

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULO PARA LA
PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO,
BAJO TRES NIVELES DE NITRÓGENO EN EL
ENGORDE DE CARNERILLOS – AYACUCHO”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por

VIDAL MENESES PALOMINO

Ayacucho – Perú

2012

tesis
9937
en

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, BAJO TRES NIVELES DE NITRÓGENO EN EL ENGORDE DE CARNERILLOS – AYACUCHO”

Recomendado : 27 de diciembre de 2011
Aprobado : 29 de diciembre de 2011



ING. WILFREDO DANIEL GONZALES GUZMAN
Presidente del Jurado

M.Sc. ING. WILBER SAMUEL QUIJANO PACHECO
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. FELIPE ESCOBAR RAMÍREZ
Miembro del Jurado



ING. JUAN BENJAMÍN GIRÓN MOLINA
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A mis padres Vidal y María por darme todo su cariño, paciencia; por sus consejos y brindarme siempre su apoyo.

A Janet, y mis hijos Márdeli Diego y Javid por ser fuente de mi inspiración y brindarme su apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a la U.N.S.C.H., mi segunda casa, por todas las enseñanzas recibidas.

Al Ing. Wilber Quijano y a la Ing. Marhleri Cerda por su asesoramiento e invaluable apoyo en la culminación del presente trabajo.

A los señores miembros del Jurado, por sus valiosos aportes que contribuyen a mejorar este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna manera han colaborado en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	3
1.1. Forraje verde hidropónico.....	3
1.2. Ventajas.....	5
1.3. Desventajas.....	8
1.4. Uso del FVH en la alimentación animal.....	9
1.5. Proceso de producción de forraje verde hidropónico.....	10
1.5.1. Selección de la semilla.....	10
1.5.2. Lavado y remojo.....	11
1.5.3. Reposo.....	11
1.5.4. Germinación.....	11
1.5.5. Crecimiento.....	12
1.5.6. Cosecha.....	13
1.6. Bases fisiológicos de la producción de FVH.....	16
1.6.1. Semilla.....	16
1.6.2. Germinación de la semilla.....	16
1.6.3. Crecimiento y función de la raíz.....	16
1.6.4. Respiración.....	17
1.6.5. Fotosíntesis.....	17
1.6.6. Nutrición.....	18
1.6.7. Metabolismo.....	18
1.7. Fertilización en la producción de FVH.....	19
1.8. Invernadero.....	20

1.8.1. Manejo del Invernadero.....	21
a) Temperatura.....	21
b) Humedad	21
c) Iluminación.....	21
d) Ventilación.....	22
1.9. Sistema de Riego.....	22
1.9.1. Microaspersión.....	22
1.10. El ovino criollo.....	22
1.10.1. Clasificación sistemática del ovino.....	23
1.10.2. Alimentación y nutrición de los ovinos.....	23
1.10.3. Características del sistema digestivo de los ovinos.....	24
1.10.4. Necesidades de agua.....	25
1.10.5. Necesidades de proteína en el ovino.....	25
1.10.6. Sanidad del ovino criollo.....	26
1.10.7. Experiencias sobre engorde de ovinos.....	27
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
2.1. Ubicación del Experimento.....	28
2.2. Clima.....	28
2.3. Del periodo experimental.....	29
a) Fase pre – experimental.....	29
b) Fase experimental.....	29
2.4. Instalaciones equipos y materiales.....	29
2.4.1. Galpón.....	29

2.4.2. Diseño e implementación de la unidad de producción de FVH..	30
1. Estructura metálica.....	30
2. Contenedores.....	31
3. Sistema de riego.....	31
4. Sistema de drenaje.....	31
2.4.3. Costos de implementación del módulo de FVH.....	31
2.4.4. Equipos y materiales en el engorde de ovinos.....	33
2.5. Animales experimentales.....	34
2.6. Metodología.....	34
2.6.1. Producción de forraje.....	34
2.6.2. Manejo del galpón para la producción de FVH.....	35
2.6.3. Manejo del módulo de producción de FVH.....	35
2.6.4. Proceso de producción de FVH	37
2.6.5. Elaboración del alimento balanceado.....	44
2.6.6. Alimentación – Engorde.....	45
2.7. Tratamientos.....	47
2.8. Variables evaluados.....	48
2.8.1. Del forraje verde hidropónico.....	48
2.8.1.1 Rendimiento de materia fresca y seca.....	50
2.8.1.2. Análisis químico nutricional del alimento balanceado y FVH.....	48
2.8.1.3. Evaluación económica del FVH.....	48
2.8.2. De los animales.....	49
2.8.2.1 Consumo de alimento semanal.....	49
2.8.2.2.Ganancia de peso vivo.....	49

2.8.2.3. Conversión alimenticia.....	49
2.8.2.4. Rendimiento de carcasa.....	50
2.8.2.5 Costos de alimentación.....	50
2.9. Diseño experimental y análisis estadístico.....	50
III. RESULTADOS Y DISCUSION.....	51
3.1. De la producción de forraje.....	51
3.1.1 Rendimiento de materia fresca y seca.....	51
3.1.2. Composición y valor nutritivo de los alimentos.....	54
3.1.4. Evaluación económica de la producción del FVH.....	58
3.2. De los animales.....	59
3.2.1 Del consumo de alimento.....	59
3.2.2 Del peso corporal e incremento de peso.....	62
3.2.3. Índice de conversión alimenticia.....	65
3.2.4. Del rendimiento de carcasa.....	67
3.2.5. Costos de alimentación.....	69
Rentabilidad económica.....	70
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
4.1. Conclusiones.....	72
4.2. Recomendaciones.....	73
RESUMEN.....	74
BIBLIOGRAFÍA	76
ANEXOS	80

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	TITULO	Pág.
1.1	Contenido nutricional del F.V.H	5
1.2	Gasto de agua para la producción de forrajes en condiciones de campo	6
1.3	Análisis químico de F.V.H	9
1.4	Requerimiento nutricional de carnerillos	26
2.1	Costos resumidos de la construcción de módulo de FVH	32
2.2	Datos de temperatura registrados durante los meses de marzo-abril 2007 dentro del galpón	36
2.3	Prueba de pureza física de la semilla.	38
2.4	Prueba de Germinación de la semilla	38
2.5	Volumen de riego en la producción de FVH	44
2.6	Costos y composición porcentual del alimento balanceado	45
2.7	Contenido nutricional del alimento balanceado	45
3.1	Rendimiento de materia seca en la producción de FVH	51
3.2	Análisis químico nutricional del FVH	55
3.3	Balance proteico del grano cebada frente al FVH	56
3.4	Incremento de peso corporal acumulado por tratamiento	63
3.5	Índice de conversión alimenticia	66
3.6	Peso y rendimiento de carcasa	68
3.7	Costos de alimentación promedio por carnerillo	69
3.8	Precio de venta promedio por tratamiento	71

ÍNDICE DE CUADROS ANEXO

CUADRO	TITULO	Pág.
A-1	Rendimiento de materia fresca por bandeja y m ²	81
A-2	Análisis de varianza del rendimiento en kg de materia fresca en la producción de FVH	82
A-3	Evaluación económica del FVH por tratamiento	82
A-4	Consumo de M.s. acumulado diario y semanal	83
A-5	Análisis de varianza del consumo total de materia seca	84
A-6	Análisis de varianza del peso corporal al final del experimento	84
A-8	Análisis de varianza del incremento de peso al final del experimento.	84
A-7	Costos de producción en el engorde de carnerillos	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS DE TEXTO

GRAF. N°	TITULO	Pág.
3.1	Análisis químico nutricional para el tratamiento 1	56
3.2	Análisis químico nutricional para el tratamiento 2	57
3.3	Análisis químico nutricional para el tratamiento 3	57
G-1	Prueba de Duncan para el rendimiento de materia fresca	86
G-2	Prueba de Duncan para consumo de M.S.	86
G-3	Análisis de regresión lineal del consumo de M.S.	87
G-4	Prueba de Duncan del peso promedio final e incremento de Peso.	87
G-5	Análisis de regresión lineal del incremento de peso	88
G-6	Índice de conversión alimenticia	88
G-7	Análisis de regresión del peso corporal, peso de carcasa y rendimiento de carcasa	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS DE TEXTO

GRAF. N°	TITULO	Pág.
3.1	Análisis químico nutricional para el tratamiento 1	56
3.2	Análisis químico nutricional para el tratamiento 2	57
3.3	Análisis químico nutricional para el tratamiento 3	57
G-1	Prueba de Duncan para el rendimiento de materia fresca	86
G-2	Prueba de Duncan para consumo de M.S.	86
G-3	Análisis de regresión lineal del consumo de M.S.	87
G-4	Prueba de Duncan del peso promedio final e incremento de Peso.	87
G-5	Análisis de regresión lineal del incremento de peso	88
G-6	Índice de conversión alimenticia	88
G-7	Análisis de regresión del peso corporal, peso de carcasa y rendimiento de carcasa	89

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	TITULO	PAG
1.1	Proceso de germinación	14
1.2	Etapas de crecimiento	15
2.1	semillas en proceso de oreo	39
2.2	Semillas en punto de brotamiento	40
2.3	Siembra en las bandejas	40
2.4	Proceso de producción de FVH	41
2.5	Cosecha de forraje hidropónico	42
2.6	Riego en la zona de crecimiento	43
2.7	Mezcla de insumos del alimento balanceado	44
3.1	Ovinos criollos consumiendo FVH	60
F-1	Bandeja	90
F-2	Manto alimenticio de FVH	90
F-3	Microapertores	91
F-4	Diferencia de crecimiento entre tratamientos	91

ÍNDICE DE DIBUJOS

DIBUJO N°	TITULO	Pág.
1	Plano de estructura metálica (vista frontal)	92
2	Plano de estructura metálica (vista lateral)	93
3	Plano de la bandeja	94
4	Plano del Sistema de drenaje	95

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, uno de los problemas más preocupantes en el mundo es la insuficiencia de alimentos para la humanidad, tanto de origen animal como vegetal. Es bien sabido que la cadena alimenticia se inicia en las plantas, que son el sustento de los animales y éstos, a su vez, proveen de alimentos y productos diversos. Pero esta cadena se altera por la limitación de áreas para la producción de forrajes, la falta de tecnología, la baja productividad de tierras y las cada vez más cambiantes condiciones climáticas, lo cual ha llevado a desarrollar nuevos métodos de producción de alimentos para el ganado.

Uno de estos métodos es, precisamente la técnica de forraje verde hidropónico (FVH), que ofrece numerosas ventajas desde el punto de vista económico, sobre todo en cuanto al espacio de cultivo, la mano de obra, los gastos operacionales, la calidad del alimento, la obtención del mismo en tiempo de secas y una visible disminución en la relación costo - producción.

En nuestra zona la explotación ganadera predominantemente es de tipo extensivo, por lo que la fuente de alimento se restringe principalmente al forraje, cuya producción es baja por las limitaciones ya mencionadas; las

cuales imposibilitan la producción adecuada de pastos y forrajes en forma tradicional.

La hidroponía se presenta como una alternativa que nos permite producir abundante forraje de buena calidad, utilizando pequeños espacios, que al mismo tiempo nos condicionaría a aumentar nuestras unidades productivas, sin formas de conservación y almacenamiento de forrajes; que con un buen diseño para este tipo de producción se tendrá una producción intensiva que pueda soportar la cantidad de animales que se quiera engordar.

El mercado de Ayacucho, se abastece de carnes de las distintas comunidades, en especial de ovino de baja calidad, principalmente en la época seca. Por las consideraciones expuestas se realizó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

1. Implementar un módulo para la producción de forraje verde hidropónico (FVH).
2. Evaluar el efecto de la aplicación de 3 niveles de nitrógeno en la producción y calidad del FVH.
3. Evaluar la influencia del FVH en el engorde de carnerillos.
4. Evaluar los costos de producción del FVH y rentabilidad económica en el engorde de ovinos.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. FORRAJE VERDE HIDROPONICO

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología para la producción de biomasa vegetal, se obtiene de la germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH es un forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal.

En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (Lees, 1983; Hidalgo, 1985; morales, 1987).

La producción de forraje verde está considerando como un sistema hidropónico, debido a que este se practica sin suelo lo que permite producir a partir de semillas sembradas en bandejas, una manta forrajera de alto nivel

nutritivo, consumible al 100% con una digestibilidad de 80% limpio y libre de contaminaciones (Chang, 1995).

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello.

El forraje verde hidropónico alcanza una altura de 20 a 25 cm de altura promedio, una vez que el FVH llega a la altura antes mencionada, es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta es decir, raíz, semilla y hojas (Resh, 1987; Lees, 1983).

Para la obtención de dicho forraje, se utiliza semilla de gramíneas y el animal recibe como alimento un germinado a base de ésta (Rodríguez, 2003).

Tanto Sholto (1990) como Resh (1987) coinciden en que es importante cultivar cereales en el sistema hidropónico para su uso como forrajes, empleando una solución nutritiva.

El sistema permite una siembra de alta densidad 5 kg de semilla/m² y producciones de 40 a 50 kg de forraje fresco por m² de bandeja. Esta producción se realiza en bandejas colocadas en estantes de 6 niveles, de tal forma que en un estante para 72 bandejas se logra producciones de 720 kg, colocados en un área de 2.75 m² (Tarrillo, 2005).

En cuadro N° 1.1 se observa el contenido nutricional del forraje verde hidropónico de cebada germinada, tanto en materia fresca (MF) como en materia seca (MS) descrita por diferentes autores y a determinados días de edad del germinado.

Cuadro N° 1.1. Contenido nutricional del forraje verde hidropónico.

Autores	Orihuela (1995)		Carrasco (1994)		Silva (1994)	
Edad (días)	15		10		11	
Nutriente	M.F	M.S	M.F	M.S	M.F	M.S
Humedad %	81.25	0.00	83.70	0.00	87.08	0.00
Proteínas %	3.38	18.03	2.17	13.31	1.72	13.31
Grasa %	0.59	3.15	0.43	2.64	0.36	2.79
Fibra %	5.03	26.82	3.36	20.61	1.56	12.07
Cenizas %	0.96	5.12	0.71	4.36	0.53	4.10
Nifex %	8.79	46.88	9.63	59.08	8.75	67.62

Fuente: Laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

1.2. Ventajas

-Ahorro de agua. En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Cuadro N° 1.2). Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Rodríguez, S. 2000). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Cuadro N° 1.2 Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo

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

Fuente: Extractado de Dosal.

Esta alta eficiencia del FVH en el ahorro de agua explica por qué los principales desarrollos de la hidroponía se hallan observado y se observen generalmente en países con eco zonas desérticas, a la vez que vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías, las cuales llegan a afectar la disponibilidad inclusive, de agua potable para el consumo.

-Eficiencia en el uso del espacio.- El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

-Eficiencia en el tiempo de producción.- La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a

los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH (Hidalgo, 1985.)

- **Calidad del forraje para los animales.**- El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, 1983). Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, 1976 citado por Resh).

- **Inocuidad.**- El FVH producido de acuerdo a las indicaciones que serán presentadas en este manual, representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente (Samperio, 1999).

-**Costos de producción.**- Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de

producción de FVH, que se presenta por su importancia, revela que considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente (Samperio, 1999).

1.3. Desventajas

-Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de FVH preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente. Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema (Rodríguez 2003).

-Costo de instalación elevado. Morales (1987), cita que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileños han optado por la producción de FVH directamente

colocado a piso sobre plástico negro y bajo microtúneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible.

1.4. USO DE FVH EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Con el uso del FVH, se han tenido excelentes resultados en la alimentación de vacunos, porcinos, caprinos, y conejos (Rodríguez, 2003).

El forraje verde hidropónico es totalmente diferente a los alimentos tradicionales (pastos, alfalfa, tréboles, etc.) ya que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, lo cual constituye una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteínas. Su aspecto, color, sabor, textura, contiene gran palatabilidad y a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos, y que presenta niveles óptimos de energía, vitaminas y minerales su calidad en lo general es muy alto (Lees 1983)

Cuadro Nº1.3. Análisis químico de FVH

PARÁMETRO		RAÍCES	TALLOS	HOJAS	TOTAL
Humedad	%	82.03	91.87	90.42	83.82
Proteína cruda	%	12.19	27.18	35.28	16.02
Grasa	%	5.68	4.55	3.76	5.37
Fibra	%	10.29	26.32	21.50	12.94
E.L.N.	%	69.28	36.78	34.66	62.63
Ceniza	%	2.56	5.17	4.80	3.03
NDT	%	84.03	61.29	76.26	80.91

Fuente: Laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Sagi (1976) indica que utilizó satisfactoriamente en su estancia ganadera el forraje verde hidropónico para la alimentación de ovinos, tanto para madres

como para engorde de corderos hasta los 90 días; vacunos, para vacas nodrizas y terneros.

(Arano, 1976), demostró sobre dos grupos de vacas con grupos compuestos de 4 vacas bastante parecidas en fechas de parición y con características muy similares en cuanto a la producción; concluyendo que las vacas alimentadas con forraje verde hidropónico han incrementado su producción lechera en un 10.07%, con respecto a aquellas utilizadas como testigo. Al menor tiempo la producción de grasa fue de 14.27% más alto en el mismo ensayo comparativo.

En la universidad nacional Agraria la Molina se ha realizado varios ensayos con forraje verde hidropónico en la alimentación de cuyes, tanto Orihuela (1991) Carrasco (1994), Silvia (1994) y Pichilingue (1994) señalando las bondades de este, llegando a las siguientes conclusiones:

- ✓ El forraje verde hidropónico es un forraje de alta calidad; que satisface mejor el requerimiento del agua del cuy.
- ✓ En mezcla de germinado la cebada y maíz, resulta mejor que la utilización del maíz germinado solo.
- ✓ En su utilización reporta mayor número de crías logradas.

1.5. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO

Pasos necesarios para la producción de FVH (Fig. N° 1.1.)

1.5.1. Selección de semilla

Se recomienda utilizar semillas de cereales provenientes de lotes libres de impurezas y que procedan de plantas que estén libres de plagas y

enfermedades, no debiendo utilizar semillas tratadas con fungicidas (Resh, 1987).

Mientras que Sagi (1976) señala que las semillas tienen que ser idóneas igual que las necesarias para la siembra en el campo. La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos un 85% de poder germinativo.

1.5.2. Lavado y remojo

Las semillas son sumergidas totalmente en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1%, por 30 minutos, para luego ser enjuagados y puestos en remojo con agua, por espacio de 24 horas, dicho proceso tiene tres objetivos:

1. La eliminación de esporas de hongos (Chang, 1995).
2. Activar la vida latente en el grano, iniciar su actividad enzimática (Resh, 1998).
3. Ablandar la cutícula que recubre el grano y facilitar la salida de la raíz y el tallo (Sagi, 1976).

1.5.3. Reposo

Terminado el lavado y remojo de la semilla, estas son colocadas en un depósito para su oreo, de modo que aparezca el punto de brote en la semilla (Valdivia, 1993).

1.5.4 Germinación

Para esta etapa las semillas son sembradas en bandejas y puestas en estantes, bajo luz difusa, en este periodo se produce una serie de

transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (65% – 70) y temperatura (21 a 25 °C) (Valdivia, 1993). Al respecto, indican que 20 - 25°C es la temperatura ideal y la humedad debe ser de 85% las cuales permitan iniciar su vida activa hasta convertirla en futura planta (Resh, 1987; Sholtó, 1990).

