa*), y Cebada (*Hordeum vulgare*), promediados.

Lo que se llega a concluir que según el análisis bromatológico obtenido en laboratorios nos da a ver que el cultivo de avena es el que presenta mejores resultados nutricionales en comparación a la cebada que presenta rangos menores de los resultados. Como se ve en las figuras 12 y GRAFICO 7 y 8.

| TRATAMIENTOS | UNIDADES | HUMEDAD (100-105°C) | CENIZA | PROTEINAS | CARBOHIDRATOS | FIBRA | VALOR ENERGETICO |
|--------------|----------|------------------------|--------|-----------|---------------|-------|---------------------|
| Avena | % | 86,76 | 0,68 | 3,47 | 3,02 | 6,36 | 52,91 |
| Cebada | % | 87,33 | 0,26 | 1,98 | 3,07 | 3,79 | 48,38 |

Cuadro 16, De Análisis Bromatológico Del Cultivo De Cebada Y Avena.

ANALISIS BROMATOLOGICO

| TRATAMIENTOS | UNIDADES | HUMEDAD (100-105°C) | CENIZA | PROTEINAS | CARBOHIDRATOS | FIBRA | VALOR ENERGETICO |
|--------------|----------|------------------------|--------|-----------|---------------|-------|---------------------|
| TA1B1 | % | 83,89 | 0,67 | 2,69 | 3,2 | 7,62 | 51,53 |
| TA1B2 | % | 84,73 | 0,7 | 6,17 | 3,2 | 6,34 | 62,4 |
| TA1B3 | % | 91,67 | 0,68 | 1,54 | 2,67 | 5,12 | 44,79 |
| T A2B1 | % | 83,2 | 0,32 | 0,8 | 2,28 | 4 | 42,05 |
| T A2B2 | % | 87,13 | 0,29 | 1,27 | 3,96 | 3,4 | 51,11 |
| T A2B3 | Cal/100g | 91,67 | 0,17 | 3,86 | 2,96 | 3,98 | 51,98 |

