UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

TESIS

EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE *Hordeum vulgare* CONSOCIADO A LA *Vicia sativa* SOBRE LA GANANCIA DE PESO VIVO EN *Cavia porcellus* DESTETADOS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

EXPERIMENTAL APLICADA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

RAMIREZ MONTES, Jhonny

HUANCAVELICA - PERÚ

2015

Universidad Nacional de Huancavelica
Facultad de Ciencias de Ingeniería
DECANO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditórium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 14 días del mes de diciembre del año 2015, a horas 10:00 a.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Dra. Maria Del Carmen DURAN MAYTA (PRESIDENTA), Dr. Manuel CASTREJON VALDEZ (SECRETARIO), M.Sc. Rodrigo HUAMAN JURADO (VOCAL),** designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 417-2014-FCI-UNH, de fecha 06 de noviembre del 2014, modificado el titulo con la Resolución de Consejo de Facultad N° 517-2015-FCI-UNH, de fecha 09 de diciembre del 2015 y ratificados con Resolución de Decano N° 083-2015-FCI-UNH de fecha 11 de diciembre del 2015, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE *Hordeum vulgare* CONSOCIADO A LA *Vicia sativa* SOBRE LA GANANCIA DE PESO VIVO EN *Cavia porcellus* DESTETADOS", presentado por los Bachiller **Jhonny RAMIREZ MONTES,** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**; en presencia del **Ing. José Luis CONTRERAS PACO**, Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas...11:40...; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO [X] POR.....Mayoría.....

DESAPROBADO [ ]

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

V° B° Decano (e)

120

DEDICATORIA

A mis Padres, Alfreda Montes y Juan Ramírez dignos ejemplos de trabajo, quienes me han brindado con su amor todo el apoyo necesario para alcanzar mis metas en esta etapa de mi vida, que han estado presentes compartiendo los buenos y los malos momentos desde el día en que nací, los quiero mucho y a mí persona, porque sin mí esfuerzo no habría sido posible lograr esta meta trazada.

Jhonny

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Huancavelica y en especial a los docentes de la Facultad de Ingeniería de la escuela académico profesional de Zootecnia, por sus enseñanzas y experiencias compartidas en las aulas.

Al Ing. José Contreras asesor de tesis por su apoyo y conocimientos brindados, durante la realización de la investigación de la tesis.

Al Dr. Manuel Castrejón y esposa por facilitarme el área para la instalación del galpón de cuyes y del invernadero para el desarrollo de la fase de campo, así mismo por su orientación, sus consejos y conocimientos brindados, las cuales ayudaron bastante durante la investigación y culminación de la tesis.

A mi hermana Nelly Ramírez y sobrino Antony E. Gómez, por apoyarme en la parte constructiva del invernadero para la ejecución de este proyecto de tesis.

A mis amigos, Martín y Andrés Pérez, por su valiosa colaboración en la ejecución de mi proyecto de tesis.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para la culminación de mis estudios universitarios.

Jhonny.

ÍNDICE

		Pág.
RESUMEN		
INTRODUCCIÓN		
CAPÍTULO I		
PROBLEMA		20
1.1.	Planteamiento del problema	21
1.2.	Formulación del problema	21
1.3.	Objetivos	21
1.3.1.	Objetivo general	21
1.3.2.	Objetivos específicos	21
1.4.	Justificación	22
CAPÍTULO II		
MARCO TEÓRICO		24
2.1.	Antecedentes	24
2.2.	Bases teóricas	31
2.2.1.	Semillas para la producción de forraje hidropónico	31
2.2.1.1.	Cebada (*Hordeum vulgare*)	31
2.2.1.2.	Vicia (*Vicia sativa*)	32
2.2.2.	Forraje verde hidropónico (FVH)	32
2.2.2.1.	Valor nutricional del forraje verde hidropónico	33
2.2.2.2.	Composición química de la cebada hidropónica.	34
2.2.2.3.	Composición química de la vicia	35
2.2.2.4.	Poder germinativo	35
2.2.2.5.	Determinación de altura de planta y producción de biomasa	36
2.2.2.6.	Proceso de producción de forraje verde hidropónico	37
a)	Selección de la semilla	37
b)	Lavado de la semilla	37
c)	Remojado de la semilla	38
d)	Germinación	38
e)	Dosis de siembra	39

f) Siembra en las bandejas 39
g) Riego 39
h) Solución nutritiva 40
i) Crecimiento 42
j) Cosecha y rendimiento 42
2.2.3. Ventajas del Forraje Verde Hidropónico (FVH) 43
2.2.4. El cuy *(Cavia porcellus)* 45
2.2.4.1. Importancia de la crianza del cuy 46
2.2.4.2. Alimentación del cuy 46
2.2.4.3. Fisiología digestiva del cuy 47
2.2.4.4. Consumo de materia seca 48
2.2.4.5. Consumo de proteína cruda 49
2.2.4.6. Requerimiento de agua del cuy 49
2.2.4.7. Peso metabólico 50
2.2.4.8. Parámetros productivos y químicos de la asociación vicia-avena 51
2.2.4.9. Merito económico 51
2.2.4.10. infraestructura 52
2.3. Hipótesis 52
2.4. Variables de estudio 52
2.4.1. Variables dependientes 52
2.4.2. Variable independiente 52
2.5. Definición operativa de variables e indicadores 53
CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 54
3.1. Ámbito de estudio 54
3.2. Tipo de investigación 54
3.3. Nivel de investigación 54
3.4. Método de investigación 54
3.5. Diseño de investigación: 55
3.6. Población, muestra y muestreo 55

3.6.1. Población 55

3.6.2. Muestra 55

3.6.3. Muestreo 55

3.7. Conducción del experimento 57

3.8. Técnica e instrumentos de recolección de datos 62

3.8.1. Técnica 62

3.8.1.1. Observación estructurada 62

3.8.2. Instrumentos 64

3.9. Parámetros Evaluados 64

3.9.1. Consumo de MS con respecto a su peso metabólico (g/ $PVF^{0,75}$) 64

3.9.2. Consumo de MS con respecto a su peso vivo (%/PV) 64

3.9.3. Ganancia de peso vivo (g) 65

3.9.4. Merito económico (s/.) 65

3.10. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 65

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 67

4.1. Presentación de resultados 67

4.1.1. Consumo de forraje verde hidropónico (FVH) con respecto a su peso metabólico (g/ $PVF^{0,75}$) 67

4.1.2. Consumo de forraje verde hidropónico (FVH) con respecto a su peso vivo (%/PV) 72

4.1.3. Ganancia de peso vivo (g) 75

4.1.4. Merito económico (s/.) 81

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Valor nutritivo de la cebada (*Hordeum vulgare*):	31
Cuadro 2: Valor nutritivo del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)	33
Cuadro 3: Valor nutritivo del forraje verde hidropónico de vicia forrajera (*Vicia sativa*)	34
Cuadro 4: Composición química de la cebada en forma de cultivo hidropónico.	34
Cuadro 5: Ejemplo de obtención de porcentaje de germinación	36
Cuadro 6. Concentración de componentes en la solución hidropónica la molina®	41
Cuadro 7: Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo.	44
Cuadro 8: Comparación de valor nutritivo del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias.	45
Cuadro 9: Nutrientes en el requerimientos nutricional del cuy.	47
Cuadro 10. Distribución de los animales experimentales para cada tratamiento.	56
Cuadro 11: Tiempo de producción de FVH en el experimento.	59
Cuadro 12: Proporción de alimento por ración suministrada, hora, cantidad suministrada por día.	61
Cuadro 13: Ración total de FVH, suministrada por día/cuy, y durante la etapa experimental.	61
Cuadro 14: Porcentaje de materia seca del FVH de cebada y vicia	61

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Resumen del análisis de varianza para el consumo de MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}), para determinar el efecto de la utilización de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 67

Tabla 2: Resultados para el consumo de MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}). 68

Tabla 3: Resumen del análisis de varianza para consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV), para determinar el efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo de *Cavia porcellus* destetados. 72

Tabla 4: Resultados para el consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV) de la cantidad de FVH ofrecido g/día., mostrando diferencias significativas para el T_1. 72

Tabla 5: Resumen del análisis de varianza para el incremento de peso vivo medio día (g), peso vivo final (PF). 75

Tabla 6: Resumen del análisis de varianza para la ganancia de peso vivo (g). 75

Tabla 7: Resultados para las ganancias de peso vivo de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada consociado a la vicia. 76

Tabla 8: Resultados para el merito económico de la alimentación de cuyes con forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa.* 81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Resumen por semana durante el periodo total de experimentación del consumo medio de MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF$^{0.75}$)	69
Gráfico 2: Resumen por semana durante el periodo total de experimentación del consumo medio de MS de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV).	73
Gráfico 3: Resumen del periodo total de experimentación del incremento de peso vivo semanal (g).	77

ÍNDICE DE ANEXOS

GRÁFICOS Pág.

Gráfico 4: Promedio del incremento de peso de acuerdo al consumo de FVH para cada tratamiento por día. 90

Gráfico 5: Promedio del incremento de peso de acuerdo al consumo de materia seca (MS) de FVH para cada tratamiento por día. 90

Gráfico 6: Promedio del incremento de peso vivo de acuerdo al consumo de materia seca (MS) de FVH con respecto a su peso metabólico ($g/PV^{0,75}$) para cada tratamiento por día. 91

Gráfico 7: Promedio del incremento de peso de acuerdo al consumo de materia seca (MS) con respecto a su peso vivo (%/PV) para cada tratamiento por día. 91

Gráfico 8: Peso vivo inicial (g) medio de los cuyes por tratamiento. 92

Gráfico 9: Peso vivo final (g) medio de los cuyes por tratamiento. 92

Gráfico 10: Media del incremento de peso (g) promedio día por tratamiento. 92

Gráfico 11: Media del incremento de peso vivo (g) promedio de los cuyes por semana. 93

Gráfico 12: Media de la ganancia de peso vivo total (g) de los cuyes por tratamiento. 93

Gráfico 13: Consumo (g) promedio periodo total de ración de FVH de cebada y vicia. 93

Gráfico 14: consumo (g) promedio periodo total de (MS) con respecto a su peso metabólico ($g/PVF^{0,75}$) 94

Gráfico 15: Consumo (g) promedio periodo total materia seca (MS) con respecto a su peso vivo (%/PV) de FVH de cebada y vicia por tratamiento. 94

Gráfico 16: Media del consumo de MS ($g/PVF^{0,75}$) y (%/PV)de la cantidad total de FVH de cebada consociado a la vicia ingerido por día y por tratamiento. 95

Gráfico 17: Media del consumo de MS ($g/PVF^{0,75}$) y (%/PV)de la cantidad total de FVH de cebada consociado a la vicia ingerido por semana y por tratamiento. 95

Gráfico 18: Temperatura durante el día en el galpón de cuyes del trabajo de investigación 96

Gráfico 19: Temperatura durante la noche en el galpón de cuyes del trabajo de 96

investigación
Gráfico 20: Humedad relativa en el galpón de cuyes del trabajo de investigación. 97
Gráfico 21: Temperatura durante el día en el invernadero del trabajo de investigación. 97
Gráfico 22: Temperatura durante la noche en el invernadero del trabajo de investigación. 98
Gráfico 23: Humedad relativa en el invernadero del trabajo de investigación. 98
Gráfico 24: Porcentajes de germinación peso de semilla pre y post geminación de cebada y vicia determinado en la etapa pre-experimental del trabajo de investigación. 99
Gráfico 25: Porcentajes de materia seca de cebada y vicia determinados en la etapa pre-experimental del trabajo de investigación. 99

TABLAS

Tabla 9: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de ración (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 100
Tabla 10: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de ración (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 100
Tabla 11: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de ración (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 100
Tabla 12: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 101
Tabla 13: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 101
Tabla 14: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 101

Tabla 15: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/PVF$^{0.75}$) (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 102

Tabla 16: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/PVF^{0,75}) (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 102

Tabla 17: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/PVF^{0,75}) (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 102

Tabla 18: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (% de PV) (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 103

Tabla 19: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (% de PV) (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 103

Tabla 20: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (% de PV) (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 103

Tabla 21: Análisis de varianza y coeficiente de variación del incremento de peso medio diario, (g) de cuyes alimentados con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 104

Tabla 22: Análisis de varianza y coeficiente de variación del incremento de peso medio semanal (g) de cuyes alimentados con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. 104

Tabla 23: Análisis de varianza y coeficiente de variación de la ganancia de peso vivo (g) de cuyes alimentados con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados. 104

Tabla 24: Medias y desviaciones estándares del consumo de ración de FVH (g/día) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 105

Tabla 25: Medias y desviaciones estándares del consumo de MS de FVH (g/día) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 105

Tabla 26: Medias y desviaciones estándares del consumo de consumo MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 106

Tabla 27: Medias y desviaciones estándares del consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo (% de PV) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 106

Tabla 28: Medias y desviaciones estándares del peso final (g) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 107

Tabla 29: Medias y desviaciones estándares del incremento de peso medio diario (g) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 107

Tabla 30: Medias y desviaciones estándares del incremento de peso medio semana (g) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 108

Tabla 31: Medias y desviaciones estándares de la ganancia de peso (g de ganancia de peso en periodo total) en función a las proporciones de sustitución de FVH *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados. 108

Tabla 32: Costos de alimentación. 109

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Foto 1. Limpieza y trazado de área de construcción del invernadero y galpón de cuyes	110
Foto 2. Construcción del invernadero y del galpón de cuyes.	110
Foto 3. Construcción de anaqueles para hidroponía.	111
Foto 4. Construcción de jaulas.	111
Foto 5. Insumos utilizados. (Cebada UNA 80, Vicia Sativa)	111
Foto 6. Toma de medida del pH del agua a utilizar en el proyecto.	112
Foto 7. Comparación de la balanza Analítica y la balanza para el proyecto.	112
Foto 8. Porcentaje de germinación de cebada y vicia.	112
Foto 9. Soluciones hidropónicas la molina	112
Foto 10. Lavado y remojado de semillas.	112
Foto 11. Germinado de semillas.	113
Foto 12. FVH de Cebada.	113
Foto 13. FVH de Vicia.	113
Foto 14. Cosecha de FVH.	114
Foto 15. Oreado de FVH.	114
Foto 16. Limpieza y desinfección de jaulas	114
Foto 17. Cal viva en ambas puertas.	114
Foto 18. Distribución al azar de los cuyes para cada uno de los tratamientos y en cada jaula individual.	114
Foto 19. Pesado inicial de los cuyes	115
Foto 20. Botiquín para los cuyes	115
Foto 21. Desparasitado de cuyes	115
Foto 22. Peso de la dieta ofrecida en proporciones a suministrar en dos raciones durante el día en la alimentación a los cuyes.	116
Foto 23. Alimentación de los cuyes	116
Foto 24. Toma de Temperatura con el Higrómetro en el galpón de cuyes y en el invernadero	118