1.5.5. Crecimiento

En el proceso de crecimiento interviene varios factores que actúan **interrelacionadamente**, como son:

1. Movilización de nutrientes
2. Luminosidad
3. Humedad
4. Temperatura

Resh (1987), recomiendan para el sistema hidropónico, el riego por microaspersión artificial ya que proporciona un riego muy fino, permitiendo así una buena distribución de agua. Este riego debe realizarse incluyendo una solución nutritiva, la cual proveerá los elementos necesarios que la planta requiere. Otro elemento muy importante en el crecimiento de las plantas lo constituye la luz, que puede ser artificial o natural ya que ella suministra la energía necesaria para transformar y utilizar los compuestos orgánicos que absorben y utilizan las plántulas en su crecimiento.

El periodo del crecimiento del germinado dura entre seis y quince días alcanzando una altura promedio de 20 a 25 cm, la cual dependerá de las

condiciones ambientales como: temperatura, humedad, ventilación, frecuencia de riego y sobre todo la luz (Sholtó, 1990).

1.5.6. Cosecha

Con respecto a la cosecha indican que cuando la planta llega a la altura de 20-25 cm, ya se encuentra lista para ser utilizada. La cosecha es diaria y se realiza levantando la “alfombrilla alimenticia” formada por las raíces entre cruzadas debido a la alta densidad de semillas sembradas que están germinando y a las hojas verdes. La programación de la cosecha deberá efectuarse de forma tal que se pueda cosechar cada día el mismo número de bandejas que sean sembradas. (Lees, 1983; Sholtó, 1990 y Resh, 1987).

La mayor riqueza nutricional de un FVH se alcanza entre los días 7° y 8° por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado con la calidad, dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de la producción (Ñíguez, 1988).

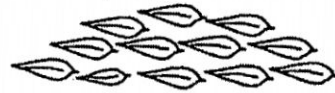
Figura N° 1.1

PROCESO DE GERMINACIÓN

1. Semilla de buena calidad

90% Germinación

2. Limpieza



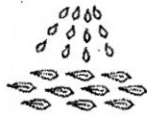
3. Lavado



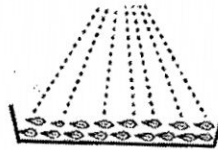
4. Desinfección (30')
Remojo (24 h)



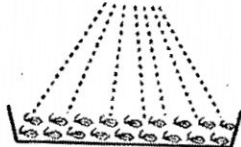
5. Enjuague



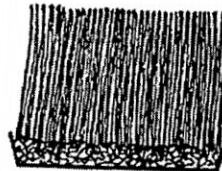
6. Riego con agua



7. Riego con solución



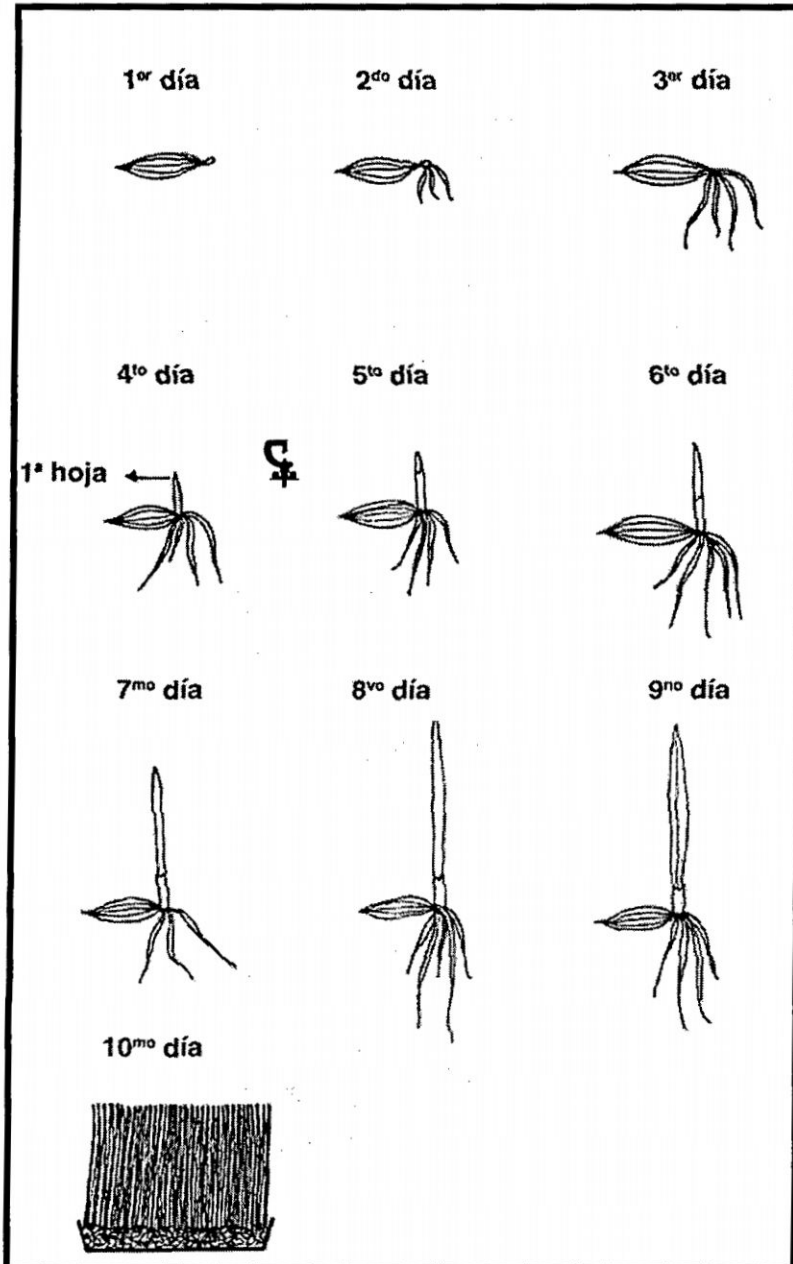
8. Cosecha



Fuente Tarrillo 2005

Figura N° 1.2

ETAPAS DE CRECIMIENTO



Fuente Tarrillo 2005

1.6. BASES FISIOLÓGICAS DE LA PRODUCCIÓN DE FVH

1.6.1. Semilla

Una semilla, por definición botánica, es el resultado de la fertilización y maduración de un óvulo. Consta de un embrión, que se desarrolla en plántula durante la germinación, de un tejido nutritivo en la mayoría de los casos, y de una cubierta protectora, la testa, que recubre a ambos (Rodríguez, 2003).

1.6.2. Germinación de las semillas

La germinación se produce en una temperatura óptima ubicada entre los 20 a 25°C. El contenido de humedad mínimo para que se cumpla es de 35-45% del peso seco del grano, siendo más rápida a medida que la humedad se incrementa por encima de este nivel.

Además menciona que, cumplida la germinación, las raíces seminales se extienden mientras que el coleóptilo se dirige hacia la superficie. A continuación aparece el punto de crecimiento gracias a la expansión del rizoma en el entrenudo ubicado por encima del coleóptilo y también desde el comienzo de la germinación hasta la exposición de la primera hoja verde a la luz, el crecimiento depende de las reservas de carbohidratos existentes en el endospermo; (Williams, 1960).

1.6.3. Crecimiento y función de la raíz

El crecimiento de las raíces se cumple en una zona de 10 mm ubicada por detrás del extremo radial. La tasa de extensión, al principio es alta y depende de la reserva del grano, esta varía entre 0.5 y 3.0 mm/día en la raíz primaria y

en las adventicias. El crecimiento de la raíz puede ser superior al del tallo a temperatura baja, pero a medida que ésta sube, el crecimiento del último se incrementa más que el de la primera.

Además el crecimiento del vástago vegetativo depende de las funciones desempeñadas por la raíz, las cuales no quedan circunscritas exclusivamente a la absorción de nutrientes de agua. El sistema radical de los cereales puede reducir los nitratos, pero la mayor parte de dicha reducción ocurre, probablemente en las hojas puestas a la luz.

También las raíces pueden sintetizar aminoácidos y actuar como fuente de sustancias de crecimiento para el tallo (pecitoquininas), pero el significado de este papel aún no es claro (Bidwell, 1990).

1.6.4. Respiración

Las plantas necesitan energía para su crecimiento y mantenimiento. Dicha energía fue progresivamente acumulada en forma química como carbohidratos, lípidos y proteínas. Para ser utilizada, la planta cumple con el proceso oxidativo denominado respiración (Curtis, 1989).

1.6.5. Fotosíntesis

Con la energía proveniente de la luz y en presencia de la clorofila actuando como un activador de la reacción química, las hojas y algunos tallos transforman el dióxido de carbono y el agua en azúcar y oxígeno. Esta reacción es la base del sustento de la vida sobre la tierra. Básicamente la

fotosíntesis es la transformación de la energía luminosa en energía química y la fijación del carbono en compuesto orgánico. (Vázquez, 1989)

1.6.6. Nutrición

En los cultivos tradicionales las raíces de las plantas a través de sus vellos radiculares absorben del suelo el agua y los elementos químicos nutritivos necesarios para su crecimiento. Hay varios factores internos y externos que influyen, esta acción fisiológica. Uno de los principales es la reacción adecuada de las raíces, las mismas deben respirar eficientemente, la transpiración conjuntamente con la acción osmótica producida por las diferencias de fuerzas líquidas a través de la membrana semi-permeables de los pelos radiculares, producen la absorción del agua y los minerales nutritivos que ingresan así dentro de la planta.

En los cultivos sin tierra, llamados genéricamente hidropónicos todas estas dificultades son controladas. Sin embargo, el procedimiento básico de la nutrición vegetal se mantiene (Arnom, 1989).

1.6.7. Metabolismo

La asimilación por la planta de los minerales absorbidos por la raíz, que generalmente se produce en las hojas, configura un metabolismo dedicado a elaborar fundamentalmente carbohidratos, lípidos y proteínas.

Así mismo los distintos azúcares (carbohidratos), elaborado en la forma que ya expresamos al hablar de fotosíntesis, se combinan nuevamente entre si por

acción de enzimas específicas para formar desde azúcares más complejos como sucrosa, sacarosa, etc., hasta almidón y celulosa.

A su vez, la síntesis de las proteínas o sea el metabolismo proteico en forma resumida debe ser considerada en cuatro pasos, a saber: a) las plantas absorben el nitrógeno proveniente de los nitratos minerales; b) los nitratos absorbidos son reducidos primero a nitritos y luego a nitrógeno amoniacal por una reacción en presencia de enzimas; c) este nitrógeno amoniacal reacciona con ácidos orgánicos simples de cuatro átomos de carbono para formar aminoácidos; d) los aminoácidos se unen entre sí en reacciones de condensación para formar proteínas. Algunas de estas proteínas elaboradas por las plantas contienen azufre y fósforo, además de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno (Richter, 1971).

Sin embargo el acelerado desarrollo que experimenta el FVH, repercutirá al cabo de la segunda semana en una pérdida proteica debido a un posible balance negativo entre fotosíntesis y respiración (Dosal, 1987)

1.7. FERTILIZACION EN LA PRODUCCIÓN DE FVH

El uso de fertilización en la producción de FVH resulta positiva como para recomendar su uso, señala que la pérdida de materia seca durante los primeros 11 días es menor con fertilización nitrogenada que en el caso sin fertilizar. Así mismo manifiestan que la fertilización del FVH utilizando agua para riego conteniendo 200 ppm de nitrógeno como mínimo, tiene efectos principales durante el proceso de crecimiento del FVH, y que la proteína tiende a aumentar a medida que se incrementa el contenido de nitrógeno de la

solución nutritiva (hasta valores de 200 ppm). Los incrementos de la proteína bruta con fertilización sería consecuencia de un aumento del nitrógeno no proteico. Pero una concentración mayor, (por ejemplo 400 ppm) no aumenta el aporte proteico, si no que por el contrario, lo disminuyó en aproximadamente 13.6 % respecto (200 ppm de N). Esto equivale a 59 g/m² de proteína (base seca), la mencionada disminución de proteína, asociada a los altos niveles de fertilización nitrogenada, podría indicarnos un posible efecto de toxicidad o desbalance con otros nutrientes.

Así mismo en la producción de FVH al cabo de 7 días el cultivo ya estaría haciendo uso del nitrógeno aportado por la solución nutritiva (Hidalgo 1985; Dosal, 1987).

Por otro lado, la solución nutritiva no es tan importante como en otros cultivos puesto que la planta no llegará a sus etapas productivas, que son las más demandantes en nutrientes (Rodríguez, 2003).

1.8. INVERNADERO

Se puede definir a un invernadero, como una instalación rural o urbana, construida para poder brindar cubrimientos y protección a una determinada área, especialmente destinada a la producción agrícola. Como característica principal, un invernadero, debe permitir el paso de la mayor cantidad de radiación solar (Fernández, 1999).

1.8.1. Manejo de invernadero

El manejo bioclimático es un factor importante a tener en consideración en el diseño y posterior construcción de cualquier tipo de infraestructura incluido los invernaderos.

a) Temperatura.- el control de la temperatura es extremadamente importante, dependiendo del tipo de semilla escogida y su variedad; la T° óptima de trabajo puede variar entre los 18° C y los 28°C para evitar al máximo la presencia de micosis, levaduras y bacterias indeseables. La capacidad de germinación baja entre los 18°C y 21°C. Aunque 25°C es una temperatura muy recomendable para un crecimiento mucho más rápido, por todo lo ya expuesto, alcanzar este calor no es demasiado aconsejable (Arano, 1998).

b) Humedad: Es también muy importante el control de la humedad relativa. En forraje verde hidropónico los valores de humedad relativa son mayores a 90%. Por ello, ya se ha dicho que, si está es muy alta, resultará una producción exagerada de enfermedades, por otra parte, poca humedad relativa (ambiente muy seco) dará como resultado un producto deshidratado, con reducida capacidad de crecimiento y con un poco valor alimenticio. Lo ideal es 65 – 70% Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa con la temperatura óptima es una de las claves para lograr una exitosa producción de FVH (Arano, 1998).

c) Iluminación: Este es otro importante factor que debe ser considerado cuidadosamente. Al comienzo del ciclo de producción de FVH, la presencia de

luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer o cuarto día de sembradas, las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces. A partir del 3ro ó 4to día iniciamos el riego con solución nutritiva y exponemos las bandejas a una iluminación bien distribuida pero nunca directa de luz solar. Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas (Samperio, 1999).

d) Ventilación: Los vientos moderados favorecen la circulación de la savia evitan el estancamiento del aire en el medio ambiente de la planta renovándola, el viento influye en ciertos procesos fisiológicos como la transpiración, ya que esta aumenta cuando el viento es mayor, con respecto al aire en calma (Samperio, 1999).

1.9. SISTEMA DE RIEGO

1.9.1. Microaspersión

Los microaspersores que han alcanzado mayor difusión en nuestro país son los llamados tipo bailarina. Diseño de este tipo de microaspersor han sido concebidos de forma modular con piezas intercambiables una o varias de sus piezas (Gómez, 1969).

1.10. EL OVINO CRIOLLO

El ovino criollo es el resultado de una serie de estirpes lanares que hace siglos ha sido introducido en el país y que a la fecha han tomado una biomasa

compleja de diversidades de sangre, pero como característica fenotípica bien definidas (Jeri, 1988 y Koeslag 1982).

Así mismo, manifiesta que el factor limitante de la producción ovina en las zonas alto andinas del país, no es el genético sino el factor de alimentación y sanidad, (Fernández, 1977).

1.10.1. Clasificación sistemática del ovino

Ensminger (1976) y Church (1974), ubican al ovino en la escala Zoológica de la siguiente manera:

Reino	:	Animal
Tipo	:	Cordados
Clase	:	Mamíferos
Orden	:	Artiodáctilos
Suborden	:	Rumiantita
Familia	:	Bóvidos
Género	:	Ovis
Especie	:	<u>Ovis aries</u>
Nombre vulgar: Ovino Doméstico		

1.10.2. Alimentación y nutrición de los ovinos

La estructura y composición de la planta tiene influencia en la facilidad o dificultad en la digestión, aumentando o disminuyendo su consumo debido a la preferencia y fase del crecimiento.

La digestibilidad de una ración se reduce considerablemente si contiene una proporción demasiadamente grande de carbohidratos, grasas y una proporción pequeña de proteínas (Relación nutritiva).

Así mismo menciona que a los ovinos se les puede suministrar concentrados comerciales o preparados a base de sub productos agrícolas obteniéndose buenos resultados; por ejemplo utilizando gallinaza, urea, caña de azúcar, paja, heno de avena y subproductos de molinera; la suplementación es necesaria para épocas de estiaje cuando los pastizales son muy pobres (Dgeta, 1978).

También se puede mantener a un rumiante sólo con rastrojo o avena achicalada, pero la calidad de estos alimentos dista mucho de la cantidades nutrientes y proteínas que el animal necesita; esto significa que; el animal puede sobrevivir, pero no producirá ni carne ni leche si su dieta carece de los principales nutrientes (Rodríguez, 2003).

1.10.3. Característica del sistema digestivo de los ovinos

Una característica de los rumiantes es el rumen, este órgano extraordinario en el que viven en forma simbiótica microorganismos que permiten la fermentación anaeróbica de alimentos para poder desdoblar y hacer asimilable la celulosa, la hemicelulosa y la lignina ; otra característica distintiva de los rumiantes es la capacidad de consumir nitrógeno no proteico y convertirlo en nitrógeno orgánico, además de que pueden emplear los ácidos grasos volátiles como fuente de energía en lugar de glucosa (Rodríguez, 2003).

La degradación química de los alimentos en el retículo-rumen se realiza por las enzimas degradadas por los microorganismos y no por el propio animal. La importancia de la digestión microbiana que tiene lugar en el rumen viene indicada por el hecho de que el 70-85 % de la materia seca digestible es degradada por los microorganismos.

Asimismo, con la gran actividad de los microorganismos del rumen, solamente el 30 % del alimento ingerido continúa su paso a través del tubo digestivo; el otro 70 % es convertido por esta flora microbiana en productos solubles o gaseosos que son absorbidos directamente en el rumen o expulsados a través del esófago en el caso de los gases.

Además, el crecimiento y multiplicación de los microorganismos va acompañada de la muerte y autólisis de otros, de modo que en el rumen, siempre existen células vivas, muertas y dañadas, todas estas células pasan con los productos de la digestión al abomaso e intestino donde son absorbidos por el animal hospedador (Bondi, 1989).

1.10.4. Necesidades de agua

Siempre se debe proporcionar agua al ganado ovino, los corderos en engorde deben beber de 1.2 a 2.0 litros o más de agua por día; según el porcentaje de humedad de los alimentos y temperatura ambiental (Morrison 1978).

1.10.5. Necesidades de proteína en el ovino

Las proteínas son macromoléculas compuestas de carbono, hidrógeno nitrógeno y azufre; las proteínas son importantes para la función estructural del animal y constituyen gran parte de los tejidos de sostén. Una carencia de proteína afecta a animales jóvenes en el crecimiento rápido (Rodríguez, 2003).

Los requerimientos nutricionales por los ovinos (cuadro N°1.4), en especial la proteína limita severamente los procesos productivos cuando su concentración

en el forraje consumido baja del 7%; lo anterior puede producirse en condiciones de pastoreo durante el periodo seco de la pradera.

La ingesta de los compuestos nitrogenados en el ovino y los rumiantes se efectúa en dos etapas: Una es la hidrólisis de la proteína y el nitrógeno no proteico, estas por parte de las enzimas microbianas presentes en el retículo-rumen y otra es el desdoblamiento de proteínas y péptido que realizan las enzimas digestivas producidas en el abomaso y duodeno. Esta proteína microbiana formada a partir de compuestos nitrogenados no proteicos tiene un alto valor nutritivo para el ovino (Pond, 2002).