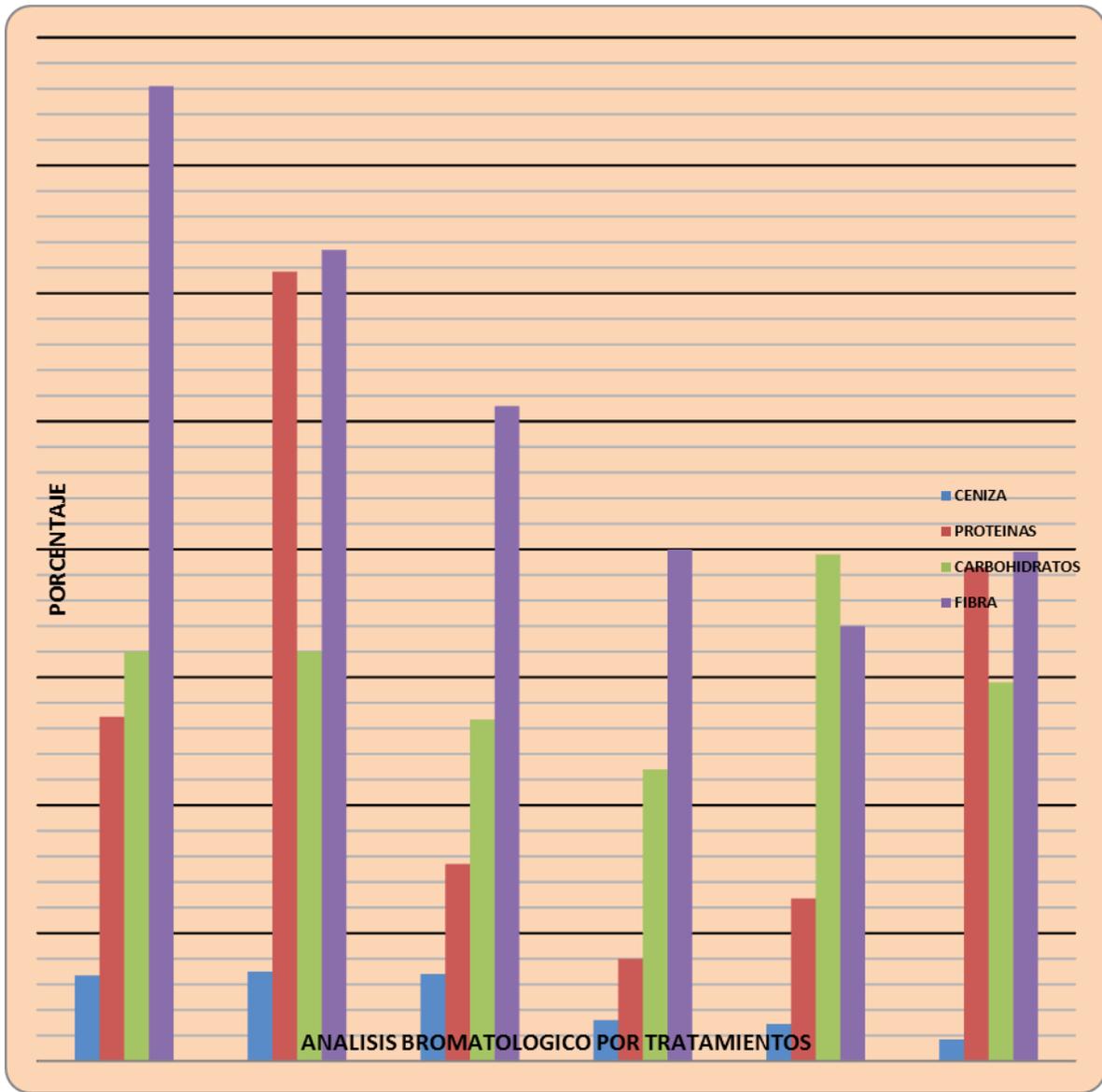


Figura 12, Análisis Bromatológico Por Tratamientos

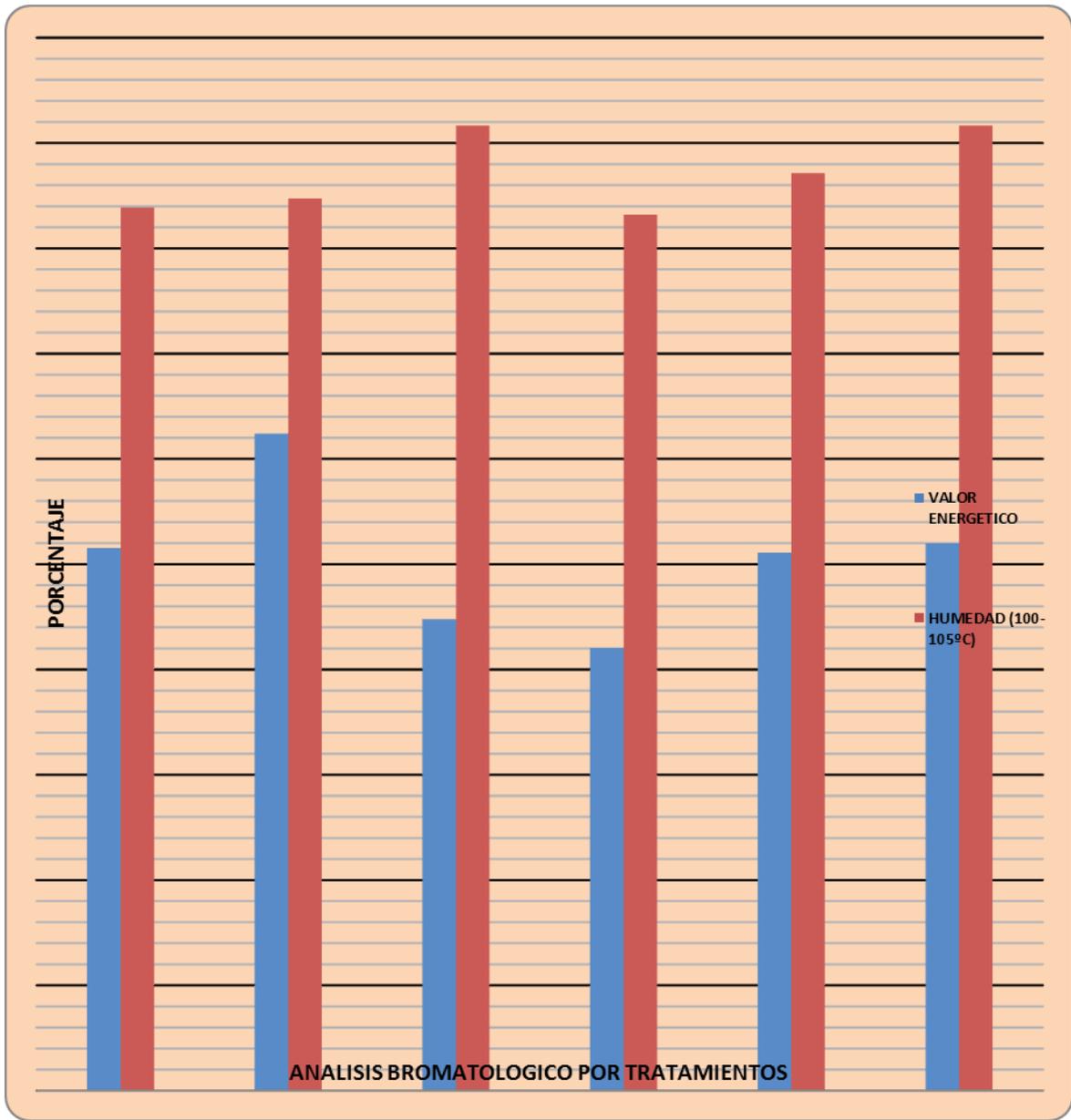


Figura 13, Promedio de análisis bromatológico por tratamientos.

V. SECCION CONCLUSIVA

5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el experimento de estudio, así como el análisis de los mismos se llega a las siguientes conclusiones.

- ❖ La altura de planta de Avena y Cebada en forraje verde hidropónico, donde la variedad de cebada presento 17,34 cm de altura de planta y la variedad de avena con 17,31 cm de altura de planta, no existiendo diferencias entre las dos variedades forrajeras utilizadas por tanto ambas variedades son aptas para este tipo de producción.
- ❖ La altura de planta de Avena y Cebada muestra diferencias debido al efecto de frecuencia de riegos, donde la frecuencia de riego de 3 veces/día es superior a las otras alcanzando valores de 18,95 cm de altura de planta, existiendo una relación directa entre la altura de planta y frecuencia de riego.
- ❖ El rendimiento de forraje verde hidropónico, las variedades de cebada tuvo un mayor rendimiento con 3,20 kg/bandeja de forraje verde hidropónico. Donde la variedad de avena presenta un decremento en el rendimiento con 2,80 kg/bandeja de forraje verde hidropónico. Existiendo una relación directa entre las variedades de forraje en rendimiento.
- ❖ Existe una relación directa entre los rendimientos de materia verde y la frecuencia de riego donde la frecuencia de riego de 3 veces/día presento un mayor rendimiento con 3,32kg/bandeja de materia verde en comparación a las otras frecuencias de riego que presentaron un menor rendimiento de materia verde.