Foto 25. Limpieza de las jaulas 118

Foto 26. Peso restante de la dieta ofrecida 118

Foto 27. Pesado semanal de los cuyes 119

Foto 28. Determinando materia seca de FVH de la Cebada y Vicia 119

Foto 29. Muerte de cuyes por salmonelosis 119

Foto 30. Necropsia de cuyes 119

Diseño del invernadero y galpón de cuyes en el programa Archicad 120

Anaqueles de 3 pisos con caída para la producción de FVH 121

Estructura del galpon e invernadero del trabajo de investigación "efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de cebada consociado a la vicia sobre la ganancia de peso de cuyes destetados" 122

RESUMEN

Efecto de la Utilización de Forraje Verde Hidropónico de *Hordeum vulgare* Consociado a la *Vicia sativa* Sobre la Ganancia de Peso Vivo en *Cavia porcellus* Destetados

El presente trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Ascensión en la propiedad del Sr Manuel Castrejon Valdez a 3692 m.s.n.m., con el propósito de determinar la ganancia de peso vivo, el consumo con respecto a su peso vivo, consumo con respecto a su peso metabólico y merito económico, para lo cual se utilizaron 60 cuyes machos destetados de tipo I, divididos en 4 grupos, en un periodo de 60 días, los cuales fueron alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare)* y vicia (*Vicia sativa*) de forma asociada, utilizando 3 raciones dividas en proporciones distintas más un grupo control: T_1 ración de FVH 40% de cebada + 60% de vicia; T_2 ración FVH 40 % de vicia + 60% de cebada; T_3 ración FVH 100 % de vicia y el control T_0 ración FVH 100% de cebada. Para comparar el efecto de los tratamientos respecto al peso vivo y consumo del alimento con respecto a su peso vivo y peso metabólico se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0,05$); los resultados obtenidos para el grupo T_0 fue de 304,17±6,04 g/a. de ganancia de peso vivo; para el T_1 de 358,45±21,61 g/a.; para el T_2 de 326,92±15,79 g/a. y el T_3 de 308,42 ± 14,44 g/a., mostrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$), para el consumo de materia seca (MS) fueron para el T_0 15,56 g/a/d, T_1 12,83 g/a/d, T_2 12,80 g/a/d y para el T_3 10,92 g/a/d, de igual manera mostrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$), para el consumo de materia seca (MS) con respecto a su peso metabólico ($g/PVF^{0.75}$) fueron para el T_0 8,94 g/a/d, T_1 8,02 g/a/d, T_2 7,67 g/a/d y para el T_3 6,45 g/a/d, de igual manera mostrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$), para el consumo con respecto a su peso vivo (%/PV) para el T_1 fue de 2,48 g/a/d, T_2 2,61 g/a/d, T_3 2,25 g//a/d y para el T_0 3,35 g/a/d., y el merito económico fue para el T_1 s/ 15,734/a, T_2 s/ 14,254/a, T_3 24,642/a y T_0 s/ 8,877/a respectivamente. Concluyendo que la mejor ganancia de peso y consumos fue para el tratamiento T_1, pero el merito económico alto esto por el alto costo de la semilla de vicia y cebada durante algunos periodos del año en la región de Huancavelica.

Palabras clave: forraje verde hidropónico, peso vivo, peso metabólico, merito económico.

ABSTRACT

Effect of the use of Green Fodder Hydroponic *Hordeum vulgare Vicia sativa* Consociated to Live on Weight Gain *Cavys* Weaned

Jhonny Ramirez Montes

This research was conducted in the District of Ascension on the property of Mr. Manuel Valdez Castrejon to 3692 m, with the purpose of determining the body weight gain, consumption relative to their body weight, consumption relative to their weight Metabolic and economic merit, for which 60 male guinea pigs weaned type I, divided into 4 groups, over a period of 60 days, which were fed hydroponic green fodder barley (*Hordeum vulgare*) and vetch were used (*Vicia sativa*) in partnership, using 3 portions divided in different proportions over a control group: T_1 ration FVH + 40% barley 60% of vetch; T_2 ration FVH 40% of vetch + 60% barley; T_3 FVH 100% ration and control tare T_0 ration FVH 100% barley. To compare the effect of treatments with respect to body weight and food consumption relative to their body weight and metabolic weight comparison test of Tukey ($P \leq 0,05$) was used; the results obtained for T_0 group was 304,17 ± 6,04 g/a. live weight gain; for T_1, 358,45 ± 21,61 g/a.; for T_2, 326,92 ± 15,79 g/a. and T_3, 308,42 ± 14,44 g/a., showing significant differences ($P \leq 0,05$) for the intake of dry matter (DM) were for T_0 15,56 g/a/d, T_1 12,83 g/a/d, T_2 12,80 g/a/d for T_3 10,92 g/a/d, likewise showing significant differences ($P \leq 0,05$) for the intake of dry matter (DM) with regarding its metabolic weight ($g/PVF^{0,75}$) for T_0 were 8,94 g/a/d., T_1 8,02 g/a/d, T_2 7,67 g/a/d for T_3 6,45 g/a/d, likewise showing significant differences ($P \leq 0,05$) for consumption relative to their body weight (%/PV) for T_1 was 2,48 g/a/d, 2,61 T_2 g/a/d, T_3 2,25 g/a/d for T_0 3,35 g/a/d., and the economic merit was for T_1 s/ 15,734/a, T_2 s/ 14,254/a, T_3 24,642/a y T_0 s/ 8,877 /a respectively. Concluding that the best weight gain and consumption was for treatment T_1, but high economic merit this high cost of the seed of vetch and barley during some periods of the year in the region of Huancavelica.

Key words: Hydroponic green fodder, live weight, metabolic weight, economical merit.

INTRODUCCIÓN

El cuy es un mamífero roedor, nativo de los andes de Sud América domesticado por nuestros antepasados. En la actualidad la crianza del cuy está tomando mucha importancia para la alimentación de la población, sobre todo en las clases más necesitadas, donde la carne del cuy viene a ser la principal fuente proteica en su alimentación, así mismo otros países están tomando mucha expectativa sobre el valor nutritivo de su carne que tiene altos porcentajes en proteínas y bajo en grasas, considerándose como carne ecológica y por ende la exportación de la carne del cuy.

Debido a que el altiplano peruano tiene dos épocas bien marcadas la de secas y lluvias, con carencia de forraje verde en la época de secas y que los costos de alimentación son elevados al utilizar alimento balanceado comercial, para el engorde de cuyes, El presente trabajo de investigación surge por la necesidad de mejorar el sistema de alimentación de los cuyes en la región.

En muchas ocasiones han ocurrido pérdidas importantes en granjas de cuyes por mortalidad, como consecuencia del déficit alimentario o falta de forraje, esto debido a fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas y nevadas, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales.

Uno de los objetivos en la producción pecuaria es maximizar la producción animal para lo cual se requiere de una adecuada alimentación durante su vida productiva y reproductiva, pero debido al déficit de la producción de pastos y forrajes este objetivo no puede ser logrado a través de la alimentación a base de forraje y con pastos deficientes nutricionalmente y escasa, para lo cual nos planteamos realizar el presente trabajo de investigación con el propósito de encontrar alternativas de solución para poder cubrir el déficit alimentario y nutricional de los cuyes a través del proyecto de investigación que se realizó.

Que es una alternativa útil y ventajosa que nos permitirá cubrir sus requerimientos nutricionales de los cuyes y que facilitara la producción de esta especie con alto valor proteico a través del uso de este alimento de forraje verde hidropónico de la cebada y vicia, y por ende facilitará a los pequeños, medianos y grandes productores a mejorar la productividad en su crianza de igual forma bajaran sus costos de producción y obtendrán mayores índices de rentabilidad. Por estas consideraciones se realizo el presente experimento con los objetivos de determinar la ganancia de peso vivo, consumo con respecto a su peso vivo, consumo con respecto a su peso metabólico y el merito económico.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

En Suramérica, la población de cuyes: Ecuador cuenta con 11 millones de ejemplares; Bolivia, con 6 millones; y Colombia que posee entre 4 millones de cuyes, el cuy también ha sido llevado a África por misiones religiosas, pero que son criados en lugares inadecuados o considerados como animales domésticos (INIA, 2005) citado por (Serria, 2015).

La problemática de la crianza de cuyes a gran escala en algunos países está dada por la producción de forraje que sirve para su alimentación ya que debido a condiciones climáticas adversas como sequías, inundaciones, heladas, nevadas y en algunos casos extremos caídas de ceniza volcánica interfieren en la producción adecuada y continua de forrajes. La escasez permanente de pastos de alto contenido proteico, interfiere de manera negativa en la producción de cuyes ya que se ve afectada su alimentación (Páez, 1996)

Perú es líder a nivel mundial en la producción, investigación, riqueza genética y población de cuyes, en todo el país hay 22 millones de cuyes, los cuales se concentran principalmente en el Valle del Mantaro y en Cajamarca (INIA, 2005).

En la zona andina del Perú la alimentación de los animales es costosa, debido a los altos precios de los alimentos balanceados, además, el clima extremadamente frio y la época de sequía que dificulta el crecimiento del forraje. La situación de la crianza de cuyes es preocupante, debido a que por una mala alimentación de los cuyes afecta en su sanidad, desarrollo corporal, reproducción; todo esto afectando la economía del productor (FAO, 2001).

A nivel regional Huancavelica cuenta con una población de 1'157,724 (DRA-Hvca, 2013). La actividad de la crianza de cuyes cada vez tiene mayor protagonismo, dándose mayor interés en los productores de las regiones de la sierra central de nuestro país, así mismo en las otras regiones pero debido a la falta de alimento en épocas de estiaje está repercutiendo para el productor un problema de mucha significación, haciendo que disminuya la productividad, por ende el productor percibe menos ingresos económicos, tanto sea en crianza familiar, familiar – comercial y comercial (Aliaga, 1993).

A pesar de contar con varias familias interesadas en la crianza de cuyes, varias familias huancavelicanas no están acostumbradas a darles una buena crianza a los cuyes, y para empeorar el escenario, el cambio climático y la falta de alimento hace que los productores tengan menor esperanza en una mayor producción de cuyes para mejorar sus ingresos económicos, como resultado de esta falta de alimento y cambio climático, los cuyes no alcanzan un tamaño suficiente para ser vendidos en los mercados y tampoco aseguran una carne nutritiva para el consumo humano (Salazar, 2012)

1.2. Formulación del problema

¿Existe efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Determinar el consumo de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* con respecto a su peso metabólico.

- Determinar el consumo de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* con respecto a su peso vivo.
- Evaluar el efecto de las diferentes proporciones en la alimentación con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* (T_0:100% de FVH de cebada; T_1:40% de FVH de cebada, más 60% de FVH de vicia; T_2:60% de FVH de cebada, más 40% de FVH de *vicia* y T_3: 100% de FVH de vicia) sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.
- Evaluar el mérito económico de la alimentación en *Cavia porcellus* con forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*.

1.4. Justificación

La crianza de cuyes es una actividad que paulatinamente ha ocupado un espacio dentro de la actividad pecuaria, ya que su consumo se ha incrementado en la población urbana en muchos países latinoamericanos lo que ha conllevado a que muchas personas se dediquen a la crianza como una actividad económicamente alternativa. Ello impulsa a realizar investigaciones que estén encaminadas a mejorar su producción, una de estas por medio de la alimentación de forraje hidropónico y así poder aumentar los ingresos económicos de los productores (Páez, 1996)

La base forrajera nacional se encuentra en un estado de subdesarrollo, de allí urge establecer una base forrajera con adecuados y eficientes sistemas de producción, manejo y conservación de gramíneas y leguminosas para constituirse en plazos relativamente breves, en una fuente importante de productos alimenticios para la población nacional; no obstante el costo de la alimentación animal representa el 60% del costo de producción, siendo mayor cuando se emplean concentrados, pero reduciendo los costos en un 35 % utilizando forrajes hidropónicos(Castro *et. al.*, 1998).

Uno de los objetivos en la producción pecuaria es maximizar la producción animal para lo cual se requiere de una adecuada alimentación durante su vida productiva y.

reproductiva, pero debido al déficit de la producción de pastos y forrajes este objetivo no puede ser logrado a través de la alimentación a base de forraje y con pastos deficientes nutricionalmente y escasa, para lo cual nos planteamos realizar el presente trabajo de investigación con el propósito de encontrar alternativas de solución para poder cubrir el déficit alimentario y nutricional de los cuyes a través del proyecto "Efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados".

Que es una alternativa útil y ventajosa que nos permitirá cubrir sus requerimientos nutricionales de los cuyes y que facilitara la producción de esta especie con alto valor proteico a través del uso de este alimento de forraje verde hidropónico de la cebada y vicia, y por ende facilitará a los pequeños, medianos y grandes productores de la región a mejorar la productividad en su crianza, de igual forma obtendrán mejores ingresos para la canasta familiar.

El forraje verde hidropónico es una alternativa para la alimentación de los cuyes especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde. No obstante aún persisten dudas y falta de conocimientos sobre las ventajas, la metodología apropiada de producción y la calidad del alimento producido; en comparación con otras metodologías de producción de alimento para el cuy, por parte de las personas que se dedican a la crianza de esta especie.

Debido a los problemas existentes por la falta de forraje en la región de Huancavelica surge la necesidad de mejorar el sistema de alimentación de los cuyes de la región, por medio de este trabajo de investigación se plantea la utilización de forraje verde hidropónico (FVH) de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* para la alimentación de cuyes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Cruz y Ortiz (2010), Evaluación de Forraje Verde Hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare L*), maíz (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*) y mezcla de Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cuyes (*Cavía porcellus*), en Antonio Ante, Provincia Imbabura- Ecuador. Cebada (T_1), maíz (T_2), alfalfa (T_3) y mezcla FVH (cebada, maíz, alfalfa) (T_4). Cuyos objetivos fueron: Evaluar la respuesta de cuyes a diferentes dietas, conocer las ventajas y desventajas de la crianza de cuyes con forraje verde hidropónico (FVH), evaluar que dieta proporciona mejor resultado, reducir los costos de producción que genera la alimentación en una explotación de cuyes, transferir y difundir la tecnología de alimentación con FVH. En cuanto al consumo de alimento el forraje más consumido fue el T_4 (mezcla FVH) con una media de 225,8 g/día seguido por el T_3 (alfalfa) con una media de 219,6 g/día; el T_1 (FVH de cebada) presento una media de 111,6 seguido por el T_2 (FVH de maíz) con una media de 89,6 g/día entre los individuos evaluados.