Cuadro N°1.4. Requerimiento nutricional de carnerillos

Peso vivo kg	Consumo materia seca, kg	Energía kg. TND	Proteína total gr	Ca gr	P gr
10	0.6	0.48	157	4.9	2.2
20	1.2	0.85	205	6.5	2.9
30	1.4	1.10	216	7.2	3.4
40	1.5	1.14	234	8.6	4.3
50	1.7	1.29	240	9.4	4.8

Fuente: Pond 2002

1.10.6. Sanidad del ovino criollo

En ovinos criollos sacrificados en el camal de San Juan Bautista entre febrero a Setiembre de 1983, encontró promedios de 720 y 481 huevos por gramo de heces en machos y hembras de *Nematodirum sp.* y tipo *strongylus* respectivamente (Arones, 1984 citado por Oriundo 1987).

Por otro lado, manifiesta que el estado sanitario de los ovinos es muy importante, quienes deben encontrarse libres de enfermedades y de parásitos que disminuyen sus energías, poniendo en peligro su vida (Leguía ,1989).

1.10.7. Experiencias sobre engorde de ovinos

Para el crecimiento y engorde, es posible proporcionar hasta el 25% del nitrógeno de la ración en forma de compuestos nitrogenados no proteicos, especialmente urea. El empleo de la urea suele reducir el precio de la ración, puesto que la urea no aporta energía ni azufre, deben administrarse al mismo tiempo carbohidratos y minerales, para lograr la máxima utilización del nitrógeno no proteico; por consiguiente, los granos de cereales son preferibles a las melazas (Bondi, 1989).

Capelleti (1959), menciona que los ovinos desarrollan intensamente durante la edad joven, por la eficiencia de transformación de los alimentos de carne y lana. A la vez el incremento de peso vivo de los animales jóvenes se debe especialmente al incremento de músculos, huesos y órganos vitales, mientras que en los adultos hay mayor deposición de grasa, los animales jóvenes requieren de menos alimento por cada Kg. de aumento de peso vivo que los animales de mayor edad.

Morales (1987), llevó a cabo una investigación para estudiar el efecto de la inclusión de dos niveles diferentes de FVH de avena en la alimentación de corderos precozmente destetados siendo los mayores incrementos de peso de 11.8 Kg/animal con 150 a 300 g de FVH + Concentrado durante 49 días.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La fase experimental del presente estudio se llevó a cabo en el módulo de crianza del Sr. Meneses, ubicado en el distrito de San Juan Bautista, de la provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho, el mismo que se encuentra ubicado a:

Latitud	13° 23'	S
Longitud	74° 12'	0
Altura	2 750 m.s.n.m.	

2.2. CLIMA

Ayacucho presenta un clima con meses de sequía y días de amanecer frío, calurosos y quemantes cuando solea durante los meses de mayo a agosto y, meses de precipitación y abrigados que comprende entre los meses de enero a abril.

2.3. DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

La fase experimental del proyecto se realizó del 16 de febrero al 12 de mayo del año 2007, teniendo un total de 85 días. El cual tuvo dos fases consecutivas que fueron las siguientes:

a) Fase Pre-experimental

Comprendido desde el 27 de febrero al 16 de Marzo, se realizó el diseño del módulo de FVH, también se realizó la adquisición de animales y labores de prevención sanitaria, consistente en la desparasitación, adaptación a corrales y adecuación de los animales a la nueva alimentación.

b) Fase experimental

Se llevó a cabo desde el 17 de marzo hasta el 12 de Mayo. En esta fase se llevó a cabo la construcción del módulo, como la producción continua del FVH, además del pesado de los animales cada 7 días.

2.4. INSTALACIONES EQUIPOS Y MATERIALES

2.4.1. Galpón

Se hizo uso de un galpón en desuso de 8 metros de largo por 6 metros de ancho, con techo de calamina a dos aguas, ventilación e iluminación adecuada. Este galpón fue utilizado para la producción de forraje hidropónico y para la construcción de los corrales.

2.4.2. Diseño e implementación de la unidad de producción de FVH.

En el diseño de la estructura para el soporte de las bandejas y el sistema de riego, se tuvo en cuenta el ahorro de espacio y la cantidad de forraje a producir; además este puede modificarse dependiendo de las necesidades de forraje. Este diseño se dibujó y construyó adecuando a nuestra zona, el propuesto por la FAO (2000) en la cual se tuvo las siguientes consideraciones:

- El diseño de la FAO propone por separado la zona de germinación y la de producción; mientras en el presente diseño se propone en una sola estructura, ocupando menos espacio de manera vertical (Dibujo N° 1y 2 de anexo).
- El diseño del presente trabajo se hizo de acuerdo a las dimensiones de las bandejas, para un mejor manejo, mientras la FAO adecua cajas de madera que ocupan mayor espacio.
- El riego en el diseño de la FAO se realiza en forma manual (mochila fumigadora), mientras en el presente diseño se propone un riego por microaspersión impulsado por una electrobomba, para tener una humedad homogénea que es determinante en la producción del FVH.

El módulo consta de las siguientes partes:

1. Estructura metálica

Para la construcción del módulo, los soportes de bandejas fueron soldados con varillas de fierro corrugado de construcción de 3/8" de diámetro (ϕ); de acuerdo a las dimensiones calculadas para el presente proyecto de investigación.

2. Contenedores

Los contenedores o bandejas de plástico han sido adquiridas con las siguientes dimensiones 0.53 x 0.38 x 0.03 m. (figura F-1 y Dibujo- 3 de anexo), todas las bandejas fueron agujereadas en un extremo para el drenaje y se ubicaron 4 bandejas por nivel, haciendo un total de 40 de estos.

3. Sistema de riego

La solución nutritiva ha sido preparada y almacenada en baldes de 20 Lt. de capacidad," en la zona de germinación. El riego se realizó por el sistema de microaspersión impulsada por una electrobomba de 0.5 Hp a través de mangueras de 16 mm, a cada nivel haciendo un total de 5 microaspersores, y el riego en la zona de producción se realizó manualmente.

4. Sistema de drenaje

Las bandejas tienen un sistema de drenaje por gravedad a base de orificios hechos cada 5 cm, las que van de nivel a nivel hasta llegar a un tubo colector PVC de 4", esta con una pendiente de 2%, la cual permitió el drenaje del agua excedente (Dibujo N° 4 de anexo).

2.4.3. Costos de implementación del módulo de FVH

El diseño del módulo para la producción de FVH fue de fácil construcción con un bajo costo, ocupa un mínimo espacio y tiene una vida útil de 5 años, su uso es intensivo y puede soportar hasta 35 ovinos/día.

Los costos resumidos de construcción del módulo de producción de FVH se muestran en la cuadro N° 2.1, el diseño del equipo se muestran en los dibujos N° 1 y 2 de anexo.

Cuadro N° 2.1. Costos resumidos de la construcción del módulo de FVH

DESCRPCIÓN	UND	CANT	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
<u>1. ESTRUCTURA METALICA</u>					206.19
1.1. Fierro de 3/8"	KG	28.28	3.67	103.79	
1.2. Fierro de 1/4"	KG	6.31	3.55	22.40	
1.3. Soldado de Estructura	GLB	1.00	80.00	80.00	
<u>2. BANDEJAS</u>	UND	40.00	6.50	260.00	260.00
<u>3. SISTEMA DE RIEGO</u>					181.10
3.1. Electrobomba 0.5 HP	UND	1.00	110.0	110.00	
3.2. Bidón de 50 Lts.	UND	1.00	25.00	25.00	
3.3. Microaspersores	UND	5.00	4.0	20.00	
3.4. Mangueras de 16 mm	ML	12.00	0.50	6.00	
3.5. Llaves de paso de 16 mm	UND	3.00	2.50	7.50	
3.6. Tees de 16 mm	UND	8.00	0.60	4.80	
3.7. Codos de 16 mm	UND	8.00	0.60	4.80	
3.8. Terminales de 16 mm	UND	6.00	0.50	3.00	
PRESUPUESTO TOTAL				647.29	

El sistema además a su máxima capacidad nos permite una siembra de alta densidad, 5 kg de semilla/m² y producciones de 40 a 50 kg de forraje fresco por m² de bandeja dependiendo de la calidad de la semilla, por lo que para el presente trabajo solo se produjo de acuerdo a las necesidades de los 9 animales en estudio.

2.4.4. Equipos y materiales en el engorde de ovinos

a) Corrales

Para el experimento se habilitaron tres corrales rústicos en el galpón del módulo de crianza del Sr. Meneses, separados cada uno con maderas siendo las dimensiones de 1.5m de ancho X 2.5m de largo lo que equivale a un área de 3.75 m² para cada tratamiento y estas a su vez fueron divididas por mallas ganaderas para cada unidad.

b) Comederos

Se utilizaron comederos lineales hechos a base de madera con una dimensión de 2.5m de largo X 0.4 m de ancho por 0.3 m de profundidad.

c) Bebederos

Cada corral contó con un balde de 5 litros de capacidad.

d) Balanzas

Se contó con dos balanzas uno tipo reloj con capacidad de 50 kg. Con 100 g de sensibilidad, la cual se utilizó para controlar los pesos vivos de los ovinos. La

otra balanza fue de tipo plato con una capacidad de 10 kg. Para pesar los alimentos.

e) Equipo Veterinario. Se utilizaron los siguientes equipos;

Jeringa hipodérmica de 20cc.

Agujas hipodérmicas

Una pistola dosificadota

Biomisol

Abendazol

Sogas

Costales y otros de uso común en la ganadería.

2.5. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se emplearon 9 ovinos criollos machos de 6- 8 meses de edad calculada en base al estado dentario, procedentes de la localidad de Vinchos. Una vez seleccionados e identificados para cada tratamiento se pesaron individualmente para luego ser distribuidos en cada corral tratando de formar siempre grupos homogéneos (3 UE por cada corral y experimento).

2.6. METODOLOGÍA

2.6.1. Producción de forraje

Se desarrollaron las siguientes actividades:

2.6.2. Manejo de galpón para la producción de FVH

Se procedió a tomar información de las condiciones climatológicas dentro del galpón. (Cuadro N° 2.2)

a. Temperatura.- Se procedió a monitorear las T° máxima y mínima diaria dentro del galpón. Se usó para la evaluación en el interior del invernadero un termómetro de máxima y mínima.

b. Luminosidad.- Se procedió a cubrir la parte superior del galpón acondicionado para el presente experimento con calaminas transparentes para proporcionar luz dentro del invernadero.

c. Ventilación.- Se procedió a abrir las ventanas a las 9.00 a.m., las cuales permitieron una circulación adecuada de aire dentro del galpón y por las tardes se cerraron las ventanas a las 5:00 p.m. para protegerlas del frío.

2.6.3. Manejo del módulo de producción de FVH.

El manejo del módulo de FVH es una técnica sencilla pero son necesarias realizar actividades diarias con disciplina. Una vez seleccionada la semilla, lavada (2 a 3 veces), remojada por 24 horas y luego del proceso de oreo u oxigenación por un tiempo de 48 horas y cuando las semillas presenten el "Punto de brote" se realiza la siembra en las bandejas, estas son colocadas en la zona de germinación y escalan un nivel diariamente, esta zona se encuentra cubierto en su totalidad por plástico negro, para evitar la pérdida de humedad.

En la zona de germinación se realiza tres riegos al día por micro aspersión, impulsados por una electrobomba de 0.5 HP; cada riego dura 1 minuto aproximadamente regulado por una llave de paso hacia la zona de germinación. Las bandejas permanecen en el área de germinación 5 días, para luego ascender al área de producción.

Cuadro N° 2.2. Datos de temperatura registrados durante los meses de Marzo- Abril 2007 dentro del galpón.

MES DE MARZO	TEMPERATURA (°C)		
	Max.	Min.	Med.
1	26.5	14.5	20.5
2	25.4	13.2	19.3
3	24.3	12.0	18.2
4	25.8	12.4	19.1
5	24.5	11.9	18.2
6	26.0	12.8	19.4
7	24.6	13.5	19.1
8	23.4	14.2	18.8
9	25.4	15.4	20.4
10	26.2	14.6	20.4
11	24.3	13.8	19.1
12	23.9	13.7	18.8
13	23.5	14.0	18.8
14	24.3	15.4	19.9
15	23.4	15.3	19.4
16	22.8	15.6	19.2
17	23.4	14.2	18.8
18	22.9	13.5	18.2
19	25.6	13.8	19.7
20	23.7	13.6	18.7
21	26.4	12.9	19.7
22	25.2	13.5	19.4
23	23.5	15.2	19.4
24	24.6	14.6	19.6
25	23.4	13.7	18.6
26	25.4	13.8	19.6
27	24.6	12.5	18.6
28	23.0	14.2	18.6
29	23.4	14.1	18.8
30	25.4	12.8	19.1
31	23.4	13.5	18.5

MES DE ABRIL	TEMPERATURA (°C)		
	Max.	Min.	Med.
1	24.2	13.8	19.0
2	26.7	14.0	20.4
3	27.0	13.2	20.1
4	27.1	12.5	19.8
5	27.4	14.5	21.0
6	26.5	13.4	20.0
7	24.8	13.6	19.2
8	25.6	15.4	20.5
9	24.8	14.8	19.8
10	25.2	16.0	20.6
11	26.3	14.5	20.4
12	26.7	16.2	21.5
13	26.8	12.5	19.7
14	26.4	15.3	20.9
15	25.8	15.3	20.6
16	25.4	15.6	20.5
17	26.4	14.6	20.5
18	23.6	13.9	18.8
19	25.8	14.2	20.0
20	24.6	14.6	19.6
21	25.4	13.2	19.3
22	23.5	12.8	18.2
23	24.5	14.5	19.5
24	23.5	13.4	18.5
25	24.6	14.6	19.6
26	23.4	13.4	18.4
27	25.0	13.5	19.3
28	24.8	15.1	20.0
29	26.0	14.3	20.2
30	24.5	13.2	18.9

Fuente propia

En la zona de producción, el forraje culminó su desarrollo en 5 días más. Esta área presentó mayor iluminación y el riego con "solución nutritiva," la solución se regó manualmente para cada tratamiento a las bandejas superiores, cada nivel presenta un grado de inclinación, de tal forma que la solución es drenada hacia la bandeja inferior por los agujeros laterales, y así sucesivamente, la solución llega a humedecer las raíces de todas las bandejas.

2.6.4. Proceso de producción del forraje hidropónico

a. Preparación de la solución nutritiva.- La solución nutritiva se preparó en dosis de 100 ppm y 200 ppm de nitrógeno. En un recipiente de 20 Lt. de capacidad se disolvió 4 g de urea, para el tratamiento II y 8.0 g de urea para el tratamiento III; agitándose hasta que se diluya el fertilizante completamente. Las soluciones nutritivas se aplicaron en la zona de producción.

b. Elección de la semilla.- Se utilizaron semillas de cebada provenientes de lotes limpios de impurezas y tratamientos de desinfección las cuales fueron sometidas a las siguientes pruebas.

- **Prueba de Pureza Física**

Se tomó 4 sub muestras de 100 gr. luego en una bandeja transparente se procedió a la separación y pesado de los diferentes componentes mostrados en cuadro N° 2.3.

Cuadro N° 2.3. Prueba de pureza física de la semilla

SUB MUESTRAS	1	2	3	4
Peso	100 g	100 g	100 g	100 g
Materia inerte	0.6 g	2.3 g	2.0 g	0.5 g
Sem. Maleza	0.9 g	0.7 g	0.5 g	1.0 g
Sem. Otras espec.	2.0 g	1.1 g	1.9 g	1.5 g
Sem. pura	96.5 g	95.9 g	95.6 g	97.0 g
TOTAL	100 g	100 g	100 g	100 g

Pureza Física = 96.25 %

- **Prueba de Germinación**

Sobre un lecho germinativo constantemente humedecido conformado por una lámina de papel secante, colocado sobre el fondo de una placa Petri, se procedió a colocar 100 semillas, obteniéndose los resultados que se muestran en cuadro N° 2.4.

Cuadro N° 2.4. Prueba de germinación de la semilla

SUB MUESTRAS	1	2	3	4
Semillas Germinadas	90	89	92	94
Semillas no Germinadas	10	11	8	6
TOTAL	100	100	100	100

Prueba de Germinación = 91%.

c. Lavado y remojo. Las semillas fueron lavadas con el objeto de eliminar el polvo que contienen, este lavado se realizó sumergiendo las semillas en agua y agitándolas por unos segundos, para luego eliminar el agua sucia,

procedimiento que se repetirá 2 a 3 veces. Una vez realizado el lavado de las semillas se dejó en remojo con agua por espacio de 24 horas.

d. Desinfección. Este proceso se realizó sumergiendo las semillas en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1% (10 ml de lejía por 1 litro de agua), por espacio de 24 horas.

e. Oreo. Terminado el proceso de remojo, las semillas fueron puestas en baldes agujereados, para permitir el drenaje del agua, además el balde fue cubierto con plástico para evitar la pérdida de humedad. En esta etapa las semillas no fueron regadas y permanecieron por espacio de 48 horas.



Fig. Nº 2.1 semillas en proceso de oreo

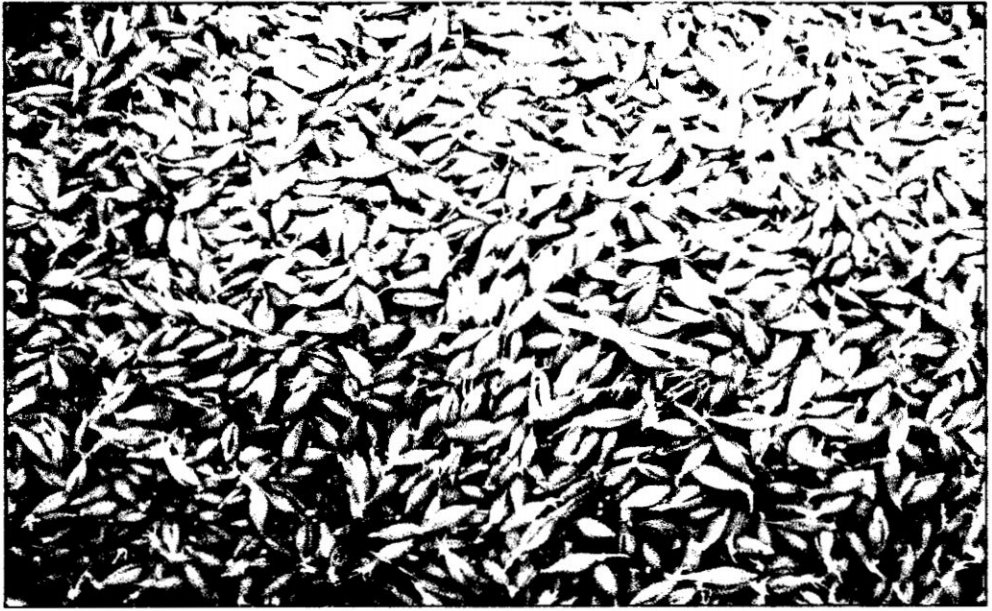


Fig. .Nº 2.2 semillas en punto de brotamiento



Fig. Nº 2.3. Siembra en las bandejas

f. Siembra en las bandejas. Culminado el oreo de la semilla y estando en "Punto de brote" se realizó la siembra en bandejas plásticas y regadas por medio de microaspersores por 3 veces al día. Las bandejas permanecieron en el área de germinación por 6 días bajo penumbra.