- ❖ La materia seca del forraje verde hidropónico de cebada y avena tuvo para las variedades de forraje, donde la variedad de forraje de cebada presento un mayor rendimiento con 0,31kg/bandeja, de materia seca de FVH, con un menor rendimiento la variedad de avena con 0,27kg/bandeja de materia

seca de FVH. Donde el uso de variedades diferentes de forraje se obtiene un mayor rendimiento con la variedad de cebada.

- ❖ Para el caso de las frecuencias de riego 3 veces/día con un 0,32kg/bandeja de materia seca, respecto a las frecuencias de riego es similar a la 2 veces/día. Cuando lo que nos demuestra que se puede obtener un mejor rendimiento de materia seca regando con tres veces7dia.
- ❖ De acuerdo al análisis bromatológico de los forrajes verdes hidropónicos, efectuado en el Laboratorio de SELADIS, se pudo observar que el mayor contenido de energía fue del cultivo de avena.

Referente al contenido de proteína se tiene que la variedad de avena es la que mejores porcentajes de proteína se obtuvieron en comparación a la cebada y con respecto a los hidratos de carbono la frecuencia de riego no influye en el contenido ambas variedades presentaron resultados similares, donde en el contenido de fibra en el cultivo de avena que presento un mayor porcentaje de fibras con relación al cultivo de Cebada que fue menor, en las cenizas el cultivo de avena presento mayor porcentaje de cenizas. La humedad no influye en las variedades forrajeras ya que ambas presentaron humedades similares de los cultivos.