En cuanto al incremento de peso se encontró que el mejor tratamiento fue el T_4 (mezcla de FVH) llegando a un peso promedio de 1141,8 g seguido por el T_3 (alfalfa) con un peso promedio de 1085,2 gramos, a diferencia de estos tratamientos (T_4 y T_3), el T_1 que fue FVH (cebada) presento incrementos bajos de 622,6 g., seguido por el T_2 (FVH de maíz) alcanzando un peso promedio de 439,2 g., todos estos pesos a los 90 días de edad. Por lo que llegaron a la siguiente conclusión, que el incremento de peso tiene relación directa con el consumo de forraje hidropónico que en este caso el mejor fue mezcla de forraje hidropónico y así mismo es más palatable frente a los otros tratamientos.

Medinilla *et. al.,* (2010), Evaluación bioeconomia del rendimiento en canal de conejos neozelandés blanco alimentados con tres niveles de forraje verde hidropónico de vicia en el experimento se evaluó el efecto de la alimentación con dietas mixtas en conejos destetados de la raza Neozelandés blanco durante la fase de engorde, realizando un balance de la ración utilizando concentrado comercial y un complemento del 25%, 50%, y 75% de F.V.H. (semilla de *Vicia sativa*) para suplir el 100% de los requerimientos nutricionales de los animales, cuyo objetivo fue determinar el tratamiento que registre la mejor rentabilidad económica, conversión alimenticia y el rendimiento en canal al final del periodo de engorde.

Se utilizó el diseño estadístico Completamente al Azar, analizando cuatro tratamientos con cinco repeticiones por tratamiento, donde un conejo comprendía una unidad experimental, utilizando 20 conejos en el ensayo. El análisis estadístico se realizó mediante el Análisis de Varianza y pruebas de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.) con un nivel de significancia del α=0,05 utilizando el programa estadístico Statistical Analysis Sistem (SAS).

Los tratamientos evaluados durante la investigación se detallan a continuación: T_0 = Testigo (100% concentrado comercial), T_1 = 75% de concentrado comercial y un 25% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H, T_2 = 50% de concentrado comercial y un 50% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H., T_3 = 25% de concentrado comercial y un 75% de los requerimientos del conejo se suplirán con F.V.H.

El ensayo tuvo una duración de 70 días (desde el 13 de febrero al 27 de abril del 2010), dividida en 2 fases; la fase pre experimental con una duración de 14 días, en la cual se adaptaron los conejos recién destetados al nuevo alimento suministrándolo de manera gradual hasta completar las dietas evaluadas en la fase experimental que duro 56 días hasta completar el engorde.

Las variables evaluadas en el estudio fueron: a) Ganancia de Peso Semanal, b) Consumo de Alimento Semanal, c) Conversión Alimenticia Semanal, d) Rendimiento en Canal.

Llegando a las siguientes conclusiones. Para el análisis estadístico se analizaran los datos mediante el programa estadístico System Analysis Statistical V8.1. El análisis estadístico de los datos con la utilización del sistema S.A.S. reflejaron resultados no significativos en las variables: Consumo de Alimento, Conversión Alimenticia, Ganancia de Peso p = 0,35 y Rendimiento en Canal.
Para el Análisis Económico se utilizó el presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.

El análisis económico demostró que en la utilización de dietas mixtas es una alternativa rentable y que puede ser adoptado por los cunicultores, proporcionándoles rentabilidad al ser de bajo costo la alimentación en fase de engorde de los conejos con suplementaciones de hasta un 75% en la dieta proporcionada.

En el presupuesto se reflejan los costos variables y los beneficios netos (T_3 \$1,63; T_1 \$1,20; T_0 \$1,56 y T_2 \$1,45) los cuales serán las bases para los cálculos de las herramientas económicas como: presupuesto parcial, análisis de dominancia y en este caso por la dominancia de uno sobre todos los demás tratamientos no es posible calcular la tasa de retorno marginal.

Gómez (1998), Evaluación de Forraje Hidropónico de cebada y trigo en la alimentación de cuyes en etapa de crecimiento (8 semanas); estudiándose como tratamientos: T_1 FH de trigo, T_2 FH de cebada + FH de trigo, T_3 FH de trigo + alimento balanceado, T_4 FH de cebada + FH de trigo + alimento balanceado y T_5 grano de trigo + alimento balanceado. Cuyo objetivo fue determinar cuál de las raciones de FH es la más óptima para la mayor obtención de ganancia de peso. Las ganancias de peso diarias fueron de 2,08; 3,26; 6,76; 8,79; 9,79 g/a/día respectivamente. Para estos tratamientos las conversiones alimenticias fueron: 6,77 (T_1); 4,50 (T_2); 5,11 (T_3); 3,99 (T_4) y 5,70 (T_5). Para los tratamientos 1 y 2 el consumo de ración por día fue de 95,96 y 110.40g para los tratamientos con FH y alimento balanceado el consumo fue de 120,63 (T_3); de 130,46 (T_4) y de 139,32 g/a/d (T_5).

En el que llegaron a concluir que suministrando FH de trigo más alimento balanceado obtuvieron los más altos valores en el estudio.

Acaro (2009), Evaluación de diferentes niveles de Forraje Verde Hidropónico como suplemento alimenticio en el engorde de cobayos, La investigación tuvo como objetivo a generar alternativas para mejorar el manejo alimenticio de los cobayos, mediante la utilización de FVH de cebada; para el efecto, se evaluaron cuatro grupos experimentales de 10 animales cada uno. Los tratamientos fueron los siguientes: T_1 (testigo), a base de alimentación con forraje tradicional cariamanga; T_2 (25% de FVH de cebada), T_3 (50%FVH de cebada) y por último el T_4 (75% FVH de cebada).

Se utilizó el diseño de bloques al azar, con cuatro tratamientos y 12 repeticiones, considerando a cada semana como un bloque. Y se estudiaron las siguientes variables: consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, mortalidad, rentabilidad y valor nutritivo del forraje verde hidropónico de cebada.

El mayor consumo de materia seca con respecto al TMB (tamaño metabólico basal) se registró en el T_2 (25% FVH); con 22,23g, mientras que el menor consumo se registró en el T_4 (75% FVH) con 16,03g. Así mismo el mayor peso lo alcanzó el T_2 (25% FVH); con 672g, mientras que el menor peso promedio el T_4 (75% FVH); con 480g. La mejor conversión alimenticia la obtuvo el T_2 (25% FVH); con 14,0; mientras que la mayor la obtuvo el T_4 (75% FVH); con 37,7. La mortalidad más alta se presentó en el T_4 (75% FVH), de 40%, mientras que el T_2 (25 % FVH); tiene un porcentaje de mortalidad de 30 %.

La mayor rentabilidad la obtuvo el T_1 que consumió únicamente pasto cariamanga con una rentabilidad de 11,1 %, esto es debido a que el costo del pasto cariamanga es menor, al costo del FVH; mientras que el tratamiento cuatro correspondiente al (75 % FVH) registró una rentabilidad negativa de – 38,8 %.

En el que llegaron a la conclusión que el tratamiento dos, que consistió en la suplementación alimenticia con el 25% de FH de cebada, fue el que generó mejores resultados en cuanto a consumo de alimento, incremento de peso y conversión

alimenticia; debido a su grado de aceptación, palatabilidad y aporte óptimo de nutrientes en la fase de engorde de los cobayos, por lo que esta tecnología debe ser considerada en el futuro.

Casa (2008), Evaluación del efecto de cinco dietas combinadas de: (T_1) alfalfa-concentrado; (T_2) (FH) vicia- concentrado; (T_3) FH de cebada-concentrado; (T_4) FH de maíz - concentrado; (T_5) FH de trigo - concentrado, en la alimentación de cuyes en la etapa de gestación y lactancia. Cuyos objetivo fue evaluar la mejor respuesta a las variables de acuerdo a la alimentación con forraje hidropónico más concentrado: la variables a evaluar fueron: peso final, ganancia total de peso, tamaño de la camada al nacimiento, tamaño de la camada al destete y peso de la camada al destete le favorecieron al tratamiento (T_2) FH de vicia-concentrado con 1274,45 g; 385,20g; 3,18 crías/camada; 3,08 crías/camada y 1025,79 g/camada respectivamente. Para el (T_1) 1190,00g; 299,20g.

Del comportamiento en etapa de crecimiento en las variables: peso final, ganancia total de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal las mejores respuestas numéricas lo registra el (T_2) FH de vicia - concentrado con 1069,15g; 736,10g; 4.63 y 80,48% en su orden. Se determinó el mejor índice de beneficio costo así: en la etapa de gestación y lactancia con la utilización de FH vicia-concentrado con 1:36 USD con una rentabilidad de 36 centavos de dólar; para la etapa de crecimiento y engorde con el (T_3) FH de cebada-concentrado con 1:40 USD con una rentabilidad de 40 centavos de dólar.

En el que llego a la siguiente conclusión para la etapa de gestación y lactancia el (T_2) forraje hidropónico de vicia - concentrado por su eficiente respuesta productiva, reproductiva y económica; en tanto que para la etapa de crecimiento y engorde el forraje hidropónico de cebada-concentrado por alcanzar un mayor índice de beneficio costo.

García (2005), eficiencia alimenticia y mérito económico de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L*) y maíz (*Zea mays*); suministrado a cuyes (*Cavia porcellus*) en fase de crecimiento y engorde, cuyo objetivo fue evaluar el efecto bioeconómico del

forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare L.*) en la alimentación de cuyes, con tres tratamientos T_1: vicia + concentrado, T_2: Forraje verde hidropónico de cebada + concentrado, T_3: Forraje verde hidropónico de maíz + concentrado.

Fue evaluado el consumo diario de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mérito económico, durante 09 semanas (63 días) experimentales. El consumo de materia seca fue de 40,95; 44,74; y 43,52 g/a/d en: T_1, T_2, y T_3. Al finalizar el periodo experimental el incremento de peso corporal fue de 544g; 515g y 458g, logrando un peso vivo promedio de 814g; 786g y 729g en: T_1, T_2, y T_3. El gasto en alimentación por animal fue de s/. 7,445, S/. 5,688 y s/. 4,342 en T_1, T_2 y T_3. Siendo los valores de conversión alimenticia y mérito económico: 7,53 - 13,68; 8,79 – 11,18; 9,5 - 9,48 en T_1, T_2, y T_3 respectivamente.

En el que se llego a concluir en este estudio que demuestra el empleo de forraje verde hidropónico de maíz es una alternativa para reducir los gastos en alimentación, recomendándose suplementar con balanceado.

Obando (2008), Requerimientos nutritivos de mantenimiento para animales mayores y menores, si bien son ciertas las necesidades primarias de un animal consiste en recibir en su ración la cantidad suficiente de energía para mantenerse vivo. La energía necesaria para el mantenimiento es la cantidad precisa para compensar cualquier pérdida del organismo animal, es decir mantener el equilibrio energético.

Cayllahua y Condori (2011), Sustitución gradativa de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) por el germinado de cebada en raciones de cuyes (*Cavia porcellus linnaeus*) en la etapa de crecimiento, El presente trabajo fue conducido en las instalaciones de la Universidad Nacional de Huancavelica Cuyo objetivo fue evaluar las características de consumo de nutrientes y desempeño de cuyes de la raza Perú en la fase de crecimiento con raciones conteniendo cuatro niveles de substitución (0, 25, 50 y 75%) de germinado de cebada por la alfalfa. Además, del germinado de cebada y/o alfalfa, los animales recibieron alimento concentrado y suplemento mineral – vitamínico.

El diseño experimental utilizado fue el completamente aleatorizado y los tratamientos distribuidos en esquema factorial 2x4 (sexo x niveles de germinado de cebada) con tres repeticiones por tratamiento, constituido cada unidad experimental por tres cuyes. Los factores de estudio evaluados fueron: consumo de ración, consumo de materia seca, consumo de MS con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}), consumo de MS con respecto a su peso vivo (%/PV), ganancia de peso vivo.

El consumo de ración fue: para cuyes machos 160,67; 158,00; 146,00; 152,33 y para hembras 161,67; 166,33; 152,33; 166,33 (g/d/a). Para el consumo de MS los resultados fueron: 58,63; 55,38; 49,07; 49,02; para los machos mientras que para las hembras fue: 58,99; 58,30; 51,20; 55,33 g/a/d, mientras que para el consumo de MS (g/PVF^{0,75}) fue: 41,64; 41,78; 33,65; 31,98 y para las hembras: 38,80; 44,44; 34,99; 36,44 g/a/d y para el consumo de MS (%/PV) los resultados fueron: para machos. 9,25; 8,07; 8,12; 8,67 y para hembras 10,32; 8,37; 8,51; 8,94 g/a/d. de acuerdo a los niveles de substitución 0; 25; 50; 75 (%) respectivamente para los consumos.

Los resultados para la ganancia de peso fueron: 22,00; 24,76; 19,67; 17,67 g/a/d para machos y para hembras de: 17,33; 24,67; 19,33; 19,33 g/a/d mientras que los pesos finales fueron; 633,70; 686,90; 604,97; 565,37 g/a y para las hembras 571,90; 696,33;. 602,00; 599,10 g/a respectivamente para cada uno de los niveles de substitución 0; 25; 50; 75 (%).

En el que llegaron a la conclusión que el germinado de cebada influyó sobre el peso final y ganancia de peso diaria en los cuyes machos y hembras, logrando con el nivel de 25% el punto máximo en estos parámetros, lo que manifiesta el efecto positivo de la inclusión del germinado en la ración en cuyes en crecimiento.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Semillas para la producción de forraje hidropónico.

2.2.1.1. Cebada (*Hordeum vulgare*).

Sánchez (2000), menciona que la cebada (*Hordeum vulgare*)., es la que se utiliza básicamente como forraje, que actualmente es empleada en países desarrollados en un 75% a 80% de su producción para la alimentación animal y entre un 20% y 25% para la elaboración de malta.

Se caracteriza por tener un grano mediano amarillo, espiga compacta, su ciclo vegetativo varía entre los 150 días, es usada tierna como forraje y en seco para la industria cervecera (Fundación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Agropecuario, 2002).

Sepúlveda (1994) citado por Sánchez (2000), manifiesta que la utilización del forraje verde hidropónico obtenido a partir de la semilla de la cebada cervecera variedad "Triumph" ha provocado un aumento de producción en vacas lecheras existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz.

Sánchez (2000), afirma que la sustitución del 75% del concentrado que se les da a los conejos, por FVH de cebada ayuda a alcanzar un peso de faena de 2,1 a 2,3 kg en 72 días.