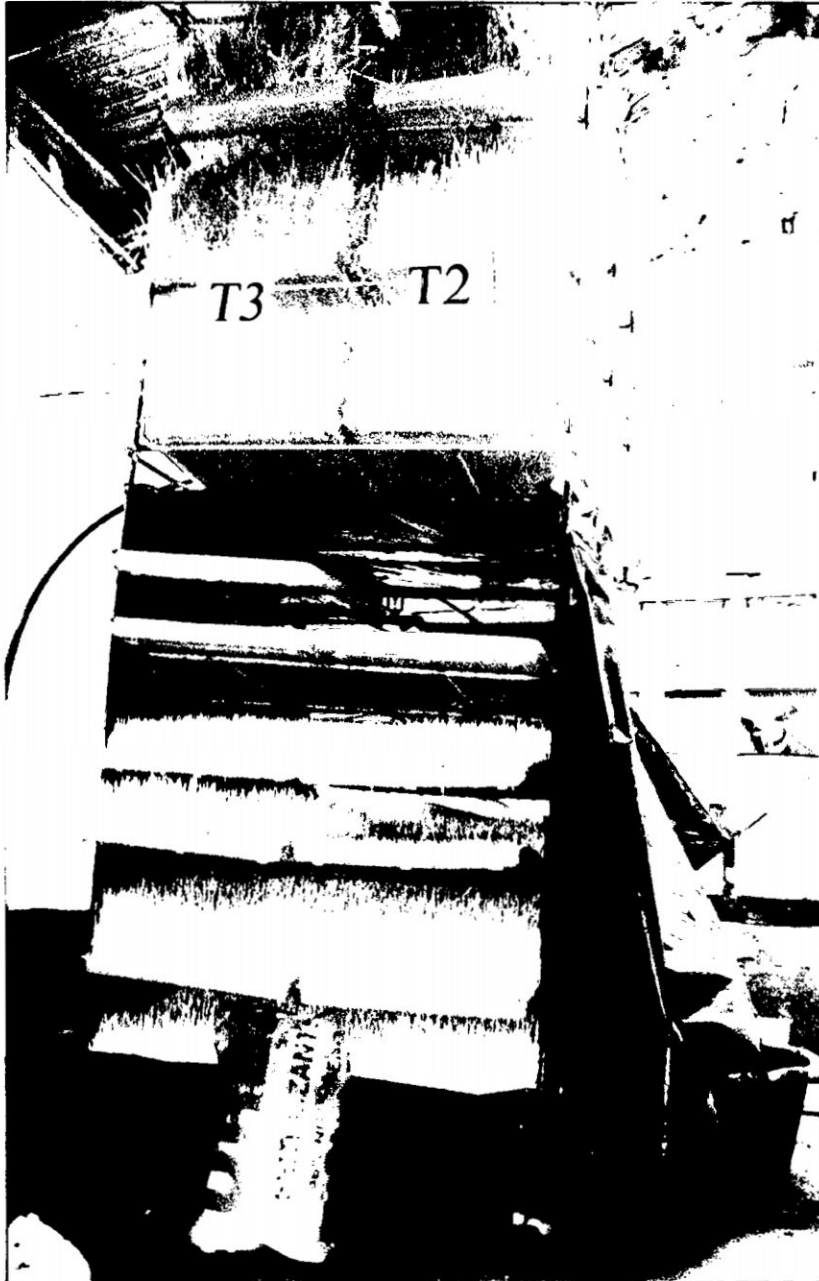


Fig. Nº 2.4 proceso de producción de FVH

g. Crecimiento. Las bandejas provenientes del área de germinación fueron colocadas en estantes de producción, donde culminó su desarrollo y tomaron la coloración verde durante 5 días.

h. Cosecha. La cosecha se realizará a los 10 días, y a partir de este en forma diaria, cuando la planta alcance una altura promedio de 20 a 25 cm. Y con una manta alimenticia libre de pudriciones (F-2 de anexo)



Fig N° 2.5 cosecha de FVH

i. Riego. El riego del cultivo de cebada se realizó en dos etapas, durante la germinación y el crecimiento.

En la etapa de germinación el riego se aplicó por microaspersión (figura F-2 de anexo), con agua (potable) tres riegos por día, cada riego por un periodo de 1 minuto.

En la etapa de crecimiento se aplicaron dos riegos por día, este fue impulsado hasta el nivel superior y a partir de aquí el riego por gravedad de nivel a nivel para cada tratamiento con las dosis planteadas (Cuadro N° 2.5).



Fig. N° 2.6. Riego en la zona de crecimiento.

Cuadro N° 2.5. Volumen de riego en litros en la producción FVH.

VOLUMEN DE AGUA PARA ENJUAGUE Y REMOJO 8.0

RIEGO EN LA ZONA DE GERMINACIÓN

MICROASPERSORES	CAUDAL(Lt.)	FRECUENCIA DE RIEGO	DÍAS DE RIEGO	TOTAL Lt.)
5	1.5	3	1	22.5

RIEGO EN ZONA DE CRECIMIENTO

TRATAMIENTOS	VOLUMEN RIEGO (Lt)	POR FRECUENCIA DE RIEGO	DÍAS DE RIEGO	TOTAL (Lt.)
T1	3.0	2	1	6
T2	3.0	2	1	6
T3	3.0	2	1	6
VOLUMEN DE RIEGO TOTAL			48.5	

Produc. total diario módulo

18.52 Kg

Volumen de agua necesario

Para producir 1 Kg de FVH

2.6 Lt.

Fuente elaboración propia

2.6.5. Elaboración del alimento balanceado

El alimento balanceado fue formulado en el Programa de pastos y ganadería, usando el Software mixit-2. Se preparó en las instalaciones del lugar experimental, empleando las fuentes de alimentos y proporciones que se muestran en los cuadros N° 2.6 , 2.7 y Fig N° 2.7.



Fig. N° 2.7 mezcla de insumos del alimento balanceado

Cuadro N° 2.6. Costos y composición porcentual del alimento balanceado

Insumo	%	Precio/Kg	Sub Total
Cáscara de cebada	40.60	0.20	8.12
Afrechillo de trigo	26.90	0.80	21.52
Cebada grano	18.10	1.00	18.10
Harina integral de Soya	7.80	3.00	14.04
Harina de sangre	5.00	3.00	5.00
Pasta de algodón	1.30	2.00	1.30
Suplamix Yodo	0.10	9.00	0.90
Carbonato de calcio	0.10	1.00	0.10
Sal	0.10	0.60	0.06
		Costo /kg	0.72

Cuadro N° 2.7. Contenido Nutricional del alimento balanceado

Nutriente	valor
Energía Kcal. /Kg.	2200
Proteína %	15
Fibra %	18
Fósforo %	0.15
Calcio %	0.22
Sodio %	0.04

ALIMENTACIÓN – ENGORDE

La alimentación durante el proceso de engorde de los carnerillos fue de 300 – 380 grs. de MS de forraje verde hidropónico (1.3 -1.65 Kg. FVH en base fresca) y el concentrado ad-libitum en condiciones de confinamiento.

Las raciones fueron ofrecidas dos veces por día, a las 8.00 a.m. y 3.00 p.m. para todos los tratamientos, así mismo disponían de agua limpia y fresca para consumo voluntario.

PROCEDIMIENTO

Etapa pre-Experimental

Constituida por las siguientes actividades cuya duración fue de 17 días.

- Construcción de los corrales para la distribución de los animales.
- Adquisición de los ovinos en las comunidades de Jatunpampa del distrito de Vinchos
- Pesaje e identificación
 - Administración de 5 cc/animal de antihelmíntico de amplio espectro (balbacen) vía oral para el control de parásitos gastrointestinales, pulmonares, tenías y fasciolas.
 - Administración de 0.5 cc/animal de Biomisol vía sub cutánea, para el control de ectoparásitos.

Etapa Experimental

Esta etapa duró 56 días realizándose las siguientes actividades:

- Producción continua de forraje verde hidropónico.
- Inclusión de cantidades crecientes gradualmente de forraje verde hidropónico y del concentrado para cada sistema de alimentación.
- El control de consumo de alimento se determinó semanalmente, en el cual se empleó la cantidad consumida por los animales por diferencia entre la cantidad suministrada y la cantidad residual.
- El control de peso de cada unidad experimental se realizó semanalmente. Para tal efecto en horas de la tarde del día anterior de la pesada (8.00 p.m.), los residuos del concentrado fueron retirados.

2.7. TRATAMIENTOS

FASE A: Dosis de nitrógeno.

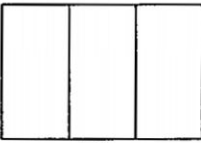
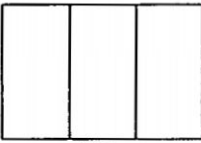
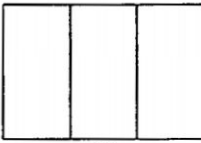
El experimento estuvo orientado a la producción de forraje hidropónico bajo tres niveles de nitrógeno (0g; 4g y 8g de urea) diferenciándose por el contenido de nitrógeno de acuerdo a la mayor y menor proporción.

CLAVE	TRATAMIENTOS
T1	Sol. Nut. 0 ppm de N (0 g urea)
T2	Sol. Nut. 100 ppm de N (4g urea)
T3	Sol. Nut. 200 ppm de N (8g urea)

FASE B: Engorde de ovinos

Los tratamientos arriba mencionados constituyeron 3 sistemas de alimentación, cada sistema constituido por 3 unidades experimentales, que fueron los siguientes:

SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

I	II	III
		
T1	T2	T3
<u>Suministro</u>	<u>Suministro</u>	<u>Suministro</u>
FVH (T1) + Concentrado	FVH (T2) + Concentrado	FVH (T3) + Concentrado

2.8. VARIABLES EVALUADAS

2.8.1. Del forraje verde hidropónico

2.8.1.1. Rendimiento de materia fresca y seca

Este control se ha realizado pesando la muestra al inicio y a la cosecha del FVH. El rendimiento se determinó en la cosecha a los 12 días; el control de peso se ha realizado haciendo uso de una balanza de 10 Kg de capacidad.

2.8.1.2. Análisis químico nutricional del alimento y el FVH

El forraje obtenido en la cosecha fue sometido a un análisis nutricional, para ello se tomó una muestra por tratamiento y se envió al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

2.8.1.3. Evaluación económica del FVH

Se determinó el costo de producción de 1 Kg de Forraje Verde Hidropónico para los tres tratamientos considerando:

- Costos variables

- Costo de Semilla
- Costo de Agua
- Costo de desinfectante
- Costo de Solución Nutritiva.
- Mano de obra

- Costos fijos

- Depreciación de las instalaciones
- Depreciación de equipos

- Interés sobre el capital de trabajo
- Gastos administrativos

2.8.2. De los animales

2.8.2.1. Consumo de alimento semanal

Se ha registrado el consumo de materia seca total semanal y acumulada para cada tratamiento, para lo cual se totalizó el consumo del FVH y el concentrado para cálculos posteriores. Todo ello permitió calcular la cantidad de alimento consumido y la capacidad de ingestión para cada semana.

2.8.2.2. Ganancia de peso vivo

Como producto de los controles semanales del peso corporal se obtuvo la ganancia de peso en cada animal, este control se realizó en horas de la mañana a las 8.00 a.m. para dicho control en la tarde del día anterior se retiró el concentrado sobrante, para obtener finalmente el acumulado de la ganancia de peso vivo para cada tratamiento durante el tiempo que duró el experimento.

2.8.2.3. Conversión alimenticia

Para el cálculo del índice de conversión alimenticia se tomaron valores relacionados al consumo de alimentos (materia seca), con la ganancia de peso vivo de los animales, lo cual se reporta para cada tratamiento referidos a periodos de alimentación semanal y acumulado para el periodo experimental.

2.8.2.4. Rendimiento de carcasa

El peso de carcasa, es la diferencia del peso vivo final menos las mermas de la matanza (sangre, lana, etc.). Para determinar este parámetro se determinó por diferencia; el peso de la carcasa frente al peso vivo del animal.

2.8.2.5. Costos de alimentación

Se determinó el costo por Kg. De cada sistema de alimentación empleados en la alimentación de los animales en estudio mediante simulación, se determinaron los costos totales proyectados, así como la rentabilidad calculada y la rentabilidad mensual calculada para los tres tratamientos respectivamente.

2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la evaluación de las variables se empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales. El modelo Aditivo lineal utilizado fue:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

μ = Efecto debido a la media.

τ_i = Efecto del tratamiento

X_{ij} = Valor observado de los pesos y alturas

ε_{ij} = Error experimental

El análisis estadístico empleado para algunas variables consistió en un análisis de variancia, pruebas de Duncan (0.05) y análisis de regresión.

174152

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

3.1.1. Rendimiento de materia fresca

Los resultados del rendimiento de materia fresca en Kg por bandeja y su conversión en Kg/m² de acuerdo a la siembra para el presente trabajo se presenta en los cuadros N° 3.1, A-1 de anexo y Figura F-3 de anexo.

Cuadro N° 3.1. Rendimiento (kg) de materia fresca, MS por bandeja y m² en la Producción de forraje verde hidropónico.

TRATAMIENTO	PESO INICIAL SEMILLA (Kg)	PESO FINAL SEMILLA (Kg)	RENDIMIENTO FVH (Kg/m ²)	MATERIA SECA FVH (Kg/m ²)
T1	1.00	5.93	29.63	6.76
T2	1.00	6.06	30.31	7.28
T3	1.00	6.53	32.63	8.72

Los mayores resultados obtenidos de 1 Kg. de cebada grano, en cuanto a producción de materia fresca, corresponde al tratamiento 3, con 32.63 Kg./m², y con menor materia fresca, el Tratamiento 1 con 29.63 Kg./m².

En el experimento, la solución nutritiva al presentar sales de nitrógeno hace que la semilla no emplee todas sus reservas acumuladas en el endospermo corroborando un mayor rendimiento de materia fresca, del Tratamiento T3 en comparación a los tratamientos T1 y T2.

El análisis de varianza (anexo; cuadro A-2) del rendimiento total (Kg) de materia fresca, detectó diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre las dosis de nitrógeno. El menor rendimiento promedio se produjo sin la aplicación de nitrógeno y el más elevado con 200 ppm N, consiguiéndose valores promedios de 29.63 y 32.63 kg/m² de bandeja respectivamente.

El valor del coeficiente de variabilidad reportado es de 1.6%, inferior al límite de fluctuación, lo cual nos indica que el experimento ha sido conducido bajo condiciones de homogeneidad, debido a los pocos factores de variación (Temperatura, luz, humedad, etc.) presentados en el galpón; esto indica que con la adición de nitrógeno se modifica este resultado.

Al someter a la prueba de contraste de Duncan (0.05) (*gráfico G-1 de anexo*), el promedio del T3 supera al T2 y testigo, con un rendimiento de peso de 32.6 kg/m²; También se puede observar que el T1 y T2 al contraste de sus promedios no muestran diferencias estadísticas entre ellas, es decir son promedios de tratamiento de igual efecto referente al rendimiento de materia fresca. Sin embargo hay una diferencia numérica de 0.7 kg de FVH/m².

Estos resultados probablemente se deben a que el desarrollo de los meristemas y de las hojas se aceleró con la adición de nitrógeno, que es absorbido en forma de nitratos y nitritos, y que estos en condiciones favorables se desarrollaron con mayor velocidad e incrementaron el rendimiento conforme se aumentó la fertilización nitrogenada (Richter, 1971; Bidwell, 1990).

También, Hidalgo (1985) y Dosal (1987) indican que en la producción de forraje verde hidropónico, al cabo de 5 días el cultivo ya estaría haciendo uso del nitrógeno aportado por la solución nutritiva.

Analizando fisiológicamente se puede precisar que la totalidad del endospermo almacenado en la semilla utilizado para la producción de forraje verde hidropónico para un periodo máximo de 12 días, raramente se consume en su totalidad; segmentando el Forraje en cada Tratamiento se obtuvo que el brote o tallo representa el 18.9%, las raíces el 3.6% y las semillas el 77.5% por peso de cosecha. Lo que corrobora que no menos del 77% del alimento proporcionado por el Forraje Verde Hidropónico es todavía materia contenida en la semilla. Siendo similares los resultados a los obtenidos por Tarrillo (2005) Los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento de materia fresca son similares a los obtenidos por Tarrillo (2005), Orihuela (1995) y Carrasco (1994), pero superiores a los obtenidos por Quispe (2005) y Ruiz (2006), este último adicionando también solución nutritiva al FVH; esta superioridad en rendimiento podría deberse a la técnica utilizada en la producción de forraje hidropónico.

3.1.3. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS

En el cuadro N° 3.2, Gráficos N° 3.1; 3.2 y 3.3 se observa el valor porcentual de materia seca, proteína, grasa, fibra, cenizas y ELN del presente trabajo de investigación, así como su diferencia por tratamiento.

La tendencia de aumento de los rendimientos de m.s. por efecto de la fertilización nitrogenada en el presente trabajo, resulta positivo, coincidiendo estos, con las investigaciones de Dosal (1987), quien concluye; la pérdida de materia seca durante los primeros 11 días es menor en todos los tratamientos con fertilización nitrogenada que en el caso del testigo (sin fertilizar). Esto probablemente debido a que el nitrógeno es usado por la planta para formar proteínas necesarias para la producción de células que van a formar nuevos tejidos aumentando los rendimientos.

En cuanto al contenido de materia seca estos resultados fueron superiores a los encontrados por Quispe (2005) quien produjo FVH con agua obteniendo 14.86 de % MS; por otro lado Ruiz (2006), produjo FVH con agua y solución nutritiva, reportando 14.72 y 14.62% respectivamente.

En cuanto al contenido de proteína (16.69%), el T3 (200 ppm de N) es superior a los T1 (0 ppm de N) y T2 (100 ppm de N). Las variaciones ocurren para los niveles de proteína, hecho que se debe a las cantidades crecientes de nitrógeno, que se incluye dentro de cada tratamiento; es decir en la medida que aumenta el nitrógeno va aumentando gradualmente los niveles de proteína.

Según lo afirmado por Richter (1971) que para la síntesis de proteína se necesita fuera del nitrógeno de la semilla, el nitrógeno en forma mineral lo que es absorbido en forma de nitritos y eso es probablemente lo que ocurrió en los

tratamientos con 100 y 200 ppm de N, al adicionar la urea, expresándose en mayor porcentaje de proteína.

En nuestro medio Quispe (2005), reporta haber producido forraje hidropónico sin solución nutritiva con 18.56% de proteína total, siendo estos resultados superiores a los obtenidos en el presente experimento, esta diferencia podría atribuirse al menor tiempo de cosecha (8 días) coincidiendo estos resultados con Ñiquez (1988) citado por cultivos hidropónicos, quien afirma que la mayor riqueza nutricional de un FVH alcanza entre los días 7° y 8° por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compensado con la calidad, dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de la producción.

Cuadro Nº3.2 Análisis químico nutricional del forraje verde hidropónico de los tres niveles de N y del alimento balanceado.