5.2. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones, se llega a las siguientes recomendaciones.

- ❖ Se deben utilizar la variedad de forraje de cebada que presento un mayor rendimiento de forrajes en comparación a la avena. Tomando en cuenta que se presentó un mayor desarrollo de la planta.
- ❖ Efectuar adecuadamente el manejo y control de las temperaturas optimas y con una humedad relativa del 80% dentro del invernadero ya que temperaturas altas y humedades relativas bajas afectan el desarrollo de la planta.
- ❖ Realizar nuevas investigaciones, para la validación de forraje verde hidropónico de cebada y avena y más forrajes para poder obtener mayor información y poder hacer las comparaciones necesarias.
- ❖ Ejecutar nuevas investigaciones sobre las frecuencias de riego y exigencias ambientales para forraje verde hidropónico.
- ❖ Se recomienda utilizar el cultivo de avena que se lograron mejores resultados bromatológicos, se recomienda hacer investigaciones futuras para el cultivo de cebada.

VI. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

- Álvarez S.E. (2013), NUTRICION MINERAL DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO.http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/26-mineral.pdf Pp. 2
- Alcázar, P.J.F.(1997), Bases para la alimentación animal y la formulación(Manual para las raciones), impresión “GENESIS” producción grafica – La Paz Pp, 22 – 24
- Aquino (2010), E.C.PRODUCCION MANEJO Y USO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO PARA ZONAS DE ALTURA IMPRESIONES SIRCA. JICA –BOLIVIA Pp,20, 21
- Belmonte, 1948), recopilación del PDM del Gobierno municipal de Pucarani Pp 14 – 15
- Birgi (2013), J. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/35-Forraje-verde-hidroponico.pdf Pp. 1
- Casa, H. C. R. (2008), tesis efecto de la utilización de FVH de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes PP 14,15
- Córdova (2009), producción de forraje verde hidropónico. Acta universitaria www.redelac.org
- Cordes (2007), G. forraje verde hidropónico http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/45-forraje_verde_hidroponico.pdf Pp, 5,6
- Cordero (2008), F. A. http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/34-soluciones_nutritivas.pdf INFLUENCIA DE DOS

SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE LA CEBADA HIDROPÓNICA Pp, 64

- Contreras (2008), P.J. “influencia de de 2 soluciones nutritivas en la composición química y producción de la cebada hidropónica” Pp,4
- Chávez, D.J.A. (2005), Guía para producir forraje de avena y cebada bajo riego en la costa de ensenada M.C. INIFAP Proyecto De Inversión Para La Producción De FVH. Artículos..
- ESPINOSA, R.M. (2005), Proyecto De Inversión Para La Producción De Forraje Verde Hidropónico Pp 11,12
- Elizondo (2001), J. FORRAJE VERDE HIDROPONICO UNA ALERNATIVA PARA LA PRODUCCION ANIMAL. COSTA RICA Email.jaelizon@cariari.ucr.ac.cr Pp. 3
- FAO (2001), manual técnico de forraje verde hidropónico Santiago – Chile Pp.4
- FAO 2002, La Huerta Hidropónica Popular (Curso Audio visual). Manual técnico, Santiago – Chile Pp, 45 – 49
- Franco, A.M. (1991), Evaluación Bromatológica De las especies forrajeras acuáticas del lago Titicaca, Facultad de Ciencias de la Salud Carrera de farmacia y Bioquímica La Paz Pp, 14 – 28
- Fuentes, F. F. (2011), Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto IDESIA (Chile) E-mail: francfue@unap.cl. Volumen 29, Páginas 75-81
- Gallardo, G.N. (1997), Producción de forraje hidropónico de Cebada (*Hordeum Vulgare*), en ambiente controlado con tres soluciones nutritivas en dos concentraciones, Facultad de Agronomía, La Paz Pp,20, 21