Cuadro 1: Valor nutritivo de la cebada (*Hordeum vulgare*):

Valor nutritivo	Base seca	Unidad de medida
Energía	3216	(Kcal/ Kg.MS)
Proteína cruda	19,4	(%)
Digestibilidad	81,0	(%)
Grasa	3,2	(%)
Carbohidratos	58,4	(%)

Fuente: Gómez, 2007.

2.2.1.2. Vicia (*Vicia sativa*).

San Miguel (2007), menciona que la vicia ó veza, arveja ó alverjilla (*Vicia sativa*) es una leguminosa anual, con hojas imparipinnadas, aunque con el foliolo terminal transformado en zarcillo. Es originaria del centro y sur de Europa y el norte de África. Se suele cultivar en zonas de clima mediterráneo o con influencia mediterránea y con inviernos no muy fríos. Como anual, tolera perfectamente la sequía, aunque es relativamente exigente en precipitaciones durante su periodo vegetativo, sobre todo en primavera. A pesar de ello, no soporta el encharcamiento, y en climas húmedos es bastante sensible a diversas enfermedades.

Puede vivir sobre muy diversos tipos de suelos; sin embargo, vegeta mal sobre terrenos pesados, arcillosos y encharcados. Como casi todas las leguminosas, es bastante exigente en fósforo y potasio, y reacciona bien a la fertilización con esos nutrientes. Es de porte erecto, y dispone de zarcillos, por lo que conviene mezclarla con cereales que se desarrollen a la vez, o ligeramente antes, para que la veza utilice al cereal como tutor. Además, la mezcla posee una composición bromatológica muy equilibrada.

Por ello, la veza se siembra mezclada con cereales, generalmente avena o cebada. El aprovechamiento se suele hacer por siega y henificación. Su grano se aprovecha a veces como concentrado proteico. La siembra se suele realizar en otoño, con las primeras lluvias, aunque también podría realizarse a finales de invierno con variedades de veza y cereal de ciclo corto. La dosis de siembra, en líneas o a voleo, suele oscilar alrededor de los 150 kg/ha, aunque los porcentajes de veza y cereal pueden variar. Lo normal, por razones de costumbre y coste, suele ser utilizar 100 kg/ha de cereal y 50 de veza.

2.2.2. Forraje verde hidropónico (FVH).

Pautrat (2008), menciona que el Forraje Verde Hidropónico es el "forraje" obtenido del proceso de germinación de granos de cereales (trigo, avena, cebada, maíz y

otros) que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales como alimento.

Su masa forrajera es completa: hojas, tallos, semillas y raíces que se logra gracias al poder germinativo de la semilla, agua y energía solar (Tarrillo, 2008).

La hidroponía es el cultivo de plantas con sus raíces sumergidas en una solución acuosa que contienen principios nutritivos, minerales esenciales como sales en lugar de tierra (Vargas, 2008).

Los cultivos hidropónicos o hidrocultivos son sistemas no convencionales de cultivo de plantas, donde el suelo es remplazado por el agua con los nutrientes minerales esenciales disueltos en ella, y sus constituyentes orgánicos los elaboran por los procesos fotosintéticos y de biosíntesis para su nutrición autotrófica (Vargas, 2008).

Por otro lado Chumbes y Espinoza (2005), manifiestan que el forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (12 a 16 días) captando energía del sol, dependiendo las especies a la que queramos alimentar en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello.

2.2.2.1. Valor nutricional del forraje verde hidropónico.

Cuadro 2: Valor nutritivo del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*)

Valor nutritivo	Cantidad	Unidad de medida
Proteína	20	%
Energía	2,900	Kcal.
Grasa	3,9	%
Vitamina C	2000	Mg kg
Digestibilidad	85-90	%

Fuente: INIA, 2012.

Cuadro 3: Valor nutritivo del forraje verde hidropónico de vicia forrajera (*Vicia sativa*)

Valor nutritivo	Cantidad	Unidad de medida
Proteína	22	%
Energía	2,250	Kcal.
Grasa	2,8	%
Vitamina C	2500	Mg kg
Digestibilidad	90-95	%

Fuente: INIA, 2012.

2.2.2.2. Composición química de la cebada hidropónica.

El contenido de materia seca de la cebada en forma de cultivo hidropónico se encuentra en torno de 17,91% (Less, 1983; Ediciones Culturales Ver, 1992; Carrasco *et. al.*, 1994 y Orihuela, 1995), mientras que Lomeli (2000), Mazuelos (1994) y Silva (1994) relatan para la cebada entre 10,95 a 12,92% de materia seca. En tanto, que Tarrillo (2002), Muller *et. al.*, (2003), Contreras y Tunque (2004) y Carballido (2006) y Cordero *et. al.*, (2006) relatan el tenor de materia seca de la cebada hidropónica, como sigue: entre 12 a 20; 16,46; 18,45%, respectivamente.

Cuadro 4: Composición química de la cebada en forma de cultivo hidropónico.

Composición Química			Autor
MS (%)	PC (%)	MO (%)	
20	19,4	92,22	Carballido (2006)
18,15	10,31	91,59	Contreras y Tunque (2004)
18,54		79,24	Cordero (2006)
16,46	9,68 a 13		Muller (2003)
12 a 20	13 a 20		Tarrillo (2002)
18	15		Less (1983)
14,97	16		Castro *et. al.*, (1998)

	11,9		Pérez (1995)
18,75	18,30	94,88	Orihuela (1995)
12,92	13,31	95,90	Silva (1994)
16,30	13,30	95,65	Carrasco *et. al.*, (1994)
18,60	16,80		Ediciones Culturales Ver (1992)

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.3. Composición química de la vicia.

La *Vicia sativa* se caracteriza por su apreciable contenido en proteína (25-28%), lisina (6% PB) y treonina (3,5% PB), pero es deficiente en metionina y en aminoácidos azufrados. La digestibilidad de los aminoácidos esenciales es similar a la del guisante e inferior a la de la soja. La concentración de FND (14%) y de FB (5-8%) es similar al de otros granos de leguminosas. Presenta un apreciable contenido en almidón y azúcares (39-42%) y un bajo nivel de grasa (1,5-2%). Su contenido en minerales es bajo, especialmente en Ca, Na y Mg. Bernal, S., y De la Cruz, E (2005).

La veza es un ingrediente adecuado en piensos de rumiantes, donde puede utilizarse hasta niveles de un 25% de la ración total, pero su uso debería restringirse en ganado lechero por la posible transmisión de sabor amargo a la leche y al queso. En ganado porcino se han observado problemas de estreñimiento y dermatitis, por lo que el nivel de incorporación debería limitarse hasta un 3-5%, y sólo en piensos de animales con más de 30-35 kg. En aves, su uso no está recomendado. Sin embargo, la veza es un ingrediente básico en piensos para palomas, donde niveles superiores a un 50% no muestran ningún síntoma de toxicidad. Bernal, S., y De la Cruz, E (2005).

2.2.2.4. Poder germinativo.

Se determina con el objetivo de conocer la capacidad de la semilla para dar origen a una plántula normal, también se conoce como emergencia y desarrollo del embrión, que da origen a una plántula. Esta prueba se puede determinar en placas petri, cajas de pasta de zapatos o mediante papel periódico (FAO, 2001).

EL método consiste en colocar 100 semillas distribuidas uniformemente en toda la superficie del sustrato o depósito, se recomienda realizar esta práctica en 3 grupos o repeticiones, cuando se utilice el papel periódico se colocarán las 100 semillas en forma de hileras y se procede a enrollarse, para luego ser colocadas en un depósito, el mismo que debe contener agua, para así tener las muestras con una humedad constante (INIA, 2012).

Cuadro 5: Ejemplo de la obtención de porcentaje de germinación

Nº	Días de germinación															X
Muestra	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**...**	**16**	
1	-	-	-	-	-	41	25	12	5	3	1	-	-	-	-	**87**
2	-	-	-	33	20	16	9	6	3	-	1	-	-	-	-	**88**
3	-	-	-	-	28	26	18	11	7	2	1	-	1	-	-	**94**
Total																**269**
Promedio																**89.6**

Fuente: INIA, 2012.

2.2.2.5. Determinación de altura de planta y producción de biomasa.

Al terminar la fase experimental, la cual tuvo una duración de 16 días, se recolecto el total del germinado por charola para determinar la biomasa de FVH/lámina/tratamiento (Romo, 2010).Para determinar el rendimiento de forraje fresco, se pesó el FVH en una balanza digital con capacidad mínima de 5 g y máxima de 1 kg. En las bandejas con el "método P", que consiste, en el pesaje directamente recolectando el FVH, retirando inicialmente el papel (Rivera *et. al.*, 2010).

Para determinar la altura, se mide la altura de una planta los días 4, 8, 11, y 16 de producción para determinar la velocidad de crecimiento del forraje (Romo, 2010). Para ello se toma aleatoriamente una planta de la región central de cada bandeja

y se mide con cinta métrica desde la base del grano hasta la última hoja apical (Rivera *et. al.*, 2010).

2.2.2.6. Proceso de producción de forraje verde hidropónico.

a) Selección de la semilla.

En términos ideales, se debe usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Es muy conveniente también que las semillas elegidas para nuestra producción de forraje, se encuentren libres de impurezas las que son luego fuente de contaminación, y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiendo utilizarse semillas tratadas con fungicidas (FAO, 2001), para ello, se hace una selección manual de las semillas para eliminar todas aquellas que estaban en mal estado (semillas partidas) y cuerpos extraños (Vargas, 2008).

b) Lavado de la semilla.

Antes del lavado se realiza un "prelavado". En baldes de remojo se coloca por separado cada grupo de semillas (1,7 kg en caso de maíz) y de las diferentes gramíneas a evaluar y se eliminarán todas aquellas que flotan en el agua (Vargas, 2008).

Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1% ("solución de lejía", preparada diluyendo 10 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). El lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias (Chang *et. al.*, 2000).

El desinfectado con el hipoclorito elimina prácticamente los ataques de microorganismos patógenos al cultivo de FVH. El tiempo que dejamos las semillas en la solución de hipoclorito o "lejía", no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos.

El dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas causando importantes pérdidas de tiempo y dinero. Finalizado el lavado procedemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia (FAO, 2001).

c) **Remojado de la semilla.**

Esta etapa consiste que las semillas deben sumergirse completamente en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición. Finalizado las 24 horas de remojo (escurrirlas), orearlas durante 1 hora (FAO, 2001).

d) **Germinación.**

En esta etapa se produce una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (65% - 70%), aireación y temperatura (21 – 25 °C) (Vargas, 2008).

Durante este periodo el embrión romperá la cutícula de la semilla y emerge la radícula (Vargas, 2008).

Posteriormente tapamos todo con un plástico negro recordando que las semillas deben estar en semioscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Mediante esta técnica le estamos proporcionando a las semillas condiciones de alta humedad y una óptima temperatura para favorecer la completa germinación y crecimiento inicial (FAO, 2001).

Para la etapa de germinación debe realizarse en recipientes de material plástico, no debiéndose usar recipientes metálicos dado que pueden liberar residuos u óxidos que son tóxicos para las semillas en germinación. Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente las semillas y a razón de un mínimo de 0,8 a 1 litro de agua por cada kilo de semilla (FAO, 2001).

e) Dosis de siembra.

Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2,2 kilos a 3,4 kilos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja (FAO, 2001).

Estudios realizados mencionan que la mejor densidad de siembra para cebada es 1kg x 1800 cm^2, dando una profundidad de 2 cm (Vargas, 2008).

f) Siembra en las bandejas.

Realizados los pasos previos, se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se distribuirá una delgada capa de semillas germinadas, la cual no deberá sobrepasar los 1,5 cm de altura o espesor (FAO, 2001).

g) Riego.

El agua que se va usar para riego del FVH de preferencia debe ser potable o sino desinfectar el agua aplicando 2 gotas de hipoclorito de sodio por litro de agua que se va emplear (Pautrat, 2008).

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

Al comienzo (primeros 4 días) no deben aplicarse más de 0,5 litros de agua por metro cuadrado por día hasta llegar a un promedio de 0,9 a 1,5 litros por metro cuadrado.
El volumen de agua de riego está de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de FVH. Un indicador práctico que se debe tener en cuenta es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo

se encuentran levemente húmedas al igual que su respectiva masa radicular (Sánchez, 1997; citado por FAO, 2001).

Es importante recordar que las cantidades de agua de riego deben ser divididas en varias aplicaciones por día. Lo usual es entregarle el volumen diario dividido en 6 o 9 veces en el transcurso del día, teniendo éste una duración no mayor a 2 minutos.

El agua a usar debe estar convenientemente oxigenada y por lo tanto los mejores resultados se obtienen con la pulverización o aspersión sobre el cultivo o en el caso de usar riego por goteo. En los sistemas hidropónicos con control automático, el riego se realiza mediante aspersiones muy reducidas por 10 minutos, cada 6 horas (Less, 1983; citado por la FAO, 2001).

h) Solución nutritiva.

La concentración de cada elemento mineral es esencial en la solución nutritiva hidropónica y depende de los siguientes factores: el tipo de planta, variedad, la especie y la etapa de crecimiento de la planta, la mayoría de las soluciones tienen dos formulaciones llamadas de crecimiento y floración. La principal diferencia entre ellas es la relación de NPK.

Las formulas de crecimiento tienden a tener más N y menos P y K; mientras que las formulas de floración tienen menos N y mas P y K (Barry, 1997).

En los cultivos hidropónicos la relación K/N, es como la más importante, que tener en cuenta la concentración de NPK. La proporción de K y N es expresado en ppm ó en % peso vivo; que generalmente se encuentra en 1,0 y 2,0. La regla general es que las soluciones nutritivas con una relación K/N menor a 1,5 es considerada una formula de crecimiento y si la relación entre estos dos nutrientes es mayor a 1,5 es una fórmula de floración (Barry, 1997).

Según Lara (1999), la magnitud y calidad de la producción depende la solución nutritiva; por tanto, los aspectos más importantes de toda la solución nutritiva son las

siguientes: la relación entre los aniones y cationes, la concentración de nutrientes expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación NO_3^- :NH_4^+ y la temperatura. Especifica que la relación entre los aniones y cationes debe corresponder según la demanda de las plantas, las mismas deben ser modificadas en etapas fenológicas. Si bien la CE influye en la nutrición de las plantas, CE mayores que 6 dS m^{-1} induce a diferentes absorciones entre nutrientes y, por lo tanto, existe desbalance entre estos; pero una CE menor que 2 dS m^{-1}, es deficiente, sobre todo en las temporadas y lugares fríos.