PARAMETROS		TRATAMIENTOS			Alimento balanceado
		T1	T2	T3	
		M.S.	M.S.	M.S.	M.S.
% MS	TCO	22.83	24.02	26.71	94.30
Proteína	%	13.65	14.59	16.69	16.38
Grasa	%	1.70	1.50	1.00	4.81
Fibra	%	27.10	24.36	25.62	17.65
Cenizas	%	4.33	4.85	5.34	4.42
ELN		53.22	54.70	51.36	73.12

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

En cuanto a la fibra, el Tratamiento 1 (100 ppm de N) muestra un mayor porcentaje (27.10 %) en relación al Tratamiento 2 (200 ppm de N) con (24.36%) y al Tratamiento 3 (200 ppm de N) con (25.62%).

De acuerdo al nivel de proteína del grano seco (11.6 %) cuadro N° 3.3, en relación del FVH (13.65, 14.59 y 16.69 %) obtenida según los tratamientos, pareciera que hubiera una reducción de la proteína; pero si hacemos un cálculo de la proteína obtenida en el forraje, estos son mayores a los del grano seco en volumen por la misma síntesis de proteína.

Cuadro N° 3.3. Balance proteico del grano cebada frente al forraje hidropónico.

COMPOSICION NUTRICIONAL	UNIDAD	CEBADA GRANO	FVH T1	FVH T2	FVH T3
MS	%	89	22.83	24.02	26.71
Proteína	%	11.6	13.65	14.59	16.69
Rendimiento a partir de 1 kg de cebada	Kg		5.93	6.06	6.53
Total de proteína	Gr	103.24	184.55	210.31	290.90

Gráfico N° 3.1. Análisis químico nutricional para el tratamiento 1 (0 ppm de N), en la producción de forraje verde hidropónico.

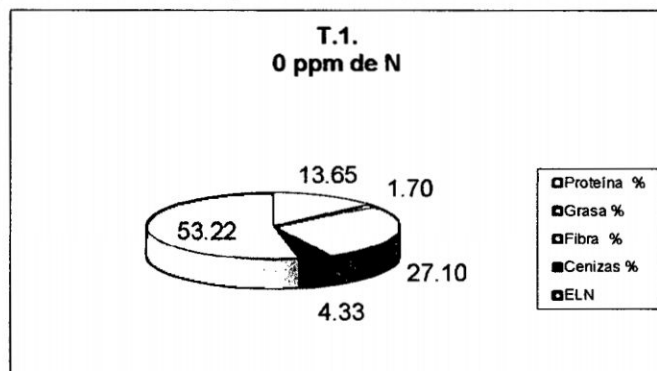


Gráfico N° 3.2. Análisis químico nutricional para el tratamiento 2 (100 ppm de N), en la producción de forraje verde hidropónico

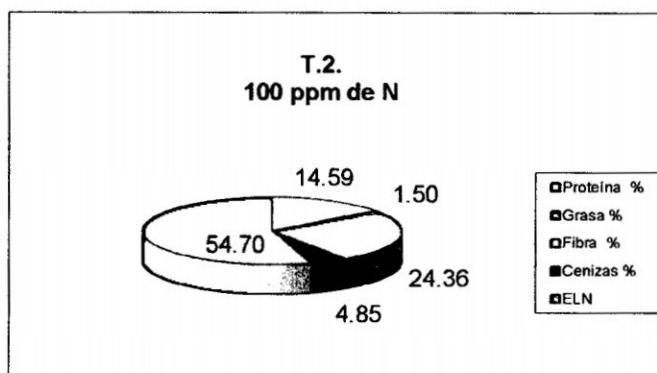
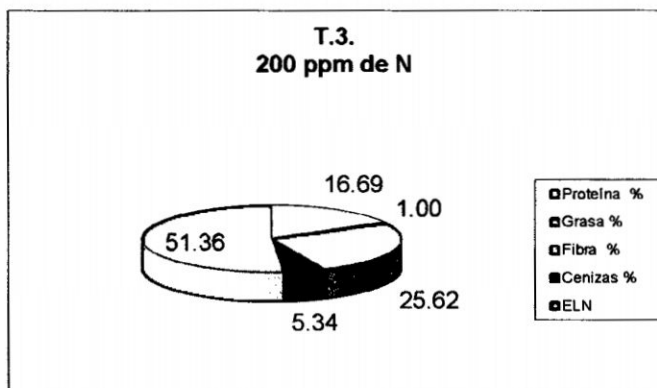


Gráfico N° 3.3. Análisis químico nutricional para el tratamiento 3 (200 ppm de N), en la producción de forraje verde hidropónico



Además podemos mencionar que en el follaje existe un sin número de vitaminas en especial la vitamina E que es muy importante en la alimentación animal, lo cual se corrobora con los experimentos realizados por la Universidad de Colombia donde se ha comprobado que en los excrementos de animales alimentados con FVH, no existía vitamina E, lo cual demuestra su completa asimilación. El contenido de grasa total producido en el FVH con 0 ppm de N (1.70%); con 100 ppm de N (1.50 %) y 200 ppm de N (1.0%).

Estos resultados son inferiores a los encontrados por Quispe (2005) y Ruiz (2006) quienes reportan 4.18% y 4.28% respectivamente. Tarrillo (2005), afirma que en este tipo de producción de FVH, el forraje posee un alto contenido de grasa, ceniza contenida en la materia orgánica de la semilla, la cual fue aprovechada por el ovino.

3.1.4. Evaluación económica de la producción de FVH

En el cuadro A -3 de anexo, se observa el costo de producción en soles/Kg para cada tratamiento experimental de forraje verde hidropónico, que está en función al rendimiento y a los costos de los insumos que intervinieron.

De los resultados se observa que en el Tratamiento 1 (0 ppm de N) se determinó S/. 0.98 por Kg de MS, para el Tratamiento 2 (100ppm de N) de S/. 0.88 por Kg de MS y para el Tratamiento 3 (200 ppm de N) de S/. 0.76 por Kg de MS.

Este resultado es superior a los encontrados por Ruiz (2006), quien uso agua y solución nutritiva en la producción de FVH, obteniendo 0.6 y 0.70 nuevos soles/ kg de m.s. de FVH. Esto debido al precio de la cebada y a que no se tomaron en cuenta los costos fijos en la producción.

Se compara el costo por Kg. de forraje verde hidropónico, frente a forrajes de uso tradicional alfalfa y maíz forrajero; el costo de FVH resulta ser ligeramente elevado que la del alfalfa y el maíz forrajero; situación que podría compensarse por:

a) Área y costo de terreno

1. Para producir FVH se necesita un área de 2 m² con una producción de 14.600 Kg/año y un costo de instalación de S/. 647.29.
2. Comparando la producción de FVH frente al alfalfa, se tiene que para producir 14 600 Kg./año de alfalfa se requiere 0.25 ha con un rendimiento de 280 Tn/ha/año y sabemos que (1ha – Ayacucho = \$ 15000) según el Alcabala determinado por la Municipalidad provincial de Huamanga y el costo de 0.25 ha = \$ 2500, es decir se requiere invertir 8 veces más que instalar una Unidad de Forraje Verde Hidropónico.

b) Consumo hídrico

En lo referente al consumo de agua, en el presente trabajo de investigación se determinó (Cuadro N° 2.5) que para producir 1 kg de FVH se requiere 2.6 lt de agua, mientras que la alfalfa requiere 300 lts/kg y el maíz forrajero 100 lts/kg, (Hugo Tarrillo 2002), situación que pone en gran ventaja a esta unidad de producción de forraje verde hidropónico, pudiendo ser una alternativa para las épocas de escasez de agua.

3.2. DE LOS ANIMALES

3.2.1. Del consumo de alimento

Los resultados de consumo de alimento por los ovinos tanto del alimento concentrado y del FVH por tratamiento se muestran en el cuadro N° A-4 de anexo.

Al suministrarles el forraje verde hidropónico y el concentrado los animales no tuvieron ninguna dificultad para ingerirlos en ninguno de los tres tratamientos. Esto demuestra la alta palatabilidad del forraje verde hidropónico, siendo corroborado por Lees (1983), quien demostró que en rumiantes el forraje Verde hidropónico es consumido ávidamente.



Figura N° 3.1 Ovinos criollos

Así se observa (cuadro N° A-4 de anexo) que el consumo del % de M.S. en función a su peso corporal es alto, lo que indica que el ovino criollo en condiciones del presente experimento posee una gran capacidad digestiva supeditado por las características del aparato digestivo.

De esto se deduce que la cantidad consumida por cada tratamiento es de 0.92, 0.94 y 0.99 Kg materia seca/ovino/día en promedio para los tratamientos 0, 100 y 200 ppm de N respectivamente, siendo estos valores superiores a los reportados por Bautista (1987) y Bellido (2004), quienes reportan consumos diarios de 0.48 - 0.78 Kg y 3.72- 4.7 respectivamente utilizando gallinaza como

fuerza de proteína en ambos casos. Estos consumos se deben a que la gallinaza tiene una baja palatabilidad.

A diferencia Quicaño (1986), reporta un consumo de 0.57 – 0.49 Kg alimentando a base de un concentrado de ensilado de ichu y concentrado de ensilado con aserrín. Siendo estos resultados demasiados bajos en comparación con el presente trabajo.

Esta diferencia en consumo acumulado de materia seca está determinado por la calidad del alimento expresado en una mayor cantidad de materia seca y proteína obtenido en el FVH por la adición de nitrógeno en cada tratamiento y también la buena palatabilidad del alimento que también fue determinado así por (Lees, 1983)

El análisis de variancia del consumo total de materia seca (Cuadro A-5 de anexo) detectó diferencias significativas ($P < 0,001$) entre las dosis de nitrógeno (N). El consumo más bajo se obtuvo con 0 ppm de N y el más alto con 200 ppm de N, y al someter a la prueba de contraste de Duncan (0.05) (gráfico G-2 de anexo) el tratamiento 3 que posee la solución de 200 ppm de nitrógeno muestra un mayor consumo en materia seca total (55.46 kg), en segundo lugar el tratamiento con 100 ppm de N de solución hidropónica, el testigo solamente muestra un consumo de 51.66 kg

En el análisis de regresión (gráfico G-3 de anexo) se presentó una respuesta lineal del consumo de materia seca como lo indica la ecuación, lo que demuestra que el consumo de materia seca se incrementa semanalmente, siendo más marcada a la cuarta semana a favor de los tratamientos con 100 y

200 ppm de nitrógeno en comparación al testigo, esto podría deberse a la calidad del FVH.

Además se observa que con la adición de nitrógeno al FVH, hay respuesta en la producción de materia verde; pero aún existe un excedente de nitrógeno mineral en forma de urea que este pudo ser absorbido por microorganismos y convertidos en Nitrógeno proteico de alta calidad que el ovino aprovechó (Shimuda, 2002), además este nitrógeno no proteico estimula el consumo de mayor cantidad de alimento.

3.2.2. Del peso corporal e incremento de peso

Los resultados del peso corporal e incremento de peso vivo promedio de los ovinos para el presente trabajo se muestran los cuadros N° 3.4 (cuadro A-6 de anexo)

Se inició el experimento con ovinos criollos machos de similar peso, donde se puede observar que con el transcurrir de las semanas que duró el experimento, los animales acumularon mayor peso corporal; estas variaciones se hacen notorias de acuerdo al tratamiento a la que fueron sometidos. Se puede observar que en los tratamientos 2(100 ppm de N) y 3 (200 ppm de N) se dan los mayores incrementos semanales, con valores que fluctúan entre 0.9 hasta 1.40 kg/semana/ovino desde la primera hasta la octava semana, mientras en el tratamiento 1 (0 ppm de N) el incremento fue menor a los tratamientos mencionados, estos desde 0.80 hasta 1.00 kg/semanal/ovino durante el tiempo de evaluación.

Cuadro N° 3.4. Incremento de peso corporal acumulado semanal para los tres tratamientos en el engorde de Ovinos Ayacucho 2007

Tratamiento	Semanas	Peso corporal (Kg)		Incremento Acumulado (Kg)
		P Inicial	P final	
T 1	1	13.50	14.40	0.90
	2	14.40	15.20	1.70
	3	15.20	16.10	2.60
	4	16.10	17.10	3.60
	5	17.10	18.00	4.50
	6	18.00	18.80	5.30
	7	18.80	19.50	6.10
	8	19.50	20.40	7.00
T 2	1	13.90	14.80	0.90
	2	14.80	15.80	1.90
	3	15.80	16.90	3.00
	4	16.90	17.10	4.00
	5	17.10	18.20	5.10
	6	18.20	19.30	6.20
	7	19.30	20.50	7.40
	8	20.50	21.90	8.80
T 3	1	13.00	14.10	1.10
	2	14.10	15.20	2.20
	3	15.20	16.40	3.40
	4	16.40	17.50	4.50
	5	17.50	18.20	5.70
	6	18.20	19.40	6.90
	7	19.40	20.60	8.10
	8	20.60	21.90	9.40

Con la finalidad de comparar estadísticamente las diferencias existentes, se ha realizado el análisis de varianza del peso corporal e incremento de peso (cuadro A-6 de anexo). Como se puede apreciar no se ha determinado diferencias estadísticas en peso corporal entre los distintos grupos de animales del experimento.

Sin embargo a la prueba de contraste de Duncan (Gráfico N° G-4), la ganancia de peso corporal final se estandarizó entre los T2 y T3 y estos fueron superiores al T1; mientras con respecto al incremento de peso acumulado se ilustra una ventaja por los animales del T3 (200 ppm de N), esto indica que los animales respondieron satisfactoriamente en comparación al testigo a la alimentación con este nivel de nitrógeno.

La evaluación del incremento de peso está basada en el análisis de regresión y correlación, que es una de las técnicas estadísticas que permite mostrar el estudio comparativo de alimentos en animales; así el gráfico G-5 de anexo, muestra la tendencia lineal ascendente del incremento de peso vivo durante las semanas de experimentación en los tres tratamientos.

Los incrementos de la proteína, con fertilización sería consecuencia de un aumento del nitrógeno no proteico, aportado por la urea; afirmado por (Dosal, 1987) que cuando la proteína de la dieta del animal es suficiente se observa en éste, un incremento de peso y una mayor velocidad de su crecimiento; pero en el sentido inverso una menor calidad de alimento, menor productividad y menor peso (Rodríguez, 2003).

La característica distintiva de los rumiantes es la capacidad de consumir nitrógeno no proteico y convertirlo en nitrógeno orgánico microbial (Rodríguez, 2003).

Estas apreciaciones nos permiten afirmar que la inclusión de nitrógeno en la producción de forraje verde hidropónico permite un mayor incremento de peso vivo en los ovinos jóvenes, estos incrementos están directamente relacionados

a la calidad del forraje verde hidropónico, por un mayor consumo de proteína y al uso del nitrógeno de la urea restante.

Corroborándose por Morales (1987), quien encontró que con la inclusión de dos niveles diferentes de FVH de avena en la alimentación de cordero destetados en un periodo de 49 días, el aumento de peso vivo final en aquellos animales que consumieron FVH.

3.2.3. Índice de conversión alimenticia

En el cuadro N° 3.5 se presenta los índices de conversión alimenticia a lo largo del período experimental de los 3 tratamientos, para ovinos alimentados con 3 distintas raciones.

Para calcular el índice de conversión alimenticia (ICA) utilizamos los datos del consumo total de materia seca y el incremento de peso vivo, para cada uno de los tratamientos; como se puede observar, los valores para cada tratamiento son de: 7.27, 6.64 y 5.93 respectivamente.

En los valores se puede observar claramente que el tratamiento con 200 ppm de N destaca frente a los demás tratamientos mostrándose más eficiente y homogéneo durante casi toda la etapa experimental, en este tratamiento el índice de conversión se mantiene dentro de un valor de 6 kg de materia seca para la conversión de un kilo de carne.

En el gráfico G-6 de anexo, se muestra el Índice de conversión alimenticia. Es así que, el tratamiento con 200 ppm más alimento balanceado, muestra una tendencia lineal con menor pendiente frente a los demás tratamientos,

ilustrándonos mejor eficiencia ya que con menor consumo de alimento incrementa un kilo de carne.

Cuadro N° 3.5. Índice de conversión alimenticia para los tres tratamientos en el engorde de ovinos criollos- Ayacucho 2007

Tratamiento	Semanas	Peso corporal (Kg)		Incremento Acumulado (Kg)	Consumo Acumulado (Kg)	ICA
		Peso Inicial	Peso final			
T 1	1	13.50	14.40	0.90	6.23	6.92
	2	14.40	15.20	1.70	12.74	7.49
	3	15.20	16.10	2.60	19.46	7.48
	4	16.10	17.10	3.60	25.48	7.08
	5	17.10	18.00	4.50	32.20	7.16
	6	18.00	18.80	5.30	38.22	7.21
	7	18.80	19.50	6.10	45.15	7.40
	8	19.50	20.40	7.00	51.66	7.38
T 2	1	13.90	14.80	0.90	6.51	7.23
	2	14.80	15.80	1.90	13.30	7.00
	3	15.80	16.90	3.00	20.30	6.77
	4	16.90	17.10	4.00	26.88	6.72
	5	17.10	18.20	5.10	33.67	6.60
	6	18.20	19.30	6.20	40.18	6.48
	7	19.30	20.50	7.40	46.48	6.28
	8	20.50	21.90	8.80	52.78	6.00
T 3	1	13.00	14.10	1.10	6.51	5.92
	2	14.10	15.20	2.20	13.09	5.95
	3	15.20	16.40	3.40	19.88	5.85
	4	16.40	17.50	4.50	26.88	5.97
	5	17.50	18.20	5.70	33.95	5.96
	6	18.20	19.40	6.90	41.16	5.97
	7	19.40	20.60	8.10	48.30	5.96
	8	20.60	21.90	9.40	55.30	5.88

Bautista (1987), reporta valores de 6.64, 5.95 y 4.88 para los tratamientos de alfalfa verde, alfalfa verde más 0.5 kg de maíz amarillo y alfalfa verde más 50:50 de gallinaza con maíz amarillo, siendo estos menores a los obtenidos en el presente trabajo; por otro lado Bellido (2004) reporta valores de 7.28, 6.25 y 10.75 para los tres tratamientos utilizando 4 %, 8% y 12% de gallinaza como fuente de proteína respectivamente siendo estos mayores para el presente trabajo; lo cual nos indica que la proteína del FVH es más eficiente que otras fuentes de proteína.

Por otro lado Morales (1987) empleando FVH de avena (0, 150 y 300 g de M.S. + concentrado) obtuvo 4.91, 4.40 y 4.68 respectivamente, estos resultados podrían deberse a que los ovinos sometidos a la investigación fue de raza.

En la conversión alimenticia la calidad del alimento es fundamental para el logro de mejores resultados, a medida que el cociente obtenido al relacionar el consumo de alimentos y la ganancia de peso es menor, la conversión alimenticia es mejor (Bondi, 1989).

3.2.4 Rendimiento de carcasa

Desde el punto de vista económico y técnico es importante determinar los rendimientos del animal en peso vivo y fundamentalmente en carcasa. Resultados que se muestran en el cuadro N° 3.6.

Los resultados permiten diferenciar que con el tratamiento 3 (FVH producido con 200 ppm de N más alimento balanceado) se tuvo mayor rendimiento de carcasa (47.95 %), respecto a los tratamientos 1 y 2 (FVH producido con 0 y

100 ppm de N más alimento balanceado) con los que se obtuvieron 46.57 y 47.03 %.