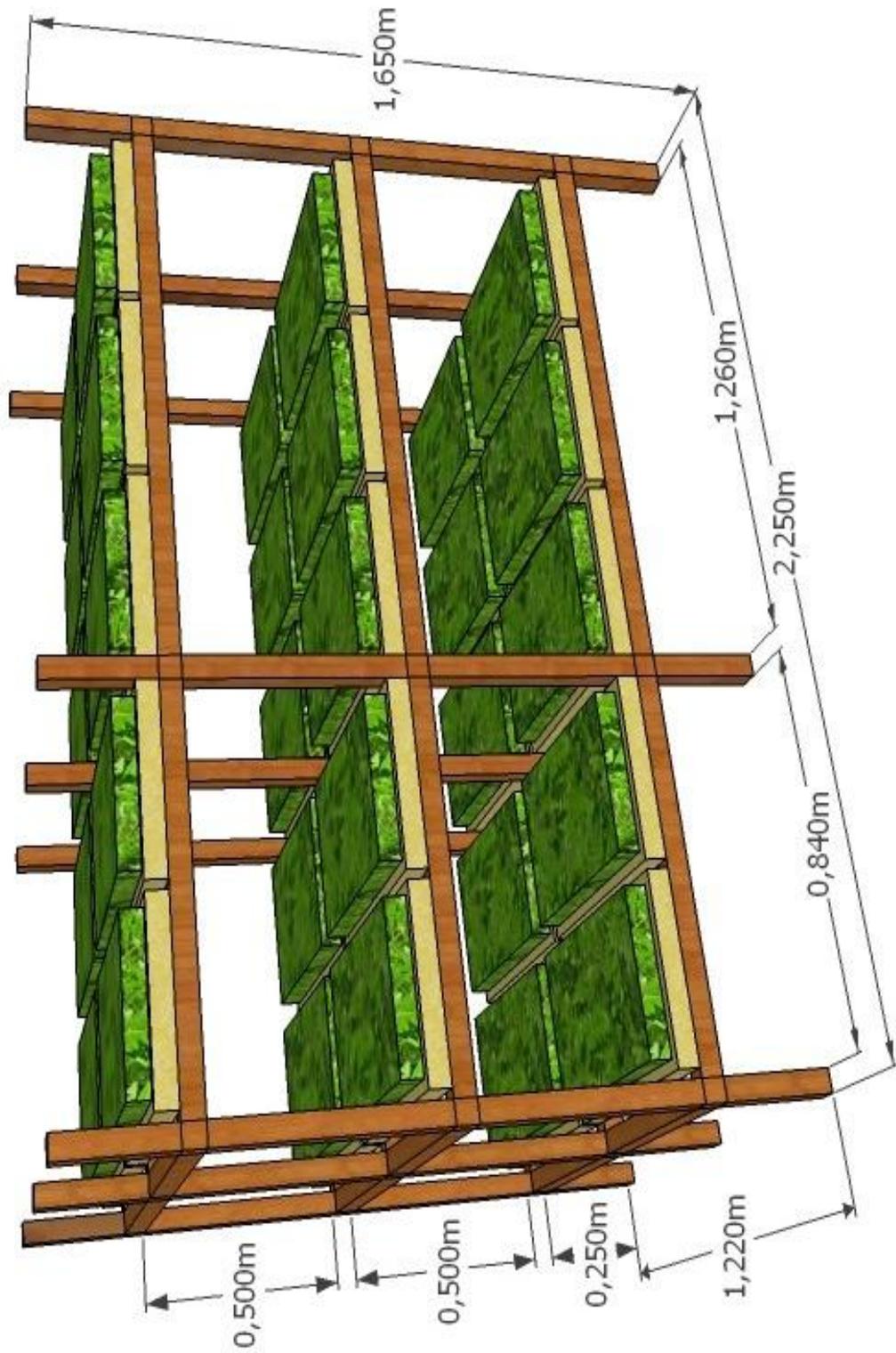
- Guerrero, A.(1984), Cultivos herbáceos extensivos, Tercera Edición Mundi Prensa, Madrid – España Pp, 143 – 152
- Gómez (1999), G. S. guía para producir forraje de avena y cebada bajo riego INIFAB fundación produce Pp. 1
- Gómez Hidalgo, M. I. (2012). Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz y Cebada, con Diferentes Dosis de Siembra para las Etapas de Crecimiento y Engorde de Cuyes. Resumen. <http://www.produccionanimal.com.ar/produccion> Pp, 70
- Gómez (2007), D.A. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ AMARILLO (*zea maíz l.*) CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/28_hidroponico_de_maiz_20.pdf Pp2
- Gonzales (2016), M.S. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/47-maiz.pdf Pp. 29, 30
- Howard (1987), CULTIVOS HIDROPONICOS ediciones mundi prensa, Madrid Pp. 149
- S.N. INFOAGRO, (2010), Disponible en Web: <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada2.htm>.
- Izquierdo, J. (2001), Manual técnico forraje verde hidropónico de FAO para América latina y el Caribe. Ediciones FAO Santiago chile Pp, 16
- Jiménez, C. J. A. (2013), Producción De Forraje Verde Hidropónico De Trigo Y Cebada, En Diferentes Épocas De Cosecha En La Quinta Experimental Punzara” Ecuador Resumen
- Juscafresa, B. (1980), Forraje, Fertilizante y Valor Nutritivo, AEDOS. Barcelona España Pp 145