En tanto el pH de la solución nutritiva determina la solubilidad de algunos nutrientes, principalmente del P y Ca^{2+}; para evitar su precipitación el pH debe encontrarse entre 5,5 y 6,0 así mismo la temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de nutrientes y en el contenido de oxigeno disuelto, la temperatura óptima es de 22 °C.

La universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM (2000) dispone de una solución nutritiva para cultivos hidropónicos, el que es recomendable para producir forraje verde hidropónico, utilizando 5 ml de solución A y 2 ml de la solución B para cuatro litros de agua. Al utilizarse esta solución nutritiva el riego debe aplicarse desde el 5to hasta el 8vo día; luego regar con agua hasta la cosecha (entre 10 a 12 días).

Cuadro 6. Concentración de componentes en la solución hidropónica la molina®
1 ppm (una parte por millón) = 1 mg/Lt., incluye las cantidades que aporta el agua

Componentes	**Concentración en la solución nutritiva (ppm)**
Potasio (K)	210
Nitrógeno (N)	190
Calcio (Ca)	150
Azufre (s)	70
Magnesio (Mg)	45
Fosforo (p)	35
Hierro (Fe)	1,00

Manganeso (Mn)	0,50
Boro (B)	0,50
Zinc (Zn)	0,15
Cobre (Cu)	0,10
Molibdeno (Mo)	0,05

Fuente: UNALM, 2000.

La concentración de la solución nutritiva variará, según el agua que se utilice para prepararla. Por otro lado, la fórmula puede ser ajustada a la concentración que uno desee aplicar conociendo previamente el análisis de agua. También la fórmula puede ser ajustada de acuerdo a los fertilizantes que se puedan conseguir en otros países UNALM (2000).

Para regar almácigos se aplica la mitad de la dosis: 2,5 ml de solución A y 1,0 ml de solución B por litro de agua. La mitad de dosis se aplica diariamente desde la aparición de la primera hoja verdadera durante los primeros días del almácigo (5-7 días); luego se continúa el riego con la dosis completa, para producir forraje verde hidropónico se usa la cuarta parte de la dosis: 5 ml de solución A y 2 ml de solución B para cuatro (4) litros de agua. El riego con solución nutritiva se aplica desde el 5to hasta el 8vo día; luego regar con agua hasta la cosecha (10-12 días) UNALM (2000).

i) Crecimiento.

En el proceso de crecimiento interviene varios factores que actúan interrelacionadamente, como son: absorción de la solución nutritiva, movilización de nutrientes, luminosidad, humedad y temperatura (Tarrillo, 2008).

j) Cosecha y rendimiento.

Gracias al poder germinativo de la semilla, agua y energía solar, se logra de 1 kg de semilla 6 a 8 kg de forraje verde hidropónico (Tarrillo, 2008).

En términos generales, entre los días 12 a 14, se realiza la cosecha del FVH. Sin embargo si estamos necesitados de forraje, podemos efectuar una cosecha anticipada

a los 8 o 9 días. Trabajos de validación de tecnología sobre FVH realizados en Rincón de la Bolsa, Uruguay en 1996 y 1997, han obtenido cosechas de FVH con una altura promedio de 30 cm y una productividad de 12 a 18 kilos de FVH producidos por cada kilo de semilla utilizada a los 15 días de instalado el cultivo y en una situación climática favorable para el desarrollo del mismo.

Asimismo, un máximo de 22 kilos de FVH por cada kilo de semilla de cebada cervecera fueron obtenidos a los 17 días, utilizando riegos con la solución nutritiva de FAO al 50% (2,5 cc de "A" y 1 cc de "B" a partir del 4to día y hasta el día 15) por productores del mismo grupo. Sin embargo, esta alta productividad de biomasa fue obtenida a costa de una pérdida en la calidad nutricional del FVH.

La mayor riqueza nutricional de un FVH alcanza a 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; citado por la FAO). Se ha documentado que períodos de 7 a 10 días son más que suficientes para completar el ciclo en un cereal sembrado para FVH (Less 1983, Peer y Lesson 1985, Santos 1987, Dosal1987; citados por la FAO, 2001).Ciclos más largos no serían convenientes debido a la disminución de materia seca y de calidad en general del FVH resultante.

La cosecha del FVH comprende el total de la biomasa que se encuentra en la bandeja o franja de producción. Esta biomasa comprende a las hojas, tallos, el abundante colchón radicular, semillas sin germinar y semillas semi-germinadas (FAO, 2001).

2.2.3. Ventajas del forraje verde hidropónico (FVH).

a. **Ahorro de agua.** En la 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 4). Alternativamente, la producción de 1 kg de FVH requiere 2-3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Sánchez, 2000).

Cuadro 7. Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo.

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

Fuente: Carambula, M. y Terra, J., 2000.

b. **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 a utilizar.

c. **Eficiencia en el tiempo de producción.** La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 15 días de acuerdo a las condiciones donde se producen. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 15 o 16 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 15. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional (Bonner y Galston, 1961; Koller, 1962; Simon y Meany, 1965; Fordham *et. al*, 1975, citados todos ellos por Vargas, 2008).

d. **Calidad del forraje.** Es un suculento forraje, de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del periodo de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, 1983, citado por Pérez, 1987). Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, 1976 citado por Resh, 1982; Chen, Wells y Fordhan, 1975 citados por Vargas, 2008).

En el caso particular de la cebada el FVH se aproxima a los valores encontrados para el concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

Cuadro 8. Comparación de valor nutritivo del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias.

Valor nutritivo	FVH (Cebada)	Concentrado	Heno	Paja
Energía (Kcal/Kg MS)	3,216	3,000	1680	1,39
Proteína cruda (%)	25	30,0	9,2	3,7
Digestibilidad (%)	81,6	80	47,0	39,0
Kcal Digestible/Kg	488	2,160	400	466
Kg proteína Digestible /Tm	46,5	216	35,75	12,4

Fuente: Sepulveda, 1994.

2.2.4. EL cuy (*Cavia porcellus L*).

Es un mamífero originario de la zona andina, su crianza es generalizada en el ámbito rural para usarlo como un animal productor de carne para autoconsumo. En nuestro país y en otros países andinos se ha desarrollado la crianza de cuyes como animales productores de carne para la familia y por lo general, sin proporcionarles un ambiente adecuado que permita un mejor manejo (Guerra, 2009).

Orr (1996) citado por Moreno (1989), menciona que en la escala Zoológica se ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación zoológica:

Phylum : Vertebrata
Sub Phylum : Gnatostomata
Clase : Mammalia
Orden : Rodentia
Suborden : Hystricomorpha
Familia : *Caviidae*
Genero : *Cavia*
Especie : *Cavia porcellus Linnaeus*

2.2.4.1. Importancia de la crianza del cuy.

Según Kajjak (2004), menciona que la tecnología para la crianza de cuyes se ha ido desarrollando al compás de las diferentes etapas históricas por la que atravesó nuestro país y que considera al cuy como una oportunidad vital para el desarrollo de nuestros pueblos en lo referente a la alimentación.

Por su parte Guerra (2009), manifiesta que el cuy es una especie nativa de nuestros andes de mucha utilidad para la alimentación. Se caracteriza por tener una carne muy sabrosa y nutritiva, es una fuente excelente de proteínas y posee menos grasa que el (ave, vacuno, ovino y porcino).

Aliaga (1993), indica que la explotación y cría de los cobayos es una actividad económica, sencilla, productiva y bien valdría la pena fomentar en nuestro medio ya que la dieta familiar se mejoraría en aquellos lugares donde la carne, por razones económicas es inalcanzable.

Aliaga (1993), menciona que el cuy, constituye una fuente de alimentación por su alto valor nutritivo en la dieta alimenticia. Así mismo constituye uno de los principales ingresos económicos por la facilidad de su crianza, manejo y alimentación porque consumen de día y de noche y son prolíficos que cabe señalar que en el mundo entero se utiliza como un animal útil en diversas pruebas de laboratorio.

2.2.4.2. Alimentación del cuy.

La alimentación juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, ya que el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. En la crianza de cuyes se recomienda

una alimentación mixta, es decir proporcionar tanto alimento vegetal (forraje) como alimento concentrado.

Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son la alfalfa (*Medicago sativa*), la chala de maíz (*Zea mays*), el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la hoja de camote (*Hypomea batata*), la grama china (*Sorghum halepense*), entre otros. El alimento vegetal no puede proporcionarse húmedo, caliente ni recién cortado, de lo contrario el cuy podría enfermar de timpanismo ó torzón (empanzamiento del cuy). Es por ello, que se recomienda orear el forraje en sombra por un espacio de dos horas, antes de proporcionárselo al cuy (Perucuy, 2008).

Cuadro 9: Nutrientes en el requerimientos nutricional del cuy.

Nutrientes	Unidad de medida	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18 a 23	13 a 17
ED[1]	(kcal/kg)	2.800	3.000	2.800
Fibra	(%)	8 a 17	8 a 17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8 a 1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 a 0,7
Magnesio	(%)	0,1 a 0,3	0,1 a 0,3	0,1 a 0,3
Potasio	(%)	0,5 a 1,4	0,5 a 1,4	0,5 a 1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Sánchez, 2010.

2.2.4.3. Fisiología digestiva del cuy.

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana. Realiza cecotrofía (ingesta de heces blandas) para reutilizar el nitrógeno (Perucuy, 2008). En el estómago secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver el alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo.

El ácido clorhídrico además destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo (INIA, 2005).

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la primera sección denominada duodeno; el quimo se transforma en quilo, por la acción de enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis; las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos (INIA, 2005).

También son absorbidos el cloruro de sodio, la mayor parte del agua, las vitaminas y otros microelementos. Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, en esta especie que tiene un ciego desarrollado existe digestión microbiana. Comparando con el intestino delgado la absorción es muy limitada; sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidas a este nivel. Finalmente todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano (INIA, 2005).

2.2.4.4. Consumo de materia seca.

El consumo de materia seca (CMS) es un parámetro de suma importancia en nutrición debido a que establece la cantidad de nutrientes disponibles para cubrir las demandas del animal. (National Research Council, 2001).

Raymond (1968), citado por Waldo (1969), define el valor nutritivo de un alimento como el producto del consumo, digestibilidad y su utilización. Este concepto es equivalente al concepto de índice de valor nutritivo (IVN) propuesto por Crampton *et al* (1960), para evaluación de forrajes.

De acuerdo a Laredo y Minson (1973) y Moris (1983), citados por Nestares (1992) y Mott y More, citado por Gomide (1974), indican que el valor nutritivo de un forraje es definido en términos de su composición química, digestibilidad, consumo voluntario y utilización neta por el animal por unidad de tiempo, enfatizando de utilización de nutrientes específicos.

2.2.4.5. Consumo de Proteína Cruda.

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere (Caycedo, 1992).

Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los animales monogástricos a través de diferentes insumos ya que pueden ser sintetizados.

El suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento (Caycedo, 1992).

2.2.4.6. Requerimiento de agua del cuy.

La deficiencia de agua tiene un efecto más inmediato que cualquier otro nutriente. Porque un animal puede sobrevivir sin consumo de materia seca por varios días, mientras que la falta de agua les produce la muerte en pocos días (Hidalgo, 2002).

En los cuyes el consumo de forraje verde y suculento hace que no necesite del consumo de agua adicional.

Con una alimentación mixta (forraje + concentrado) el cuy necesitara consumir agua hasta el 10% de su peso vivo.

Con una dieta exclusivamente de concentrado los cuyes consumen mayor cantidad de agua, pudiendo llegar a tomar hasta 140 ml/cuy/día, equivalente al 15% de su peso vivo (Hidalgo, 2002).

2.2.4.7. Peso metabólico.

Las necesidades primarias de un animal consisten en recibir en su ración la cantidad suficiente de energía para mantenerse vivo. La energía necesaria para el mantenimiento es la cantidad precisa para compensar cualquier pérdida del organismo animal, es decir mantener el equilibrio energético.

A esta energía necesaria mínima se le denomina tasa metabólica basal (TMB), la cual es proporcional al peso metabólico. El peso o tamaño metabólico es el peso vivo del animal, expresado en kilos, elevado a la potencia 0,75 es decir $W^{0,75}$. La tasa metabólica basal se determina con animales en ayuno, en reposo y en zona de confort.

La zona de confort es un intervalo de temperaturas ambientales en donde los animales en reposo requieren un mínimo de calor para compensar las pérdidas de temperatura con su entorno. Fuera de esas temperaturas los animales requieren mayor cantidad de energía para mantener su temperatura ya sea jadeando o tiritando. La zona de confort varía con el nivel de alimentación y la cubierta del animal.

Las necesidades totales de mantenimiento involucran además de la TMB, las actividades que los animales realizan en la práctica. Así, en los rumiantes en pastoreo las necesidades energéticas para caminar pueden resultar muy considerables. En ovinos y camélidos se considera un 25% más de requerimientos con relación a la TMB si es baja la actividad, un 50% más si es mediana la actividad y un 75% más si es alta la actividad.

En el caso de la vaca lechera hay un aumento del metabolismo que acompaña al aumento de la producción. Ello determina un aumento de las necesidades de mantenimiento en las vacas lactantes de 10 a 20%.

Entonces, un animal que no se encuentra en producción, en el que no se producen cambios de peso, utiliza el 100% de su ración para el mantenimiento. La

porción destinada al mantenimiento, representa una parte considerable de la ración consumida (Obando, 2008).

Tamaño metabólico o peso metabólico es la cantidad mínima de energía requerida por el animal para mantenerse vivo en condiciones normales de reposo y bienestar y se toma como punto de referencia sobre el cual se añaden los requerimientos energéticos para mantener las actividades. En los mamíferos en conjunto, como en otros grupos animales, la TMB aumenta con el peso corporal de manera no lineal, sino alométrica, de forma que lo hace proporcionalmente a tres cuartos del peso corporal (Randall, Burggren, French y Fernald, 2002).

2.2.4.8. Parámetros productivos y químicos de la asociación vicia-avena.

La vicia es una leguminosa forrajera anual de ciclo inverno-primaveral. Su uso como verdeo de invierno consociado con avena se destaca por su alto valor nutritivo y abundante producción de forraje (Renzi y Cantamutto, 2007).

El valor nutritivo de los alimentos se estudia a través del análisis bromatológico (San Miguel 2006); pretende determinar la cantidad y calidad de los principios que constituyen un determinado alimento, se emplean técnicas analíticas más sencillas que determinan y valoran no los principios inmediatos sino otras variables similares, aunque más fáciles de extraer y cuantificar. Los análisis bromatológicos más empleados actualmente siguen los esquemas de Weende o Van Soest (Blas *et. al.*, 1987).

2.2.4.9. Merito económico.

El mérito económico es expresado como la cantidad de soles invertidos por unidad de peso corporal nos indica cuan económica puede ser una dieta en comparación con otras, mientras mayor sea el valor del costo en alimentación, será mayor el mérito económico (García, 2005).