Cuadro N° 3.6. Peso y Rendimiento en carnerillos engordados

Tratamiento	peso corporal al beneficio	peso de carcasa	rendimiento de carcasa (%)
1	20.40	9.50	46.57
2	21.90	10.30	47.03
3	21.90	10.50	47.95

Paquiyauri (1987), realizó la evaluación de algunos parámetros zootécnicos del ovino criollo antes y después del beneficio en el camal municipal de Ayacucho donde encontró como resultado de rendimiento de carcasa de 42-54% para ovinos machos con pesos promedio de 14.34 a 25.4 kg. Por otro lado Bogner y Matzke (1969), concluyen que el rendimiento de carcasa es de 40-55% y las mermas de matanza oscilan entre 45-60% y que están influenciados por la raza, sexo, edad, estado de nutrición y ayuno influyen sobre el rendimiento de canal.

Los datos obtenidos en el rendimiento de carcasa durante el presente experimento son menores a los reportados por Quintanilla (1999), quien reporta 49.97% en el engorde de ovinos utilizando urea en reemplazo de pasta de algodón; estos resultados superiores podrían deberse a que el trabajo se realizó con animales mejorados y al mayor tiempo de engorde.

Se debe señalar que las carcasas obtenidas de los animales sometidos al experimento se clasificaron como carne de primera debido a la presencia de

cobertura de grasa blanca, ser carne tierna, suave y de gusto superior a las carnes normales.

3.2.5. Costos de alimentación

Los costos unitarios de los insumos, corresponden a los costos del mercado local. Estos costos estimados se basan en los precios ofertados en el mes de Octubre 2011, los que se indican en el cuadro N° 3.7, con estas referencias, se ha calculado el costo total para la alimentación en los tratamientos respectivos.

Cuadro N° 3.7. Costos de alimentación por camerillo utilizando forraje verde hidropónico más alimento balanceado

Tratamiento	Consumo de alimentos		Costo de alimentación		Total (S/.)
	Concentrado (kg M.S.)	Forraje (kg M.S.)	Concentrado (S/.)	Forraje (S/.)	
T 1	32.74	18.90	23.57	18.52	42.10
T 2	32.74	19.89	23.57	17.50	41.01
T 3	33.27	22.13	23.95	16.72	40.67

Pero cabe resaltar que los insumos utilizados para el presente trabajo varían según la época del año, especialmente la cebada y otros insumos empleados en la elaboración del alimento concentrado.

Para el caso de FVH producido con la inclusión de N, se deduce que el costo de 1 kg de materia seca, tomando en cuenta los costos directos, costos fijos e interés sobre el capital de trabajo resultan s/. 0.98, s/. 0.88 y s/. 0.76 respectivamente, y se muestran en el cuadro N° A-3 de anexo. Por otro lado el

costo del alimento balanceado alcanza la suma de S/. 0.72, por kilogramo de materia seca, tal como se detalla en el cuadro N° 2.6.

Como se detalla en el cuadro A-7 de anexo, se efectuó el cálculo para cada carnerillo partiendo de los costos de alimentación y consumo de alimento, donde no existen grandes diferencias en relación a los costos de alimentación pero si en la calidad del alimento que influyó en el peso final de los animales, y es así que para engordar un carnerillo durante 8 semanas se requiere S/. 84.57, 83.49 y 83.14 para animales de los tres tratamientos.

Quintanilla 1999, investigando la sustitución de urea agrícola por pasta de algodón en la alimentación de ovinos criollos durante 90 días, reporto costos de alimentación de S/. 38.00, 35.00, 43.50 y 55.60 nuevos soles por animal para los tratamientos 1-4 respectivamente. Estos resultados son mayores al presente trabajo en cuanto a la alimentación ya que el tiempo de engorde fue más prolongado.

Por otro lado Bellido 2004, reporta los costos de alimentación de 27.51, 32.70 y 22.76 nuevos soles durante 63 días, investigando el suministro de gallinaza en 4, 8 y 12%; para los tratamientos 1-3, siendo estos resultados inferiores a los obtenidos en el presente trabajo.

RENTABILIDAD ECONOMICA

Para determinar la rentabilidad se calculó los costos de producción (cuadro N° A-7 de anexo), ingresos que corresponden a la venta de carne, cabeza, cuero y viseras (hígado, corazón, pulmones e intestinos). Estos resultados se pueden

observar en el cuadro N° 3.8, como producto de la venta de los carnerillos engordados.

Cuadro N° 3.8. Precio de venta y valor total (Nuevos Soles) promedio por tratamiento.

TRATAMIENTO	T1	T2	T3
Hígado, pulmones, corazón	6.00	6.00	6.00
Panza	5.00	5.00	5.00
Intestino	3.50	3.50	3.50
Cabeza	6.00	6.00	6.00
Cuero	5.00	5.00	5.00
Carcasa (S/. 10.0)	95.00	100.30	100.50
INGRESO TOTAL	120.50	125.80	126.00

Para saber si se logran ganancias o pérdidas en el engorde de carnerillos se calculó la rentabilidad económica utilizando la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{\text{Ganancia}}{\text{Costo de Producción}} \times 100$$

El resultados de 40.27%, 48.93% y 49.77 % nos indica que, por cada 100 nuevos soles que se gasta en el engorde de carnerillos se gana 40.27, 48.93 y 49.77 nuevos soles.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Que con un diseño adecuado de la unidad de producción de FVH en nuestra región, se produce un forraje de alta calidad, alto rendimiento, fácil manejo, determinado por la calidad de la semilla y un considerable ahorro en agua y espacio.
2. El efecto de la adición de urea influye en la calidad y rendimiento del FVH, obteniéndose rendimientos de 8.72 kg m.s./m² y al análisis químico mejora el % de proteína en 16.69 en relación al testigo (6.76 Kg M.S./m² y 13.65%).
3. Con un módulo adecuado para la producción de FVH y la adición de nitrógeno desde 100 hasta 200 ppm, suplementado con alimento balanceado se obtiene mayor peso corporal e incremento de peso en relación al testigo, para un periodo de ocho semanas de engorde, también mejora la conversión alimenticia, el rendimiento de carcasa y se da la mayor rentabilidad en el engorde de carnerillos en 49.77%.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para la producción de forraje verde hidropónico el uso de 200 ppm de N (8 gr de urea en 20 lt de agua), con esto se logra los mejores rendimientos, mayor calidad y el menor costo por Kg de FVH.
2. Para solucionar problemas de hongos en el forraje, se recomienda disminuir el riego en el área de producción, permitir una mayor ventilación, no recircular la solución nutritiva y hacer una desinfección de las bandejas con lejía al 1%.
3. Se recomienda considerar el uso de Forraje Verde Hidropónico, en la alimentación animal (cuyes, vacunos lecheros, ovinos etc.), por proporcionar alta digestibilidad y alto valor nutritivo.
5. Ampliar el estudio del uso de forraje verde hidropónico por ser una alternativa de complementación en la alimentación intensiva del ganado ovino.
6. Se recomienda continuar las investigaciones sobre producción de forraje verde hidropónico en maíz, avena, y mayor automatización del módulo.

RESUMEN

La fase experimental del presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del señor Meneses, ubicado en el Distrito de San Juan Bautista, departamento de Ayacucho, El experimento tiende a evaluar diferentes niveles de nitrógeno en un módulo de producción de FVH, y su efecto de este en el engorde de carnerillos.

En la producción de FVH se evaluaron 0, 100 y 200 ppm de nitrógeno; para lo cual se consideraron, tres sistemas de alimentación que son los siguientes: S I = T1 mas alimento balanceado ad-libitum; S II= T2 mas alimento balanceado ad-libitum y S III = T3 más alimento balanceado ad-libitum, durante un periodo de 8 semanas. El experimento fue dispuesto en el diseño completo al azar con 3 tratamientos y tres repeticiones, con un total de nueve unidades experimentales, habiéndose obtenido los siguientes resultados.

Los resultados en cuanto al rendimiento de materia fresca promedio fueron superiores para el T III con 32.63 Kg/m². Donde al análisis de varianza del rendimiento de materia fresca se detectó diferencias significativas, entre las dosis de nitrógeno. El valor nutritivo del forraje verde producido supera en porcentaje de materia seca (26.71%) y contenido de proteína (16.69%) cuando se adiciona urea hasta 200 ppm de nitrógeno (T3), respecto al FVH producido con 100 y 0 ppm de nitrógeno.

El Costo de producción para 1 Kg de m.s. de FVH fue; Tratamiento 3 Fue menor con S/.0.76. El consumo de alimento en materia seca fue de 51.52, 52.64 y 55.44 Kg para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, donde el consumo diario fue de 0.92, 0.94 y 0.99 Kg. de M.S. por animal. El consumo

promedio para los tres tratamientos con relación a su peso corporal fue de 5.35, 5.32 y 5.60 % durante el tiempo de engorde.

El incremento de peso para cada tratamiento no fue uniforme reportando los mayores incrementos de peso los tratamientos con 100 y 200 ppm de N desde 129 hasta 200 gr,/día /ovino frente al tratamiento con 0 ppm de N que reporta desde 114- 129 gr/día/ovino lográndose un incremento final de 7.0, 8.80 y 9.40 Kg respectivamente, mostrando una superioridad el tratamiento 3.

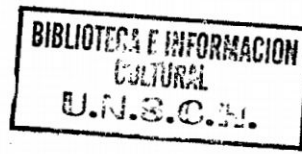
Al realizar el ANVA, no se ha determinado diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero sin embargo a la prueba de Duncan del peso final hay una similitud entre los tratamientos 2 y 3 superando estos al tratamiento 1; con respecto al incremento de peso existe una ventaja de los tratamientos con adición de N en 100 y 200 ppm frente al testigo 0 ppm de N.

El mayor peso de carcasa y la mejor conversión alimenticia obtenido fue para el tratamiento 3 con 10.50 Kg y 5.93 kg, mostrando mayor eficiencia y homogeneidad durante el experimento el T3 (200 ppm de N), con 6.0 Kg de M.S. de alimento para la conversión de 1 Kg de carne.

La mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento 3 con 49.77 % durante el tiempo de engorde.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANO A.C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y otras técnicas de Cultivos sin tierra. Buenos Aires Argentina.
3. BIDWELL, R.G.S. 1990. Fisiología Vegetal primera edición en español.
4. BONDI, S.A. 1989. Crianza de ovinos, cuarta edición. Madrid - España
5. CADAHIA C. 1998. Riesgos localizados de Alta Frecuencia (RLAF), Goteo, Microaspersión, Exudación. Ediciones Mundi – Prensa, 2da. Edición. Madrid – España.
6. CALZADA B. J, 1982. Métodos Estadísticos para la investigación. Edit. Milagros S.A. 5ta. Edición. Lima Perú.
7. CARRASCO J. I. 1994. Utilización de la Cebada (*Hordeum vulgare*) Germinada en la Alimentación de Cuyes Machos en Crecimiento y Engorde. Tesis Ing. Zootecnista. >Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
8. CULTIVOS HIDROPÓNICOS. 1992. Ediciones Culturales VER. Industria Agroquímica Ltda.Fascículo 9. Bogotá Colombia.
10. DOSAL J.J.M. 1987. Efecto de dosis de siembra, apoca de cosecha y fertilización sobre la calidad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, sede Chillán. Chile.
11. DGETA. 1978. Dirección General de Educación Tecnológico Agropecuario. Editorial Trillas S. A. México.
12. ENSMINGER, M. 1976 Producción Ovina. Editorial Ateneo. Buenos Aires.



Argentina.

13. ESTEBES, Q. 1998. Engorde de ovinos Criollos usando urea y concentrado Local Restringido a 2695 m.s.n.m. Tesis Ing. Agrónomo U.N.S.C.H. Ayacucho – Perú.
14. HIDALGO, M.L.R. 1985. Producción de Forraje en condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y forestales de la Universidad de Concepción, sede Chillán. Chile.
15. JERI, A. 1985. El Ovino tipo Junin, Antecedentes Características. Revista de Investigación. Facultad de Ciencias Agrarias U.N.S.C.H.
17. KOESLAG, H. 1982. Manual para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. México.
18. LEES P. 1983. Ganadería Hidropónica. Agricultura de las Américas. Año 32. No 10.
19. MAYNARD, L.A. 1981. Nutrición Animal. Edit. Mc Graw hill. Séptima Edición. México.
20. MORALES, A.F. 1987. Forraje Hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales de la universidad de Concepción Sede Chillán. Chile.
21. ORIHUELA T. B. 1995. Utilización de la Cebada (Hordeum vulgare) Germinada en la alimentación de cuyes en crecimiento hasta las doce semanas. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
22. PICHILINGUE V. C. 1994. Utilización de la Cebada (Hordeum vulgare)

germinada en la alimentación de cuyes hembras durante el empadre, gestación y lactación, tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

23. QUINTANILLA D. 1999, Efecto de la sustitución de la pasta de algodón por urea agrícola en el engorde de ovinos criollos. Tesis de Ing Agr. UNSCH. Ayacucho
24. RESH H. M. 1987. Cultivos Hidropónicos. ediciones mundi-prensa. Madrid - España.
25. RICHTER, G. 1971. Fisiología de Metabolismo de las Plantas. México Editorial GRAT.
26. RODRÍGUEZ A. 2003. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Dpto. de Biología.
27. RUIZ MEDINA E. 2006, Solución nutritiva en la producción de FVH y su efecto en la capacidad productiva de cuyes de engorde en San Jerónimo –Andahuaylas a 2975 m.s.n.m.
28. SAGI V. 1976. Conferencia sobre Cultivos Hidropónicos, Exposición en la Bolsa de Cereales. Buenos Aires Argentina.
29. SHOLTO DJ. 1990. Hidroponía. Como Cultivar sin Tierra. Editorial "El Ateneo". 5ta. Edición. Argentina. p. 156.
30. SILVA E. 1994. Utilización de la Cebada (*Hordeum vulgare*) y Maíz (*Zea mays*) Germinado en la Alimentación de Cuyes machos en Crecimiento y Engorde. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú
31. TARRILLO H. 1999. Utilización de Forraje Verde Hidropónico de cebada

(*Hordeum vulgare*), Alfalfa (*Medicago sativa*), en pellets y en heno, como Forraje en la alimentación de terneros Holstein en lactación. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

32. VALDIVIA V.M. 1993. Diseño de una Unidad de Producción de Forraje Verde Hidropónico para la Alimentación de un Hato Lechero y Comparación Económica con el Sistema Tradicional, Irrigación La Yarada - Tacna. Tesis Ing. Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

47. WILLIAMS, R. 1960. Fisiología vegetal. México.

ANEXO

Cuadro N° A-1. Rendimiento (kg) de materia fresca por bandeja y metro cuadrado en la producción de forraje verde hidropónico

TRATAMIENTOS	REPETICIÓN	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)	RENDIMIENTO (Kg/m ²)
T1	R1	1.0	6.00	30.00
	R2	1.0	5.80	29.00
	R3	1.0	5.90	29.50
	R4	1.0	6.00	30.00
Total		4.0	23.70	118.50
Promedio		1.0	5.93	29.63
T2	R1	1.0	6.10	30.50
	R2	1.0	6.00	30.00
	R3	1.0	6.15	30.75
	R4	1.0	6.00	30.00
Total		4.0	24.25	121.25
Promedio		1.0	6.06	30.31
T3	R1	1.0	6.50	32.50
	R2	1.0	6.40	32.00
	R3	1.0	6.70	33.50
	R4	1.0	6.50	32.50
Total		4.0	26.10	130.50
Promedio		1.0	6.53	32.63

Cuadro A-2. Análisis de varianza (ANVA) del rendimiento en kg de materia fresca en la producción de FVH

F. variación	G.L	SC	CM	Fc	P > F
Tratamientos	2	19.760	9.88	38.51	< .0001 **
Error	9	2.297	0.25		
Total	11	22.057			

C.V. = 1.6 %

Cuadro A-3. Evaluación económica del FVH por tratamiento

tratamientos Rubros	Unidad	T1(0 ppm)			T2(100 ppm)			T3(200 ppm)		
		Cantidad	Precio	Sub Total	Cantidad	Precio	Sub Total	Cantidad	Precio	Sub Total
1. Costos variables										
a. Semilla	Kg	1	1	1	1	1	1	1	1	1
b. Agua	Lt	2.5	0.003	0.008	2.5	0.003	0.008	2.5	0.003	0.008
c. Urea	Kg	0	0	0	0.004	1.5	0.006	0.008	1.5	0.012
d. Desinfectante	Lt	0.1	0.02	0.002	0.1	0.02	0.002	0.1	0.02	0.002
e. Mano de obra	Horas	0.1	2.5	0.25	0.1	2.5	0.25	0.1	2.5	0.25
Costo total	S/.			1.26			1.27			1.27
Producción FVH	Kg			5.93			6.06			6.53
Costo de Kg de FVH	S/.			0.21			0.21			0.19
Costo deKg M.S.	S/.			0.78			0.7			0.6
2, Costos fijos										
a. Depreciación de las instalaciones (5 años)				0.008			0.008			0.008
b. Gastos administrativos (5%)	S/.			0.04			0.04			0.03
Costo de capital de trabajo	S/.			0.79			0.71			0.608
3. Interés sobre el capital de trabajo (80 días;18% anual AGROBANCO)										
	S/.			0.14			0.13			0.11
Costo total de la producción	S/.			0.98			0.88			0.76

TRATAMIENTOS	Semanas	Peso Corporal	Consumo []	M.S.(Kg) FVH	Consumo U/Animal	Consumo Kg/Dia/ovino	M.S.	Consumo FVH	Consumo □ TCO	Consumo %f(P.V.)
T1	1	14.4	0.590	0.300	6.2	0.890		1.30	0.63	6.18
	2	15.2	0.620	0.310	6.5	0.930		1.35	0.66	6.12
	3	16.1	0.640	0.320	6.7	0.960		1.40	0.68	5.96
	4	17.1	0.530	0.330	6.0	0.860		1.45	0.56	5.03
	5	18	0.620	0.340	6.7	0.960		1.50	0.66	5.33
	6	18.8	0.510	0.350	6.0	0.860		1.55	0.54	4.57
	7	19.5	0.620	0.370	6.9	0.990		1.60	0.66	5.08
	8	20.4	0.550	0.380	6.5	0.930		1.65	0.58	4.56
PROMEDIO	--	--	0.585	0.380	6.4	0.920		1.48	0.62	5.35
T2	1	14.8	0.620	0.310	6.5	0.930		1.30	0.66	6.28
	2	15.8	0.650	0.320	6.8	0.970		1.35	0.69	6.14
	3	16.9	0.660	0.340	7.0	1.000		1.40	0.70	5.92
	4	17.1	0.590	0.350	6.6	0.940		1.45	0.63	5.50
	5	18.2	0.610	0.360	6.8	0.970		1.50	0.65	5.33
	6	19.3	0.560	0.370	6.5	0.930		1.55	0.59	4.82
	7	20.5	0.520	0.380	6.3	0.900		1.60	0.55	4.47
	8	21.9	0.500	0.400	6.3	0.900		1.65	0.53	4.11
PROMEDIO	--	--	0.589	0.354	6.6	0.940		1.48	0.62	5.32
T3	1	14.1	0.580	0.350	6.5	0.930		1.30	0.62	6.6
	2	15.2	0.580	0.360	6.6	0.940		1.35	0.62	6.18
	3	16.4	0.600	0.370	6.8	0.970		1.40	0.64	5.91
	4	17.5	0.610	0.390	7.0	1.000		1.45	0.65	5.71
	5	18.2	0.610	0.400	7.1	1.010		1.50	0.65	5.55
	6	19.4	0.620	0.410	7.2	1.030		1.55	0.66	5.31
	7	20.6	0.590	0.430	7.15	1.020		1.60	0.63	4.95
	8	21.9	0.560	0.440	7.0	1.000		1.65	0.59	4.57
PROMEDIO	--	--	0.594	0.394	6.919	0.990		1.48	0.63	5.60