- Kramer E. (2011), http://cebem.org/cmsfiles/articulos/forraje_hidroponico.pdf Información Detallada De Equipos De Producción De Forraje Hidropónico Pp. 1
- Lomelí Z. H. M. (2000). Forraje verde hidropónico. El forraje del futuro. Hoy. Agrocultura.
- Mamani C.W. (1998), EFECTO DE NIVELES DE LUZ EN MEDIOS HIDROPONICOS (Tesis), Pp, 13, 14, 16. 27, 66
- Migliorini F. (1991), FORRAJES editorial de Vechi. Barcelona Pp, 11. 171, 178.
- Murillo, B. A. (2001), El Forraje Verde Hidropónico (FVH): Una Alternativa De Producción De Alimento Para El Ganado En Zonas Áridas Pp. 121
- Ochoa, T. R.R. (2004). DISEÑOS EXPERIMENTALES Pp, 129
- Ormeño, j. (), INIA la platina la avena como cultivo forrajero Pp, 2
- Puignau (1993), AVENA, CEBADA Y TRITICALE EN EL CONO SUR, editorial IICA, Montevideo, Uruguay. Pp, 7, 37, 39
- Rodríguez, A. 2003. Como hacer Forraje Verde Hidropónico/pp
- Ralde M.V.G (2000), PRODUCCION DE AVENA FORRAJERA AVENA (avena sativa) Pp. 7
- Sánchez, A. 2000. “Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay” Red Hidropónica. Universidad Nacional La Molina. Perú. Web: <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin7.htm>.
- Sánchez S.E.A. (2013), PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE TRIGO Y CEBADA EN DIFERNTES EPOCAS DE COSECHA EN PUNZARA. LOJA – ECUADOR. Pp. 12
- Samperio, g. (1997), hidroponía básica 1º edición México, Edit. diana pp, 13
- Sebillote (1987),

- S.N. (2010), Gobierno Autónomo Municipal De Pucarani Municipio Productivo Cartilla De Producción De Forrajes Pp 3.
- S.N.(2000),http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/13-Cultivo.pdf Sitio Argentino de Producción Animal Pp. 1, 5, 11
- S.N. (2002), Plan Estratégico De Investigación Y Transferencia De Tecnología Fuente: Estadísticas De Comercio Exterior México. Bancomext. Periodo.
- S.N. (1974), Viverba Internacional Documental.
- S.N. (2001), PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO (FVH)ww TECNOCAMPO.com .mx Pp, 4
- Tejeda (2016), A. E. PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO [www.produccion – animal .com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) Pp, 1
- Torricos G. A. (2001), producción de forrajes programa de desarrollo lechero del altiplano – pdla manual de auto instrucción
- Tubon S. M. A. (2013), producción de forraje vede hidropónico mas balanceado en al alimentación de cuyes trabajo de investigación. Ecuador Pp, 56
- (Vargas, 2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero (revista científica) Vol. 19. pp. 233 - 240.
- Valdez, R. M. (2009), Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero Acta Universitaria, Vol. 19, Universidad de Guanajuato México Pp, 11, 12, 13, 17.
- Villarroel (2001), A. N. evaluación de tres especies forrajeras anuales (avena, cebada, trigo) en diferentes épocas y densidades de siembra. Pp. 4