2.2.4.10. Infraestructura.

Crianza en pozas o jaulas. Para que las instalaciones satisfagan las exigencias de una especie, deben diseñarse de forma tal que permitan controlar la temperatura, humedad y movimiento del aire. El sistema de crianza en pozas ha permitido mejorar la producción del sistema familiar y familiar-comercial, mientras la crianza en jaulas es realizada para trabajos de investigación y para la crianza comercial, para el mejor control de factores influyentes como la competencia en la alimentación (Guerra, 2009).

2.3. Hipótesis.

Hipótesis nula (H_0): La utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en sus diferentes proporciones en la alimentación no tiene efecto sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

Hipótesis alterna (H_a): La utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* con al menos una de las proporciones en la alimentación tiene efecto sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

2.4. Variables de estudio.

2.4.4. Variables Dependientes.

- Consumo con respecto a su peso metabólico.
- Consumo con respecto a su peso vivo.
- Ganancia de peso vivo.
- Merito económico.

2.4.5. Variable Independiente.

- Utilización de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en la alimentación de *Cavia porcellus* en diferentes proporciones.

2.5. Definición operativa de variables e indicadores.

Objetivo	Variable	Indicador
Determinar el consumo de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* con respecto a su peso metabólico.	Dependiente	Gramo (g)
Determinar el consumo de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* con respecto a su peso vivo.		
Evaluar el efecto de las diferentes proporciones en la alimentación con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la a la *Vicia sativa* (T_0:100% de FVH de cebada ; T_1:40% de FVH de cebada , más 60% de FVH de vicia; T_2:60% de FVH de cebada, más 40% de FVH de vicia y T_3: 100% de FVH de vicia) sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.		
Evaluar el merito económico en la alimentación de cuyes destetados con forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*.	Dependiente	Soles (S/.)
Evaluar el efecto de la utilización de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en la alimentación de *Cavia porcellus* en 4 diferentes tipos de proporciones (T_0:100% de FVH de cebada ; T_1:40% de FVH de cebada , más 60% de FVH de vicia; T_2:60% de FVH de cebada , más 40% de FVH de vicia y T_3:100% de FVH de vicia).	Independiente	Porcentaje (%)

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio.

El presente estudio de investigación se realizó en la propiedad privada del Dr. Manuel Castrejón Valdez donde se instaló el galpón de cuyes y el invernadero para la producción de FVH, la propiedad está ubicada, en la Región, Provincia de Huancavelica y Distrito de Ascensión, en la Av. Hildauro Castro N° 224.

Se encuentra ubicado geográficamente a una altitud de 3685 m.s.n.m., latitud sur 12° 47' 05,48", longitud oeste 74° 58' 45,23' con temperatura media de 17,4 °C y -1,3 °C en el día y noche respectivamente, con una humedad relativa 63%. La fase pre-experimental y experimental se realizó del 20 de diciembre del 2014 al 2 de marzo del 2015, con una duración de 3 meses con 22 días.

3.2. Tipo de investigación: Aplicada

La investigación aplicada cuyo propósito es dar solución a situaciones o problemas concretos e identificables, de acuerdo al estudio de la investigación reúne las características de un tipo de investigación aplicada (Bunge, 1971).

3.3. Nivel de investigación: Experimental

Se realiza la experimentación en las unidades experimentales, en un área y tiempo determinado en la cual se manipula la variable independiente y se mide el efecto de esta variable sobre las variables dependientes, de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación reúne las características de un nivel de investigación experimental (Hernández, 2012).

3.4. Método de investigación:

Medición cuantitativa de ganancia de peso vivo, consumo con respecto a su peso metabólico y peso vivo, merito económico (Hernández, 2012).

3.5. Diseño de investigación:

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y quince repeticiones por tratamiento. El modelo estadístico es el siguiente:

$Y_{ij} = u + Ti + S_{ij}$

Donde:

Y_{ij} =Variable de la j-esima observación, debido al efecto del i-esimo tratamiento

u = Media poblacional

T_i = Efecto del i–esimo tratamiento

S_{ij} = Error experimental

Tratamientos:

T_0: (100% de FVH de cebada), **T_1:** (40% de FVH de cebada, más 60% de FVH de vicia), **T_2:** (60% de FVH de cebada, más 40% de FVH de vicia). **T_3:**(100% de FVH de vicia).

3.6. Población, muestra y muestreo.

3.6.1. Población.

En el experimento realizado se utilizaron 60 cuyes machos tipo 1 de la línea mejorada Perú, de 15 días de edad (± 5 días). Adquiridos del "Galpón Rojas" del Distrito de Palca. Fueron ubicados en jaulas con medidas de 0.40m x 0.40m x 0.40m para cada unidad animal.

3.6.2. Muestra.

La muestra fue de 60 cuyes para los cuatro tratamientos (T_0, T_1, T_2 y T_3), esta muestra fue elegida a criterio del investigador.

3.6.3. Muestreo.

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el tipo de muestreo aleatorio simple, el procedimiento empleado fue el siguiente: se enumeraron balotas del 1 al 60, se extrajo las balotas al azar uno por uno con su numeración correspondiente luego de la misma manera se extrajo de la caja a un animal también al azar y se coloca al número de jaula correspondiente a la balota.

Para este caso no se enumeraron a los individuos solo se extrajo con la numeración de la balota.

Para la toma de datos se utilizó una balanza analítica de capacidad de 5 kg: para la toma de pesos vivos, consumo y rechazo del alimento ofrecido.

Para el merito económico, se obtuvo mediante el costo generado en la alimentación con respecto a la ganancia de peso vivo final, por animal. Al finalizar se obtuvo el costo total para determinar la rentabilidad del proyecto con respecto a la alimentación con FVH de cebada consociado a la vicia.

Cuadro 10. Distribución de los animales experimentales para cada tratamiento.

Repeticiones	Tratamientos			
	T_0 100 % FVH de cebada	T_1 60 % FVH vicia + 40 % FVH cebada	T_2 60 % FVH cebada + 40 % FVH vicia	T_3 100 % FVH de vicia
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Total	60			

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Conducción del experimento.

a) De la instalación.

✓ **De la infraestructura del galpón de cuyes.**

El galpón de cuyes que se construyo fue de característica rustica, a base de puntales, cuartones y plástico polietileno, la parte interna con tripley, a la vez conto con ventanas de ventilación adecuada cubiertas con malla mosquetera.

En el galpón se ubicaron 60 jaulas individuales y cada 9 jaulas es un grupo de tres pisos, para cada una de las unidades experimentales, cada jaula contaba con su respectivo cajón para las heces, el galpón tuvo un área de 21 m^2 y una altura de 2,5 m. el exterior fue protegido con plástico de polietileno, de 0,0078 pulgadas de espesor, así mismo fue cubierto con yute, las unidades experimentales que fueron los cuyes se ubicaron en las 60 jaulas de medidas 0,35m x 0,35m x 0,35m de largo, ancho y altura respectivamente.

✓ **De la infraestructura del invernadero.**

Fue construido de manera artesanal a base de puntales, cuartones y plástico de polietileno.

Los anaqueles se construyeron con cuartones de 0,05m x 0,03m x 3m, los cuales fueron de 3 pisos y adaptados a las medidas de las bandejas. Los anaqueles con medidas de largo 6m, ancho de 0,40m, altura entre espacios 0,40m, total de altura de anaquel 1,40m.

El área de cultivo del FVH fue de 21 m^2, a la vez conto con ventanas de ventilación adecuada cubiertas con malla mosquetera.

b) De las unidades experimentales, identificación y prevención sanitaria.

Se utilizaron cuyes machos tipo 1 de la línea mejorada Perú, en un número de 60, con 15 ±5 días de edad, con peso vivo promedio a la llegada al galpón fue de 195 g, estos no fueron identificados puesto que fueron ubicados al azar en

cada jaula de acuerdo al tipo de muestreo utilizado ya que cada jaula fue individual para obtener datos exactos para cada unidad experimental tanto de peso y de consumo.

Antes de colocar los cuyes a las jaulas, el ambiente y todas las jaulas fueron desinfectados con kreso y cal viva para evitar la presencia de agentes patógenos, y los animales fueron desparasitados con un Endectocida a base de Ivermectina 3.15% (Biomec Gold) a través de la inyección subcutánea, con una dosis de 0.3 ml/kg de peso vivo con la tuberculina, a diario se realizó la limpieza de las jaulas como del ambiente.

c) Del germinado de cebada.

La cebada empleada fue la variedad UNA-80, en la etapa pre experimental se determino el porcentaje de germinación en 10 pequeñas charolas a las cuales colocamos 100 semillas a cada charola después de los procedimientos que son remojo, lavado desinfección y enjuague, se procedió a realizar el % de germinación durante 3 días cubriendo con el yute negro todas las charolas, donde se obtuvo el % de germinación para la cebada en un 78,9 %, peso de 100 semillas en seco fue de 4,7 g promedio y peso de las mismas 100 semillas después de germinado fue 16,9 g. en promedio.

Para iniciar la germinación, se pesó 0,5 kg de semilla de cebada seleccionada, remojando en una solución de hipoclorito de sodio (10cc de hipoclorito de sodio/litro de agua) en un recipiente de plástico, por un tiempo de 1 hora, luego se realizó el lavado, posterior a ello se hizo remojar durante 24 horas, consecuentemente se escurrió el agua pasado el periodo de remojo y se hizo orear por una hora antes de colocar a la bandeja para su posterior germinación.

Para esta producción de FVH se realizó estas actividades todos los días ya que la alimentación fue a diario y con un tiempo de cosecha a los 15 días, por tal razón todos los días se tuvo que sembrar 1 kg de cebada.

El riego de las bandejas en el periodo de germinación fue regado con agua potable de manera constante para mantener húmedo a las semillas, el riego se realizo a través de una mochila de mano de capacidad de 5 litros.

d) Del germinado de vicia.

La vicia empleada fue la variedad vicia sativa, en la etapa pre-experimental se determino el porcentaje de germinación en 10 pequeñas charolas a las cuales colocamos 100 semillas a cada charola después de los procedimientos que son remojo, lavado desinfección y enjuague, se procedió a realizar el % de germinación durante 3 días cubriendo con el yute negro todas las charolas, donde se obtuvo el % de germinación para la vicia en un 99 %, peso de 100 semillas en seco fue de 5,2 g. promedio y peso de las mismas 100 semillas después de germinado fue 11,6 g. en promedio.

Para iniciar la germinación, se pesó 0,5 kg de semilla de vicia seleccionada, remojando en una solución de hipoclorito de sodio (10cc de hipoclorito de sodio/litro de agua) en un recipiente de plástico, por un tiempo de 1 hora, luego se realizó el lavado, posterior a ello se hizo remojar durante 24 horas, consecuentemente se escurrió el agua pasado el periodo de remojo y se hizo orear por una hora antes de colocar a la bandeja para su posterior germinación.

Para esta producción de FVH se realizó estas actividades todos los días ya que la alimentación fue a diario y con un tiempo de cosecha a los 15 días, por tal razón todos los días se tuvo que sembrar 1 kg de cebada.

El riego de las bandejas en el periodo de germinación fue regado con agua potable de manera constante para mantener húmedo a las semillas, el riego se realizó a través de una mochila regadora de mano de capacidad de 5 litros.

e) Del tiempo de producción y cosecha del forraje verde hidropónico.

El tiempo de producción de FVH para nuestro estudio fue de 15 días de a cuerdo a literaturas citadas.

La cosecha del FVH se realizó a diario puesto que los animales se alimentan de este forraje de manera constante y a diario. Si se conserva o se deja más periodo en crecimiento disminuye la cantidad de nutrientes del FVH.

Cuadro 11. Tiempo de producción de FVH en el experimento.

Tiempo de producción de forraje verde hidropónico de vicia y cebada																	
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Grupos	Remojado	Germinación				Siembra (Exposición al sol) y riego con solución nutritiva UNALM				Desarrollo de las hojas y tallos (riego con H_2O)						Cosecha y Oreado	Alimentación

Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en periodo experimental.

f) De las raciones.

Previo al suministro de las raciones a los animales, durante el periodo de acostumbramiento se les suministro forraje fresco de cebada y alfalfa más afrechillo de trigo, esto con la finalidad de minimizar gradualmente las raciones que consumía desde su nacimiento, hasta quitarle por completo brindándole parcialmente el FVH de cebada y vicia, hasta brindarles el 100% de las raciones de FVH.

Una vez oreado durante 24 horas después de la cosecha, se realizaron cortes pequeños del FVH para pesar y suministrar a los animales.

La ración consociada de cebada y vicia solo se realiza en la alimentación en las proporciones como se menciono por tratamiento y no en la siembra de las semillas.

El consumo de alimento y todo el proceso fisiológico es de 24 horas.

Cuadro 12: Proporción de alimento por ración suministrada, hora, cantidad suministrada por día.

Proporción de alimento FVH por ración suministrada						
Descripción	**T_0**	**T_1**		**T_2**		**T_3**
Hora/ración	**Cebada**	Vicia	Cebada	Cebada	Vicia	**Vicia**
	100 %	60 %	40 %	60 %	40 %	100 %
09:00-10:00 am	**100 g**	60 g	40 g	60 g	40 g	100 g
17:00-18:00 pm	**100 g**	60 g	40 g	60 g	40 g	100 g
Sub total	**200 g**	120 g	80 g	120 g	80 g	200 g
Total	**200 g**	200 g		200 g		**200 g**

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 13. Ración total de FVH, suministrada por día/cuy, y durante la etapa experimental.

Ración total ofrecido de FVH durante la etapa experimental					
Descripción	**Cuy (N°)**	**Ración/día**	**FVH cebada / 60 días**	**FVH vicia/ 60 días**	**Ración/60 días**
Cantidad	1	200 g	6 kg	6 kg	12 kg
	60	12 kg	360 kg	360 kg	720 kg
	47	9,4 kg	282 kg	282 kg	564 kg

Fuente: Elaboración propia.

g) Materia seca de la ración de FVH de cebada y vicia.

Se determinó él % de materia seca del FVH de cebada y vicia en el laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica. Donde se aprecio que existe mayor cantidad de agua en el FVH y por ende la materia seca es mínima (Cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentaje de materia seca del FVH de cebada y vicia

Porcentaje (%) de materia seca		
FVH	**Cebada**	**Vicia**
% MS	9,49	7,57

Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en periodo experimental.

h) De residuo del alimento ofrecido.

Del alimento ofrecido durante el día que dura su alimentación, antes de darles al día siguiente la ración, se retiro y se peso el residuo del FVH de cebada y vicia de cada una de las jaulas, esto con la finalidad para determinar el consumo diario de la ración ofrecida por día y por animal.