Cuadro A-4. Consumo de materia seca acumulado semanal y diario en el engorde de ovinos criollos para los tres tratamientos

**Cuadro A-5. Análisis de variancia del consumo total de materia seca.
Ayacucho 2750 msnm 2007**

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamientos	2	22.677	11.338	164.30	0.000 **
Error	9	0.414	0.069		
Total	11	23.092			

C.V. = 0.40 %

**Cuadro A-6. Análisis de variancia del peso corporal al final del
Experimento- Ayacucho 2750 msnm 2007**

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamientos	2	4.500	2.250	12.56	0.007 **
Error	9	1.075	0.179		
Total	11	5.575			

C.V. = 1.97 %

**Cuadro A-8. Análisis de variancia del incremento de peso al final
del experimento- Ayacucho 2750 msnm 2007**

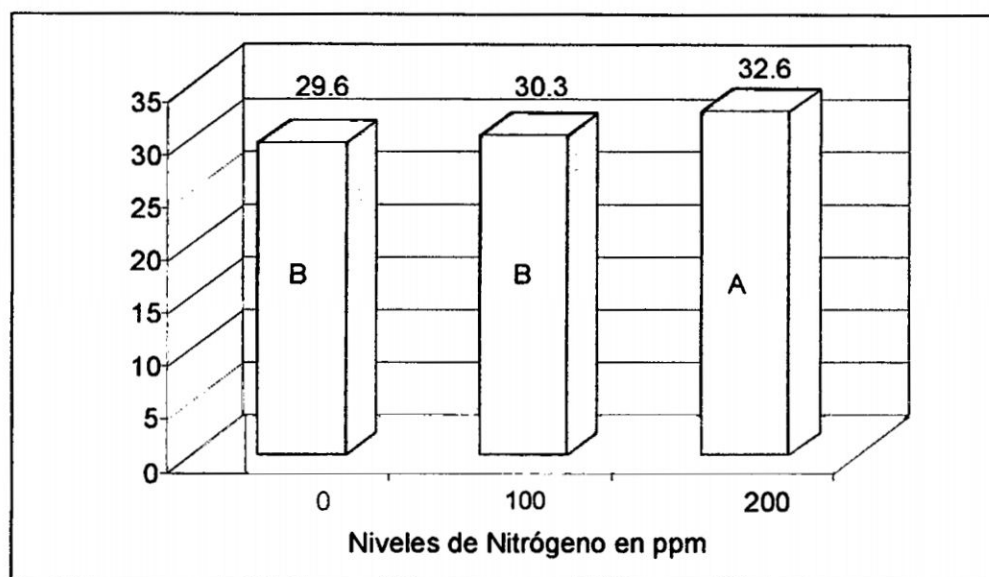
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Tratamientos	2	6.036	3.018	17.99	0.003 **
Error	9	1.007	0.168		
Total	11	7.042			

C.V. = 5.15 %

Cuadro A-7. Costos de producción promedio en el engorde de carnerillos Ayacucho 2007.

Tratamientos	Unidad	T1(0 ppm)		T2(100 ppm)		T3(200 ppm)		Sub Total
		Cantidad	Precio S/.	Cantidad	Precio	Cantidad	Precio	
1. Costos variables								
a. Compra de animales	Und	1.00	30.00	1.00	30.00	1.00	30.00	30.00
b. Costo de fvh (S/. Kg de m.s.)	Und	18.9	0.98	19.89	0.88	22.13	0.76	16.82
c. Costo de alimento balanceado (S/. Kg de m.s.)	Kg	32.74	0.69	32.74	0.69	33.27	0.69	23.95
d. Productos sanitarios	Kg							
-Biomisol		1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5
-Albendazol		1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5
e. Mano de obra (S/. 600/mes/manejo de 100 ovinos)	Horas	0.2	2.5	0.2	2.5	0.2	2.5	0.50
2. Costos fijos								
a. Depreciación de corrales (5 años)	S/.							
b. Depreciación de las instalaciones (2 años)	S/.							
c. Gastos administrativos (5%)	S/.							
d. Costo de capital de trabajo	S/.							
3. Costo de capital de trabajo								
4. Interés sobre el capital de trabajo (80 días; 18% anual AGROBANCO)	S/.							
Costo total de la producción								
		80.77	5.17	80.77	4.78	84.47	4.71	84.13

Gráfico G-1. Prueba de DUNCAN (0.05) en el rendimiento de materia fresca en la producción de forraje verde hidropónico



(*) Al 0.05%

Gráfico G-2 Prueba de contraste de promedios (Duncan 0.05) del consumo total de materia seca en los tratamientos. Ayacucho 2007.

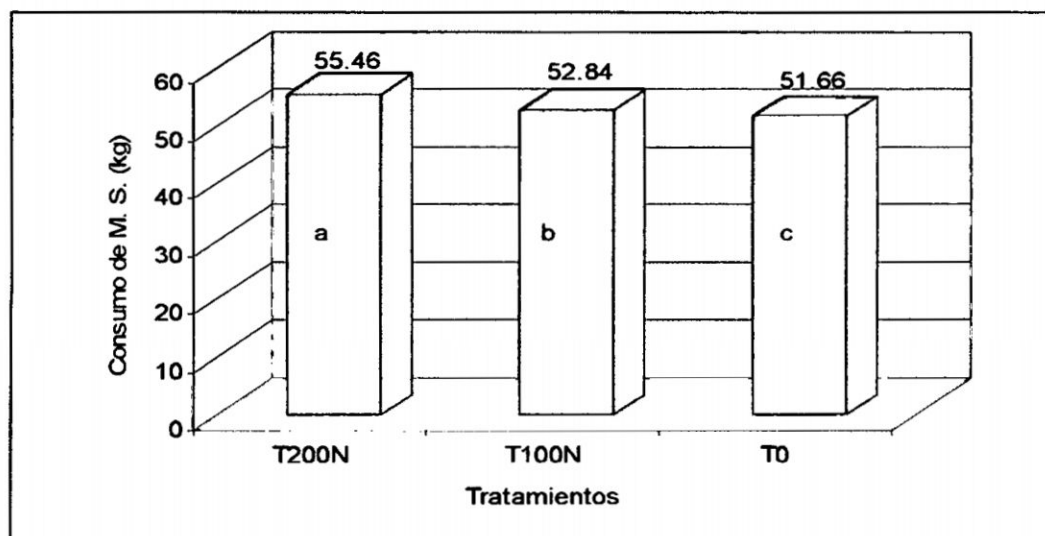


Gráfico G-3. Tendencia del consumo acumulado de materia seca en función de las semanas de experimentación. Ayacucho- 2007

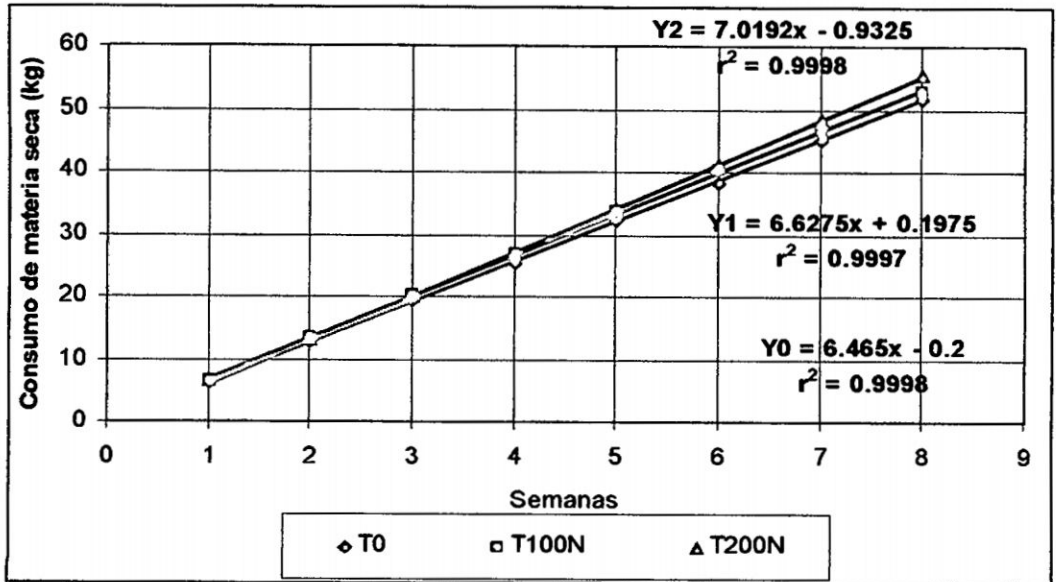


Gráfico G-4 Prueba de Duncan (0.05) del peso promedio final e incremento de peso en carnerillos, Ayacucho 2750 m.s.n.m. -2007.

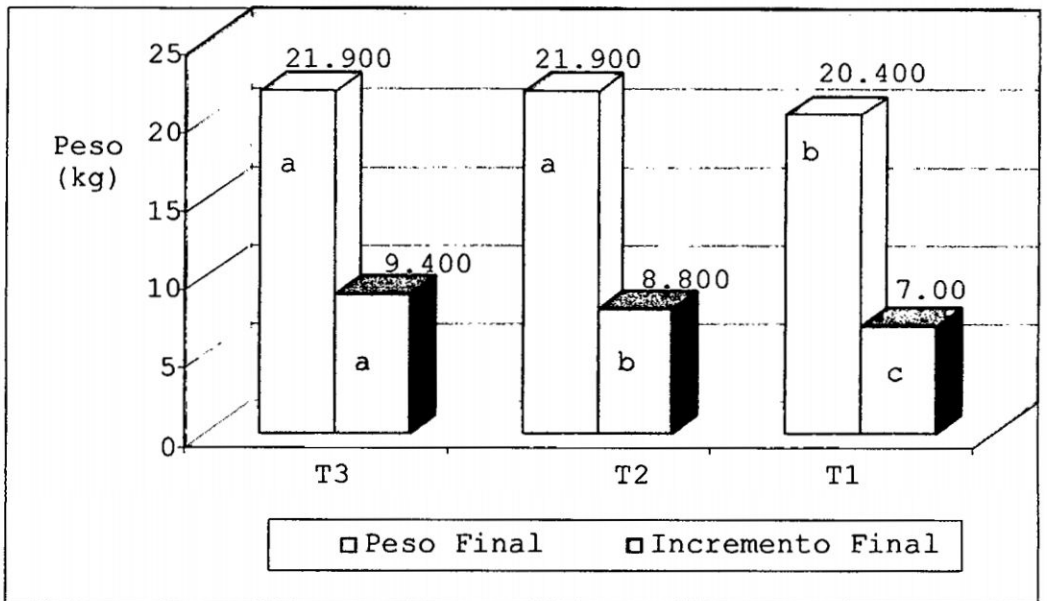


Gráfico G-5. Tendencia lineal del incremento de peso acumulado semanal
Ayacucho 2750 msnm 2007

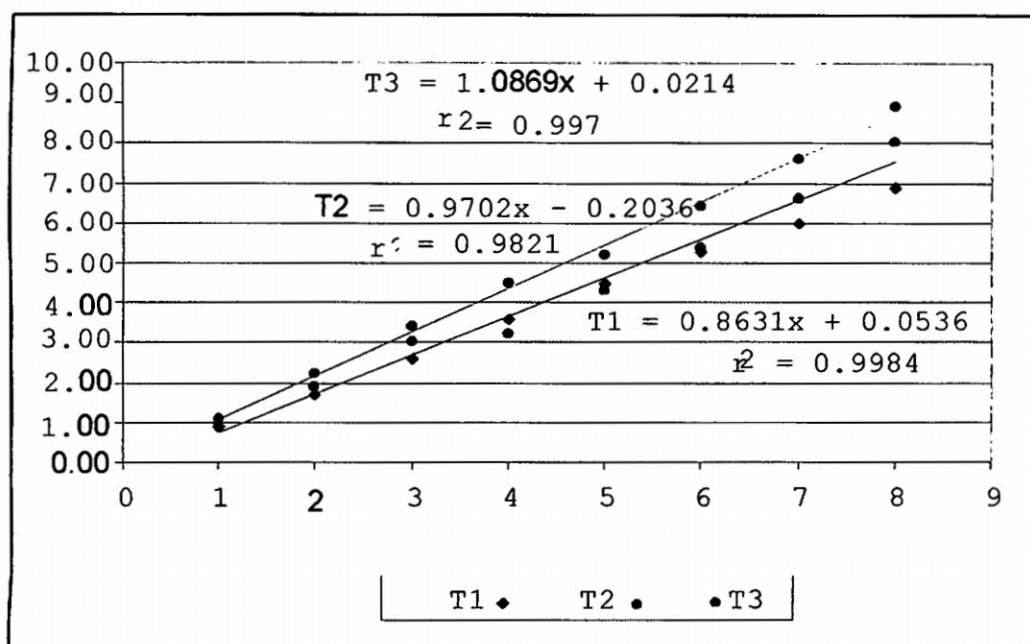


Gráfico G-6. Índice de conversión alimenticia en los diferentes tratamientos.
Ayacucho 2750 msnm 2007

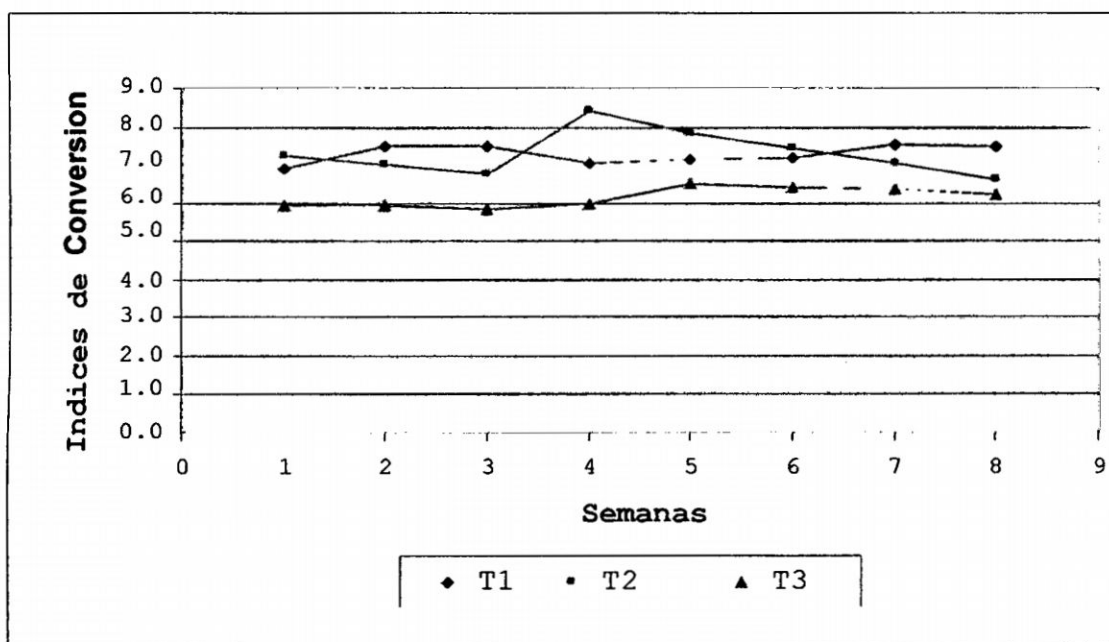


Grafico G-7. Peso corporal, peso de carcasa y rendimiento de carcasa en ovinos. Ayacucho 2750 msnm 2007