ANEXOS

ANEXO 1



DISEÑO DEL MODULO HIDROPONICO

ANEXO 2





CONSTRUCCION DEL MODULO Y LAS BANDEJAS





SELECCION, DESINFECCION Y LAVADO DE LA SEMILLA



LAVADO, Y ENBOLSADOS DE LAS SEMILLAS



TRASLADO DE LAS SEMILLAS AL MODULO



TRASLADO DE LAS SEMILLAS A LAS BANDEJAS

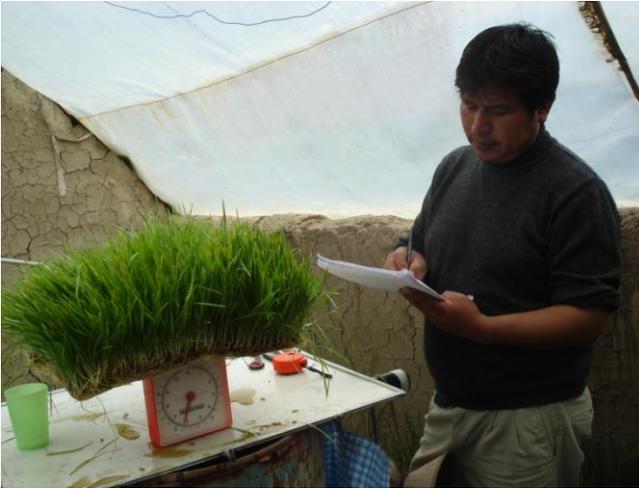




CRECIMIENTO Y MEDICION DE LAS ALTURAS DEL FVH



RIEGO Y COSECHA DE LOS FORRAJES FVH

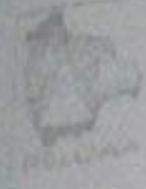


PESAJE DEL FVH CON DIFERENTES BALANZAS



ENBOLSADO DE LAS MUESTRAS Y DOTACION DE ALIMENTO PARA EL GANADO BOBINO

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOLÓGICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
 EN SALUD SELADIS
 LABORATORIO DE BRONATOLOGÍA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No. 9177 Decreto Supremo No. 28790



INFORME DE RESULTADOS
 LABORATORIO DE BRONATOLOGÍA

CODIGO
 427



Laboratorio N° 1050212
 Producto: CEBADA HIDROPONICA ANPI
 Marca: S/M Propietario: ZUNON VILCAITA FLORES
 Proveniencia: PUCARANI - LA PAZ
 Fecha de recepción muestra: 2012-01-10 Fecha de emisión de resultados: 2012-01-13
 Fecha de inicio de ensayo: 2012-01-13

RESULTADOS

| ENAYO REALIZADO | UNIDADES | RESULTADOS OBTENIDOS | METODOLOGIA |
|------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| HUMEDAD | % | 63,29- | GRAVIMETRICO |
| CENIZAS | % | 0,32- | CALCINACION EN MUFLA |
| FIBRA | % | 4,00- | HIDROLISIS ACIDO-BASE |
| PROTEINAS | % | 1,30- | METODO KJELDAHL |
| CARBOHIDRATOS | % | 2,38- | METODO FENLING |
| VALOR ENERGETICO | Cal-100g | 42,05- | CALCULO MATEMATICO |

*Muestra proporcionada por el interesado

Olivia
 Dra. Maria O. Torres T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Para la fabricación de reactivos utilizamos reactivos de grado analítico de Merck y de la marca
 A.O.A.C. American Cream Sugar Analytical

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIQUÍMICAS
 INSTITUTO DE SERVICIOS DE LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO DE INVESTIGACION
 EN SALUD - SELADIS
 LABORATORIO DE BROMATEOLOGÍA
 Miembro de la Red de Laboratorios Clínicos de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial No. 9177 Decreto Supremo No. 24779



INFORME DE RESULTADOS
 LABORATORIO DE BROMATEOLOGÍA

CÓDIGO
 4173



Informe N° 001-02-17
 Producto: CEBADA HIDROPÓNICA - A1 B2
 Marca: S.M. Propietario: ZENÓN VILCAES FLORES
 Proveedor: PUCARANI - LA PAZ
 Fecha de recepción muestra: 2012-02-10 Fecha de emisión de resultados: 2012-02-04
 Fecha de inicio de ensayo: 2012-02-13