3.8. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

3.8.1. Técnica.

3.8.1.1. Observación estructurada

Se utilizó esta técnica de observación estructurada que consistió en recolectar todos los datos posibles de manera ordenada para la investigación en las siguientes etapas:

✓ **Etapa Pre - experimental.**

La etapa pre - experimental no formó parte del experimento. Pero se realizaron todos los registros posibles de las ocurrencias de acuerdo a la observación puesto que fueron base para dar inicio a la experimentación.

La fase pre-experimental duro 30 días.
Los primeros 15 días fue para la producción de FVH, lo cual se determinaron y se registraron el porcentaje de germinación y el porcentaje de materia seca para la cebada y vicia, conocer el rendimiento de la producción por bandeja de acuerdo a la densidad de siembra.

Los siguientes 15 días fueron para el periodo de acostumbramiento de los cuyes, durante este periodo los animales en estudio fueron desparasitados utilizando un producto comercial apropiado a través de la inyección sub cutánea.

Así mismo las jaulas individuales fueron desinfectadas con kreso y el ambiente con cal viva para evitar la presencia de agentes patógenos.

La adaptación de los cuyes con forraje hidropónico de cebada y vicia, se realizó la alimentación durante este periodo con afrecho de trigo más FVH de manera fraccionada esto con la finalidad de que consuman en su totalidad el FVH en la etapa experimental.

✓ **Etapa experimental.**

Duro 60 días, que fue inmediatamente después de la etapa pre-experimental.

1) Se registro los datos del pesado al inicio de esta etapa día 0 de todos los cuyes para obtener como dato el peso inicial con la cual se inicio la investigación.
2) Se distribuyo al azar a todos los cuyes en las distintas jaulas individuales para cada tratamiento.
3) Para determinar el consumo de FVH, se registro el dato del pesado del alimento consumido y el residuo, todos los días antes de suministrar la siguiente ración del día de la cantidad ofrecida, esto para cada cuy.
4) Cada 5 días se peso a todos los cuyes (unidades experimentales), en ayunas, en la que se determino y registro cuanto fue el incremento de peso semanal por el periodo de 5 días, en cada tratamiento.
5) En la etapa final del pesado del peso vivo el último día de la investigación se realizó y registro la toma de datos del peso final a los 60 días alimentados con FVH, para determinar y registrar cuánto fue la ganancia total de peso vivo durante el periodo de ejecución del experimento.
6) Para el merito económico se anotaron los costos de alimentación en la que se registraron costos de ambas semillas cebada y vicia /(kg) costo de las soluciones nutritivas A y B, cantidad y costo de agua utilizada por producción de forraje por bandeja.
7) Adicional a esos datos también se registraron la temperatura, humedad relativa dentro y fuera del invernadero y en el galpón de cuyes. ya que nuestro propósito fue obtener datos confiables, validos y reales, por lo que se tuvo un control estricto en

las anotaciones en las distintas fichas de registro así como también en el diario de campo en el que se anotaron todas las ocurrencias durante el periodo de ejecución.

3.8.2. Instrumentos.

Los instrumentos que se emplearon para la recolección de datos fueron:

- Fichas de registro de pesos.
- Fichas de registro de consumo y rechazo del alimento.
- Fichas de registro de costos de alimentación.
- Fichas de registro auxiliares (mortalidad, animales enfermos, etc.).
- Diario de campo, donde se evidenciaron y anotaron todos los sucesos que ocurrieron en el lugar y durante la investigación.

3.9. Parámetros evaluados.

3.9.1. Consumo de materia seca / peso metabólico (g/ $PVF^{0,75}$).

Para determinar el consumo de materia seca con respecto a su peso metabólico se tuvo que realizar con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CMSTM = (g/PVF^{0,75}) \times MS\ (g)}$$

Donde:

CMSTM = Consumo de materia seca por peso metabólico.

PVF = Peso vivo final.

$PVF^{0,75}$ = Peso metabólico del peso vivo final.

MS = Materia seca.

3.9.2. Consumo de materia seca (%/PV).

Para evaluar este consumo de materia seca con respecto a su peso vivo, se tiene la siguiente formula.

$$\mathbf{CMSPV} = \frac{\mathbf{(CMS(g) x\ 100)}}{\mathbf{PVF\ (g)}}$$

Donde:

CMSPV = Consumo de materia seca (%/PV).

CMS = Consumo de materia seca (g)

PVF = Peso vivo final (g)

3.9.3. Ganancia de peso vivo (g).

Para evaluar la ganancia de peso vivo (GPV) se evaluó el peso final que el animal alcanzo menos el peso inicial con el cual se inició la investigación, cuyo valor es expresado en gramos (g).

$$\mathbf{GPV = PVF - PVI.}$$

Donde:

GPV=Ganancia en peso vivo (g)

PVF=Peso vivo final (g)

PVI= Peso vivo inicial (g)

3.9.4. Merito económico (s/.)

Se determina con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{ME} = \frac{\mathbf{CA.S/.}}{\mathbf{GPV, Kg.}}$$

Donde:

ME = Merito económico (s/).

CA = Costo en alimentación (s/).

GPV = Ganancia de peso vivo (kg)

3.10. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Los datos obtenidos en el proyecto de investigación, fueron ordenados y clasificados usando el programa Microsoft Excel 2010, y para el análisis de datos se utilizo el diseño completamente al azar, con 15 repeticiones mediante software estadístico Statistical Analysys System (SAS).El análisis de datos incluyo:

- Análisis de varianza para la ganancia de peso vivo de los cuyes cada 5 días.
- Análisis de varianza para el consumo de FVH con respecto a su peso vivo cada 5 días.
- Análisis de varianza para el consumo de FVH con respecto a su peso metabólico cada 5 días.
- merito económico de la alimentación de cuyes con FVH de cebada consociado a la vicia.
- Las medias de las variables fueron comparadas por la prueba de Tukey en el nivel 5% de probabilidad.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados.

Los resultados y la discusión se analizaron sobre el efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados, en las variables evaluadas: consumo de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}), consumo de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV), ganancia de peso vivo (g) y merito económico (s/. costo de alimentación/ ganancia de peso vivo (kg)).

4.1.1. Consumo de forraje verde hidropónico (FVH) con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75})

Tabla 1: Resumen del análisis de varianza para el consumo de MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}), para determinar el efecto de la utilización de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

		Consumo de MS (g/PVF^{0,75})	
F.V	**gl**	**CM[a]**	**F[b]**
Tratamiento	3	12,71871043	159,25***
Error	43	0,07986806	
Media		7,762213	
CV (%)		3,64	

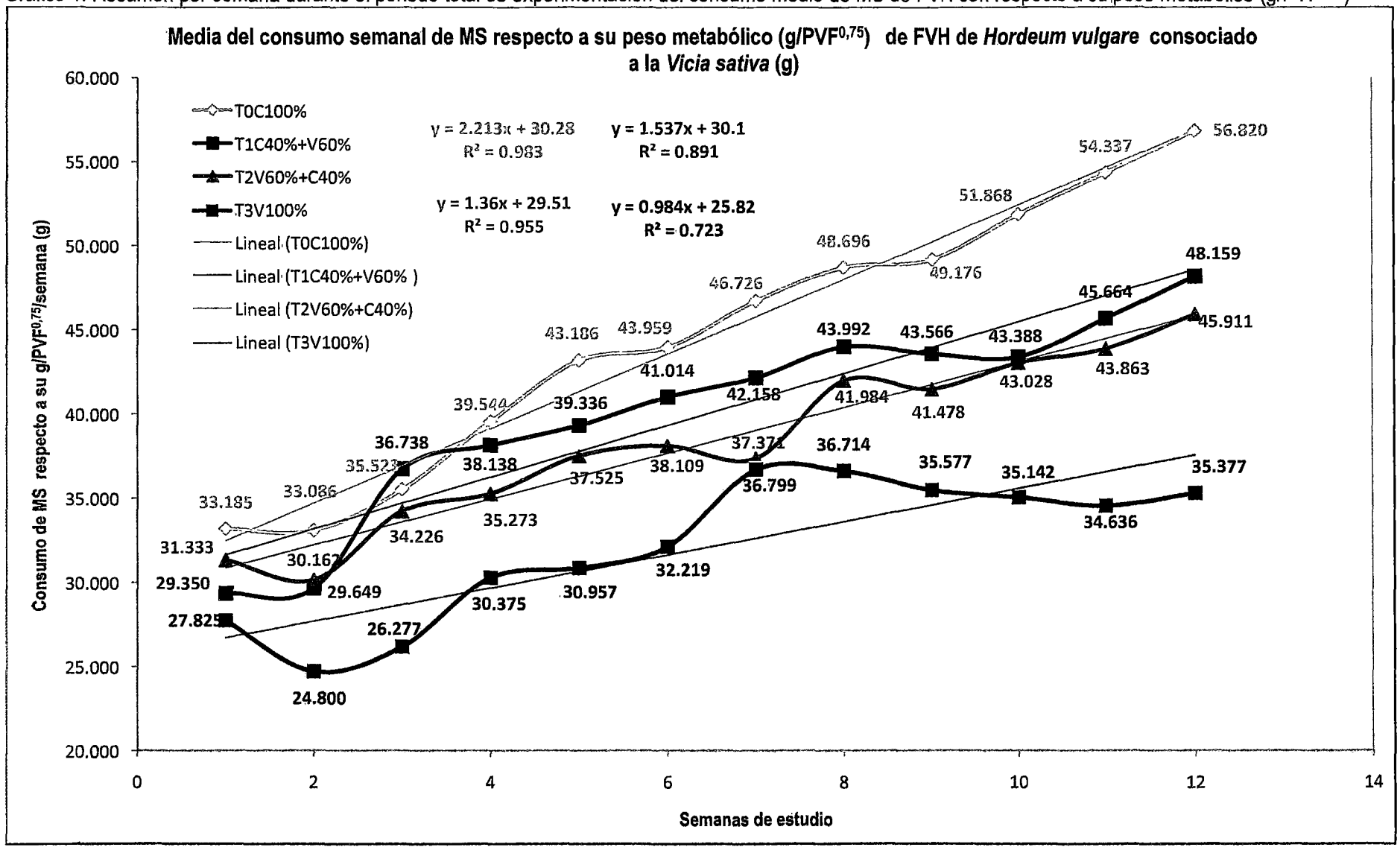
[a]: Cuadrados Medios; [b]: Pruebas de F;***: P<0,001; **: P<0,01; *: P<0,05; [ns]: No significativo.

Tabla 2: Resultados para el consumo de MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}).

Consumo	Cebada 100% (T_0)	Vicia 60% +40%Cebada (T_1)	Vicia 40%+ 60%Cebada (T_2)	Vicia 100% (T_3)
Tal como ofrecido FVH g/a/d	163,930^a	153,073^a	145,782^b	144,216^b
Materia seca (MS) de FVH g/a/d	15,557^a	12,833^b	12,804^b	10,917^c
Materia seca (MS) de FVH (g/PVF^{0,75}) g/a/d	**8,935^a**	**8,019^a**	**7,671^b**	**6,445^b**

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad.

Gráfico 1: Resumen por semana durante el periodo total de experimentación del consumo medio de MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF$^{0.75}$)



- **Discusión para el consumo de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}), consumo de FVH en fresco.**

Los resultados obtenidos fueron inferiores en comparación con los resultados según... Acaro (2010), en su evaluación de los diferentes niveles de forraje hidropónico como suplemento alimenticio en el engorde de cobayos, utilizando 4 tratamientos los cuales fueron: T_1 (testigo), a base de alimentación con forraje tradicional cariamanga; T_2 (25% de FVH de cebada), T_3 (50%FVH de cebada) y por último el T_4 (75% FVH de cebada). Reporto que el mayor consumo de materia seca con respecto al TMB (tamaño metabólico basal) fue en el T_2 (25% FVH); con 22,23 g/d/a, mientras que el menor consumo se registró en el T_4 (75% FVH) con 16,03 g/d/a.

Mientras superando a los resultados con referente al consumo de FVH en fresco, al estudio que Gómez realizó. Pero coincidiendo que hay mayor consumo al ofrecer alimento de forma asociada con Gómez, Ortiz y Cruz.

Gómez (1998), reporta para los tratamientos en su estudio T_1 FH de trigo, T_2 FH de cebada + FH de trigo, T_3 FH de trigo + alimento balanceado, T_4 FH de cebada + FH de trigo + alimento balanceado., que el consumo de ración por día fue para el T_1 de 95,96g y T_2 de 110,40g para los tratamientos con FH y alimentó balanceado el consumo fue de 120,63 (T_3) y de 130,46 g/a/d (T_4). Por lo que se concluye que hay mayor consumo cuando se ofrece el alimento de forma asociada.

De igual manera Cruz y Ortiz (2010), evaluaron la respuesta de FVH en la alimentación de cuyes (*Cavía porcellus L.*) utilizando 4 tratamientos: Cebada (T_1), maíz (T_2), alfalfa (T_3) y mezcla FVH (cebada, maíz, alfalfa) (T_4). Para sus resultados del consumo de alimento el forraje más consumido fue el T4 (mezcla FVH) con una media de 225,8 g/a/d seguido por el T_3 (alfalfa) con una media de 219,6 g/a/d; el T_1 (FVH de cebada) presento una media de 111,6 g/a/d seguido por el T_2 (FVH de maíz) con una media de 89,6 g/a/d entre los individuos evaluados. Por lo que se concluye, el T_4 (mezcla de FVH) es más palatable en comparación a los demás tratamientos.

Frente al consumo de MS nuestros resultados fueron inferiores a lo obtenido según...

García (2005), reporto la eficiencia alimenticia de dos forrajes hidropónicos cebada (*Hordeum vulgare L.*) y maíz (*Zea mays*); suministrado a cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento, utilizando tres tratamientos T_1: vicia + concentrado, T_2: Forraje verde hidropónico de cebada + concentrado, T_3: Forraje verde hidropónico de maíz + concentrado. Fue evaluado el consumo diario de alimento que fue uno de sus factores de estudio, durante 09 semanas (63 días) experimentales: obteniendo el resultado para el consumo de materia seca fue de: 40,95; 44,74; y 43,52 g/a/d. en: T_1, T_2, y T_3.

Por lo que se concluye que el mayor consumo de materia seca es por el mismo hecho de que se suministro concentrado en las raciones en su estudio realizado.

4.1.2. Consumo de forraje verde hidropónico (FVH) con respecto a su peso vivo (%/PV)

Tabla 3: Resumen del análisis de varianza para consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV), para determinar el efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo de *Cavia porcellus* destetados.