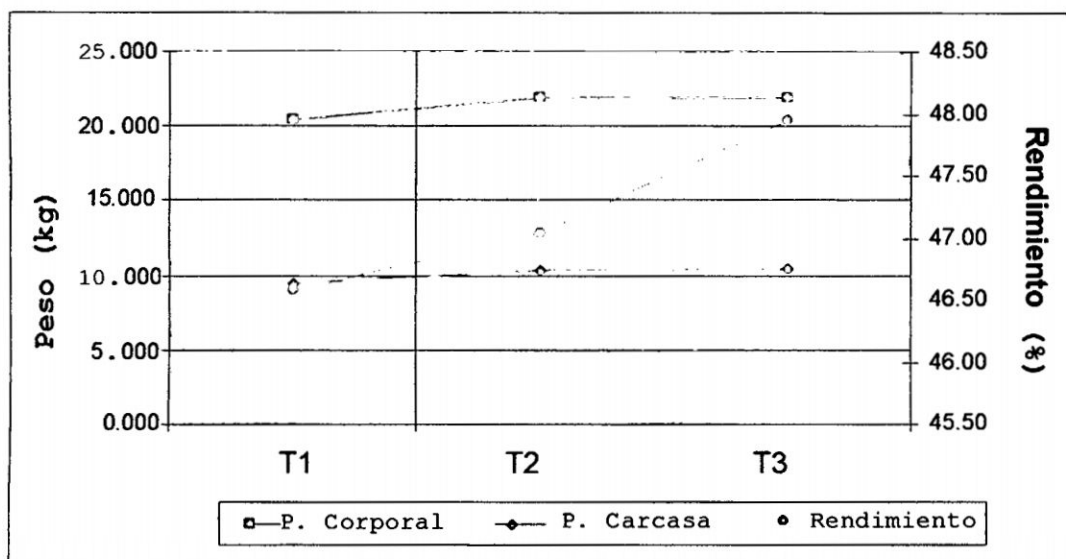


Figura F-1. *Bandeja*

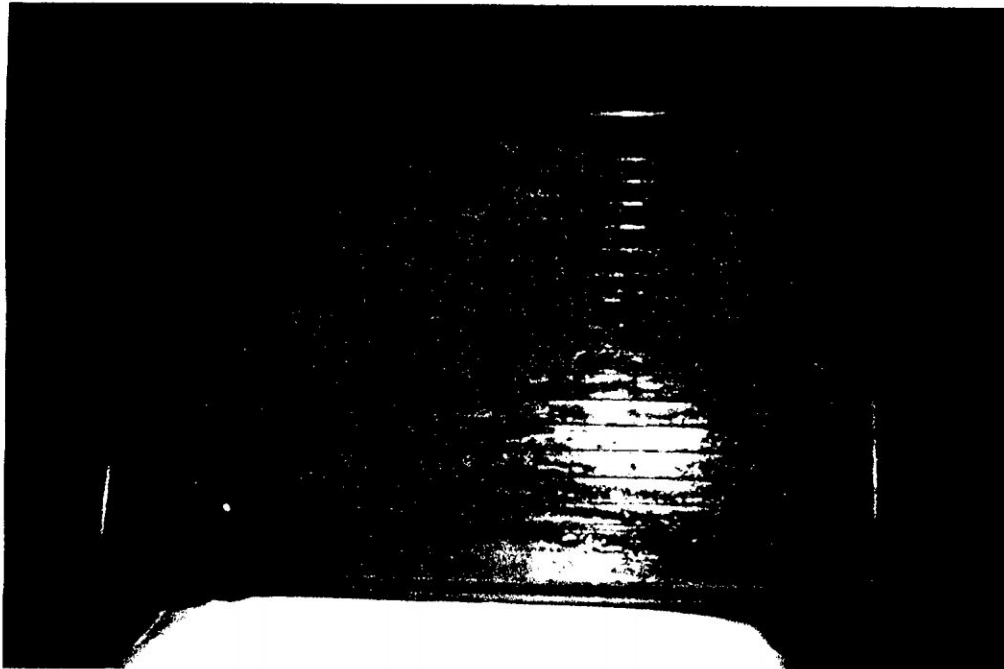


Figura F-2. *Manto alimenticio de forraje verde hidropónico*



Figura F-3. Microaspersores

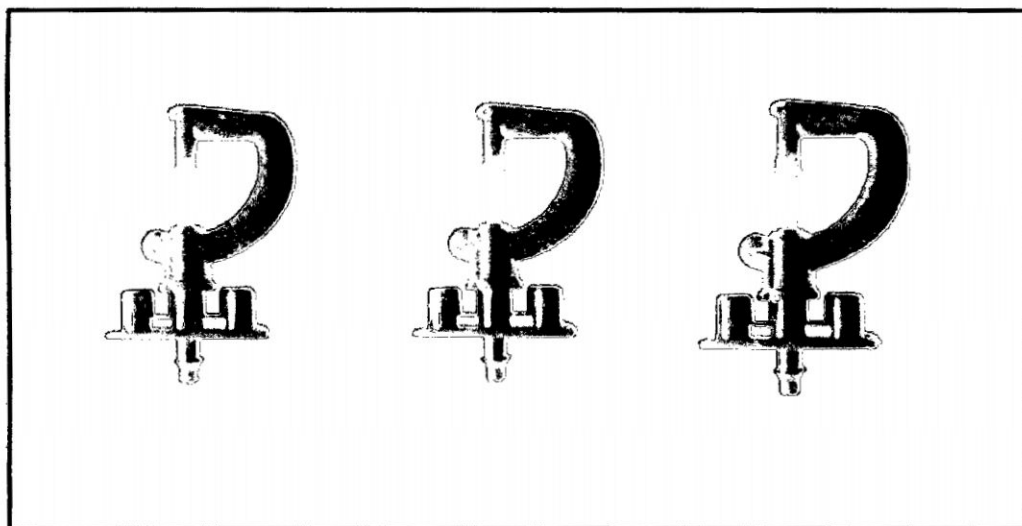
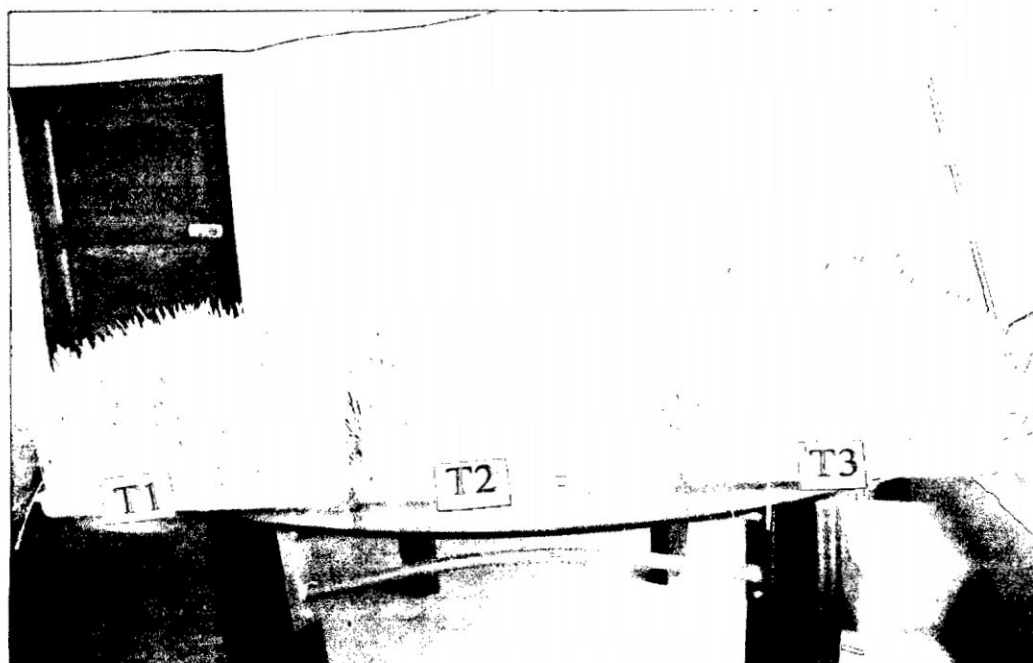
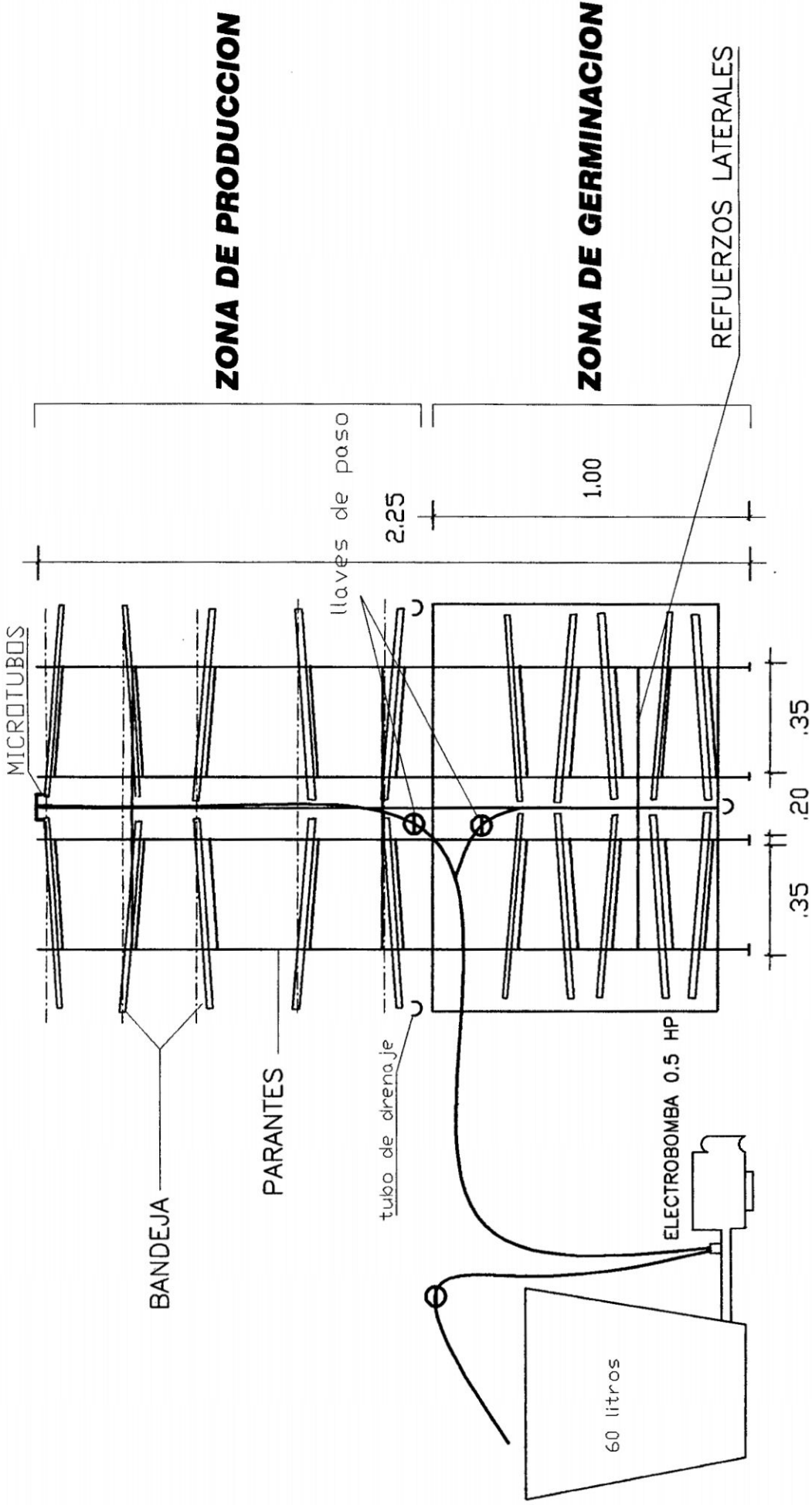


Figura F-4. Diferencia de crecimiento en los tres tratamientos

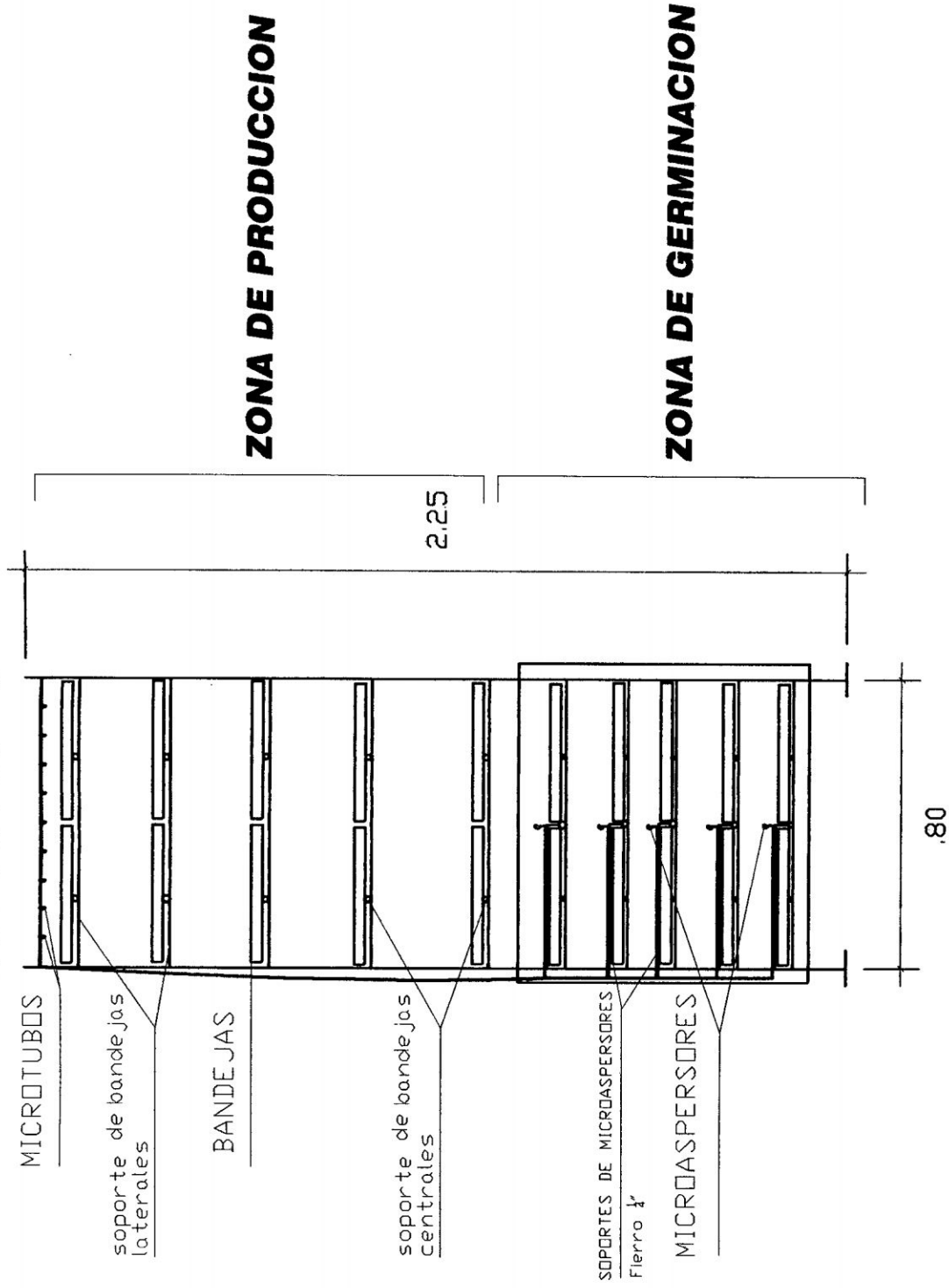


DIBUJO Nº 1



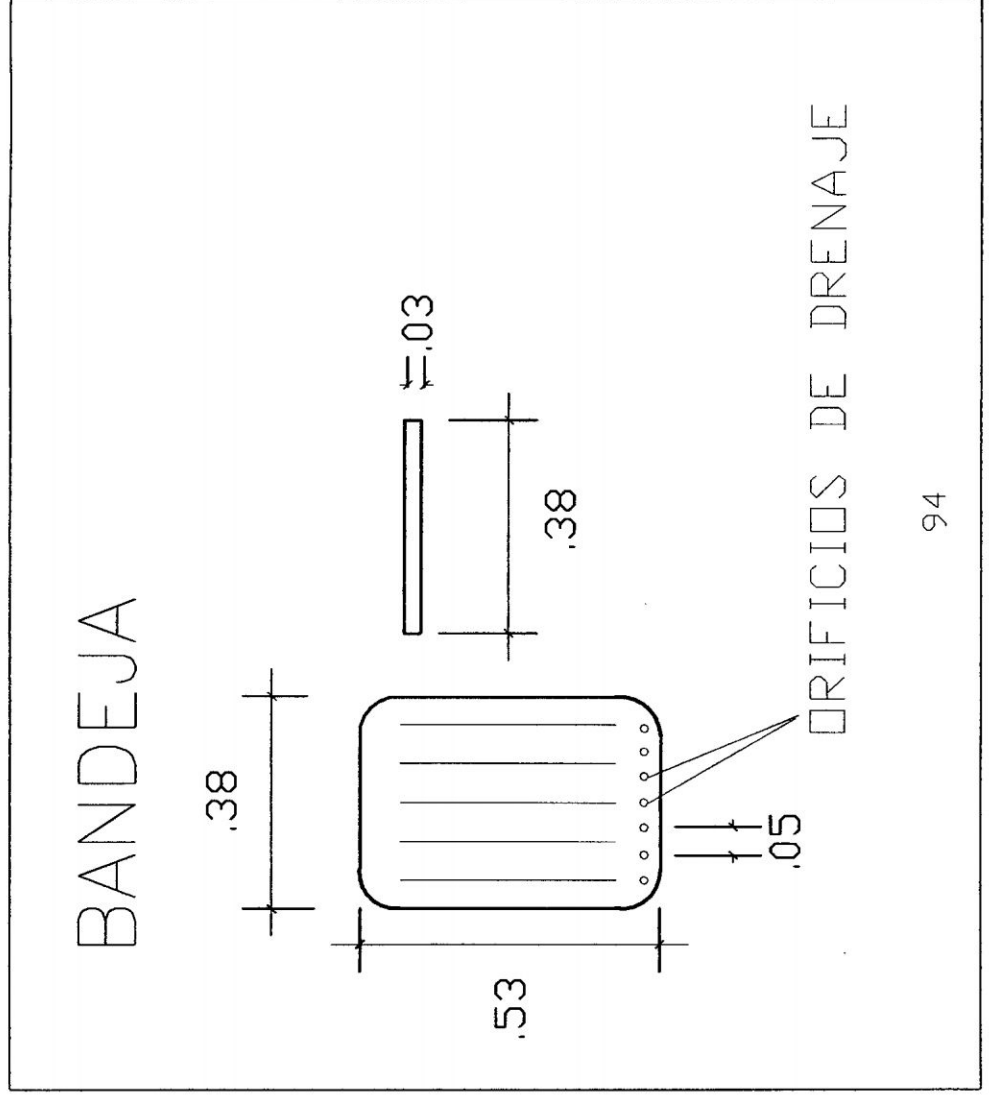
VISTA FRONTAL

DIBUJO N° 2

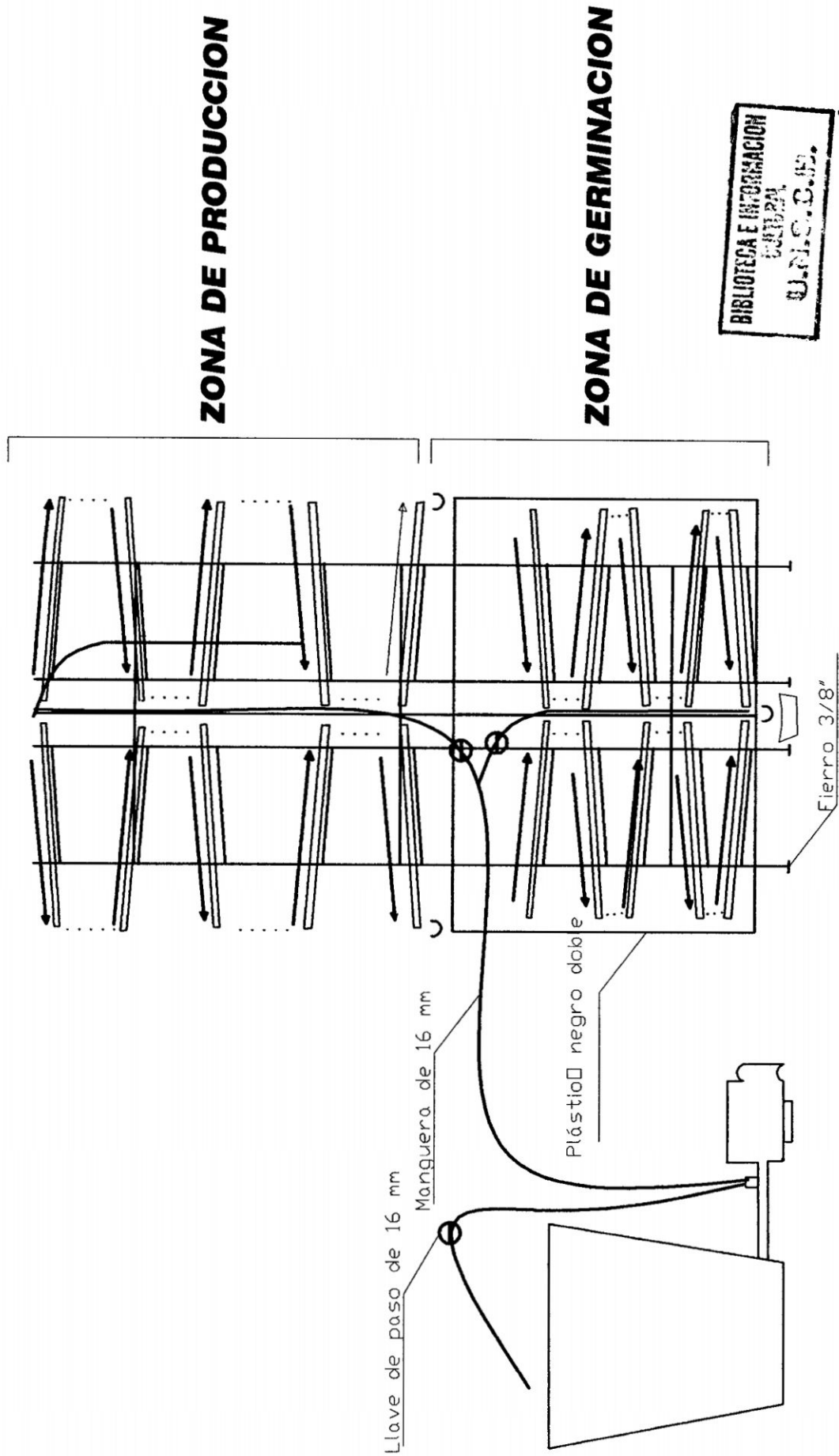


VISTA LATERAL

DIBUJO N° 3



DIBUJO N° 4



BIBLIOTECA E INFORMACION
CULTURAL
U.N.I.C.S.B.

SISTEMA DE DRENAJE