RESULTADOS

| ENSGO REALIZADO | UNIDADES | RESULTADOS DISTRIBUCION | METODOLOGIA |
|------------------|----------|----------------------------|-------------------------|
| HUMEDAD | % | 84,73 | GRAVIMETRÍA |
| CENIZAS | % | 6,78 | CALCINACION EN MUFLA |
| FIBRA | % | 6,24 | HIDRÓLISIS ÁCIDO-BÁSICO |
| PROTEÍNAS | % | 6,17 | METODO ROSEWALD |
| CARBOHIDRATOS | % | 3,20 | METODO FENOLICO |
| VALOR ENERGÉTICO | Cal/100g | 62,40 | CALCULO MATEMÁTICO |

Muestra preparada para el ensayo

[Signature]
 Dra. María O. Torrez T.
 Bioquímica Farmacéutica



Los resultados se refieren únicamente a la muestra que se entregó a la institución. No se garantiza la exactitud de los resultados.
 A.S.A.T. - Asociación Organizativa Anónima

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y BIOTECNOLOGÍAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y FARMACIA
 CARRERA DE FARMACIA
 Laboratorio de Biotecnología
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RELOAA)
 Resolución Ministerial N.º 6177 - Decreto Supremo N.º 25729



INFORME DE RESULTADOS
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA

CÓDIGO
 407

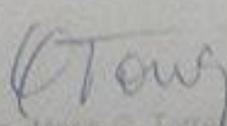


Informe N.º: 061-07-13
 Producto: CEBADA HIDROGÉLICA - ALBI
 Marca: LAM
 Proveedor: PUCARANI - L.A.P.S.
 Previsión: ZENOS VILCANA TORRES
 Fecha de recepción muestra: 2012-02-10
 Fecha de inicio de ensayo: 2012-07-13
 Fecha de emisión de resultados: 2012-03-19

RESULTADOS

| ENSAYO REALIZADO | UNIDADES | RESULTADOS OBTENIDOS | METODOLOGÍA |
|------------------|----------|----------------------|-----------------------|
| HUMEDAD | % | 51.6% | GRAVIMÉTRICO |
| CENIZAS | % | 0.57% | CALCINACIÓN EN MUFLA |
| FIBRA | % | 7.62% | HIDROLISIS ÁCIDO-BASE |
| PROTEÍNAS | % | 2.09% | MÉTODO KJELDAHL |
| CARBOHIDRATOS | % | 3.25% | MÉTODO PHENOL |
| VALOR ENERGÉTICO | Cal 100g | 51.53% | CÁLCULO MATEMÁTICO |

Muestra proporcionada por el interesado


 Dra. María O. Torres T.
 Bioquímica-Farmacéutica



La presente es una copia de los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de Biotecnología y Farmacia de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Biotecnologías de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 LABORATORIO DE QUÍMICA Y FARMACIA
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Alimentos (BELDAA)
 Resolución Ministerial N.º 91 - Decreto Supremo N.º 27719



FORMA DE RESULTADOS
 LABORATORIO DE QUÍMICA Y FARMACIA



Informe N.º: 006.01.11
 Producto: CLESA HIDROFÓNICA CEBI
 Marca: ASM
 Procedencia: PUNARANI, LA PAZ
 Fecha de recepción muestra: 2017-01-10
 Fecha de inicio de análisis: 2017-01-11
 Fecha de emisión de resultados: 2017-01-11

RESULTADOS

| INGREDIENTE | UNIDAD | VALOR OBTENIDO | METODOLOGIA |
|---------------|----------|----------------|----------------------|
| HUMEDAD | % | 91.75 | GRAVIMETRICO |
| CENIZAS | % | 9.17 | CALCINACION EN MUFLA |
| PTERA | % | 3.90 | INDICADOR ACIDO-BASE |
| PROTEINAS | % | 3.00 | METODO KJELDAHL |
| CARBOHIDRATOS | % | 2.90 | METODO FENOLIG |
| ENERGETICO | Cal/100g | 51.00 | CALCULO MATEMATICO |

Elaborado y controlado por el laboratorio

(Firma)
 Dra. María O. Torres T.
 Bioquímica-Farmacéutica



Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al laboratorio. Todos los datos
 ACAA - Asociación Reguladora de Alimentos