		Consumo de MS (%/PV)	
F.V	**gl**	**CM[a]**	**F[b]**
Tratamiento	3	2,68295993	81,55***
Error	43	0,00952914	
Media		2,676064	
CV (%)		3,65	

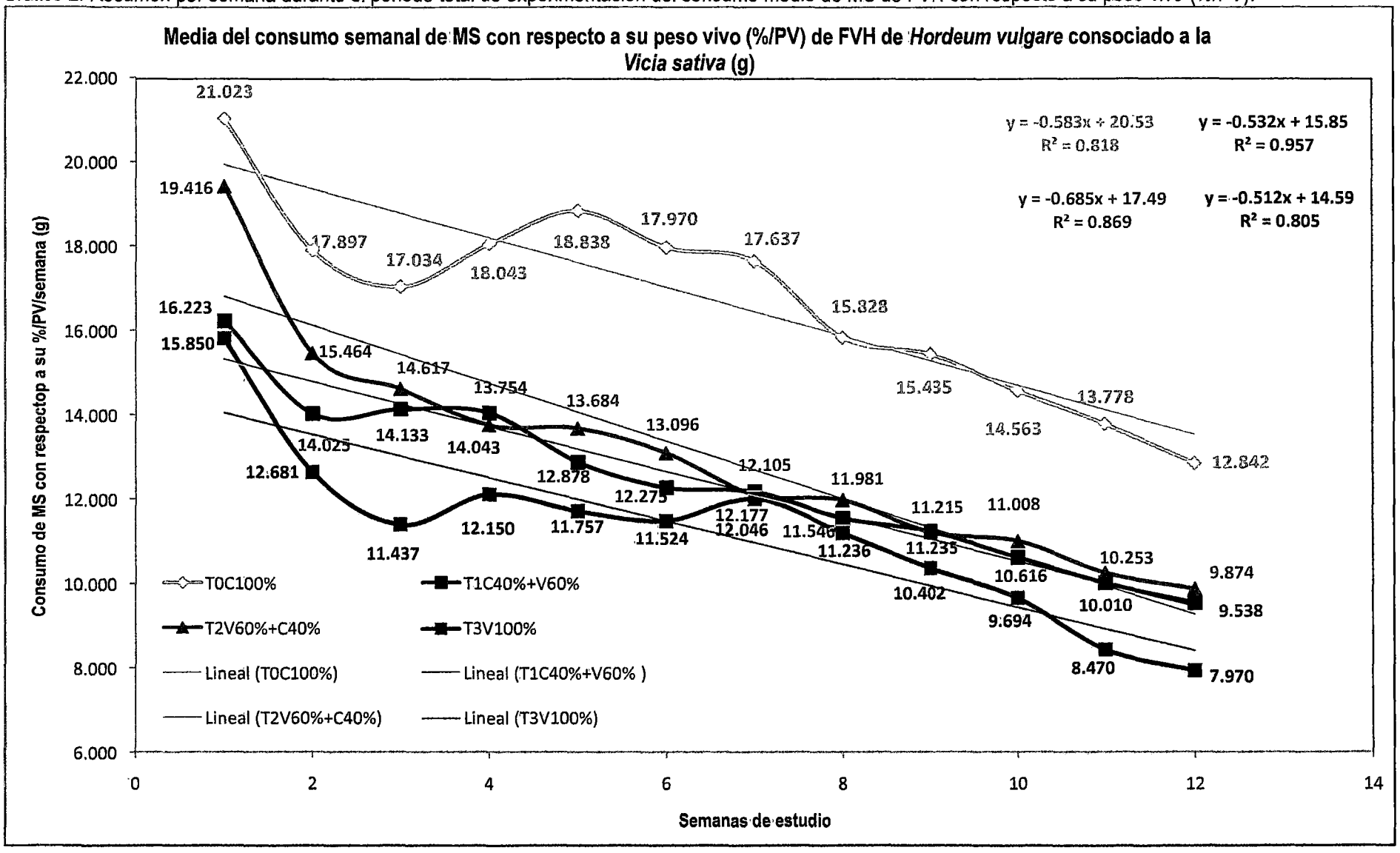
[a]: Cuadrados Medios; [b]: Pruebas de F;***: P<0,001; **: P<0,01; *: P<0,05; [ns]: No significativo.

Tabla 4: Resultados para el consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV) de la cantidad de FVH ofrecido g/día., mostrando diferencias significativas para el T_1.

Consumo	**Cebada 100% (T_0)**	**Vicia 60% +40%Cebada (T_1)**	**Vicia 40%+ 60%Cebada (T_2)**	**Vicia100% (T_3)**
Tal como ofrecido FVH g/a/d	163,930[a]	153,073[a]	145,782[b]	144,216[b]
Materia seca (MS) de FVH g/a/d	15,557[a]	12,833[b]	12,804[b]	10,917[c]
Materia seca (MS) de FVH (%/PV) g/a/d	**3,348[a]**	**2,478[b]**	**2,608[b]**	**2,254[b]**

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad.

Gráfico 2: Resumen por semana durante el periodo total de experimentación del consumo medio de MS de FVH con respecto a su peso vivo (%/PV).



- **Discusión para el consumo de Materia seca (MS) con respecto a su peso vivo (%/PV)**

  Cayllahua y Condori (2011) en su evaluación de la sustitución gradativa de la alfalfa (*Medicago sativa L*) por el germinado de cebada en raciones de cuyes (*Cavia porcellus L*) en la etapa de crecimiento con raciones conteniendo cuatro niveles de substitución (0, 25, 50 y 75%), además los animales recibieron alimento concentrado y suplemento mineral – vitamínico.

  Uno de los factores de estudio evaluados fue: consumo de materia seca con respecto a su peso vivo (%/PV), donde reportaron el consumo de MS (%/PV) los cuales fueron: para machos. 9,25; 8,07; 8,12; 8,67 g/a/d de acuerdo a los niveles de substitución 0; 25; 50; 75 (%) respectivamente. lo que comprueba el efecto positivo de la inclusión del germinado de cebada en la ración total.

  Por lo que sus resultados son superiores en promedio por 5,85 g/d/a a los que se obtuvo en nuestro estudio, cabe señalar que influye bastante el porcentaje de materia seca del forraje con la que se trabaje para que los animales tengan mayor consumo de materia seca.

4.1.3. Ganancia de peso vivo (g).

Tabla 5: Resumen del análisis de varianza para el incremento de peso vivo medio día (g), peso vivo final (PF).

F.V	gl	Incremento de peso vivo medio g/d		Peso vivo final (g)	
		CM[a]	F[b]	CM[a]	F[b]
Tratamiento	3	1,92246036	29,35***	6100,52622	35,76***
Error	43	0,06549604		170,61346	
[a]Medias		5,396170		644,1489	
:CV (%)		4,74		2,37	

[a]: Cuadrados Medios; [b]: Pruebas de F;***: P<0,001; **: P<0,01; *: P<0,05; [ns]: No significativo.

Tabla 6: Resumen del análisis de varianza para la ganancia de peso vivo (g).

F.V	gl	Ganancia de peso vivo total (g)	
		CM[a]	F[b]
Tratamiento	3	6930,73275	29,49***
Error	43	235,02854	
Medias		323,7660	
CV (%)		4,74	

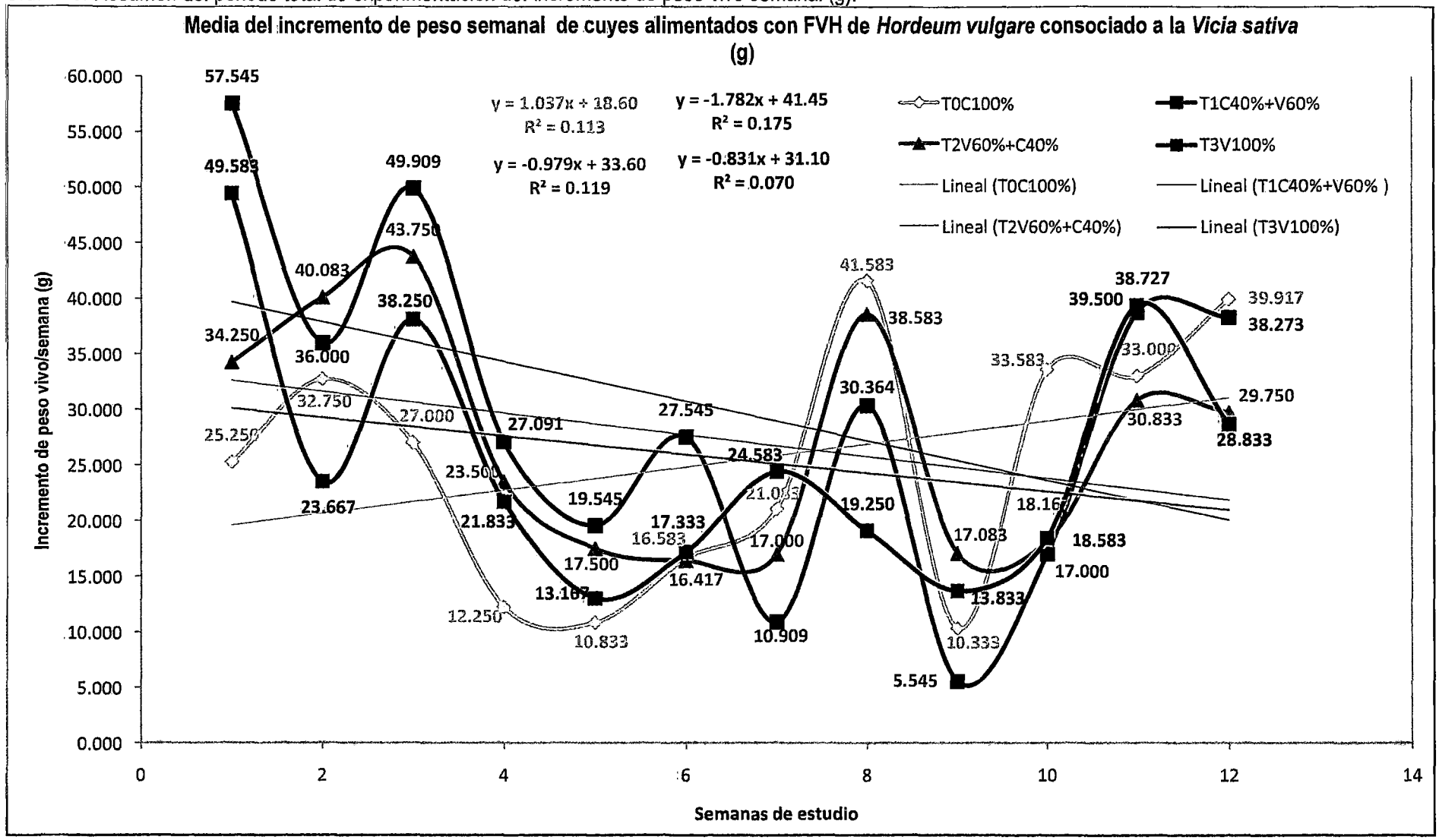
[a]: Cuadrados Medios; [b]: Pruebas de F;***: P<0,001; **: P<0,01; *: P<0,05; [ns]: No significativo.

Tabla 7: Resultados para las ganancias de peso vivo de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada consociado a la vicia.

Consumo	Cebada 100% (T_0)	Vicia 60% +40%Cebada (T_1)	Vicia 40%+ 60%Cebada (T_2)	Vicia100% (T_3)
Peso vivo inicial g/a	320,867[a]	318,267[a]	318,067[a]	319,667[a]
Peso vivo final g/a	627,583[b]	677,364 [a]	645,667 [a]	628,750[b]
Incremento de peso vivo diario g/a	5,069[b]	5.974 [a]	5,449 [a]	5,141[b]
Incremento de peso vivo semanal g/a	25,348[b]	29,872 [a]	27,243[a]	25,701[b]
Ganancia de peso vivo total g/a	**304,167[b]**	**358,455 [a]**	**326,917[a]**	**308,417[b]**

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad.

Gráfico 3: Resumen del periodo total de experimentación del incremento de peso vivo semanal (g).



- **Discusión para la ganancia de peso vivo (g). incremento de peso diario (g) y peso final.**

Coincidiendo en el incremento de peso diario a lo reportado por ...

Gómez (1998), utilizó forraje hidropónico de cebada y trigo en la alimentación de cuyes machos en crecimiento (8 semanas); estudiándose como tratamientos: T_1 FH de trigo, T_2 FH de cebada + FH de trigo, T_3 FH de trigo + alimento balanceado, T_4 FH de cebada + FH de trigo + alimento balanceado y T_5 grano de trigo + alimento balanceado. Las ganancias de peso diarias fueron de 2,08; 3,26; 6,76; 8,79; 9,79 g/a/día respectivamente. De tal manera que nos aproximamos a los resultados obtenidos por:

García (2005), quien evaluó la eficiencia alimenticia y mérito económico de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L*) y maíz (*Zea mays*); suministrado a cuyes (*Cavia porcellus L*) en fase de crecimiento, utilizando tres tratamientos T_1: vicia + concentrado, T_2: Forraje verde hidropónico de cebada + concentrado, T_3: Forraje verde hidropónico de maíz + concentrado, quien reporto que al finalizar el periodo experimental el incremento de peso corporal fue de 544g; 515g y 458g, logrando un peso vivo promedio de 814g; 786g y 729g en: T_1, T_2, y T_3.

Que se concluye que al alimentar con una leguminosa rica en proteínas las ganancias de peso serán superiores a los que se alimenten con otros forrajes que no suplen las necesidades nutritivas del cuy.

De igual manera nuestro resultado en cuanto a la alimentación con vicia y cebada son inferiores a lo reportado por Casa quien realiza mezcla en su alimentación vicia + concentrado:

Casa (2008), evaluó el efecto de cinco dietas combinadas de: (T_1) alfalfa-concentrado; (T_2) (FH) vicia- concentrado; (T_3) FH de cebada-concentrado; (T_4) FH de maíz - concentrado; (T_5) FH de trigo - concentrado, en la alimentación de cuyes.

Del comportamiento en etapa de crecimiento en las variables: peso final, ganancia total de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal las mejores respuestas numéricas lo registra el (T_2) FH de vicia - concentrado con 1069,15g; 736,10g; 4.63 y 80,48% en su orden.

Mientras que Acaro en su estudio fue muy superior a lo obtenido en nuestros resultados así mismo superior al de otra fuentes literarias en donde solo utilizo FVH de cebada en proporciones variadas como reporto

Acaro (2009), reporto en su estudio que evaluó los diferentes niveles de forraje hidropónico como suplemento alimenticio en el engorde de cobayos, con pesos iníciales que variaron desde 244 a 261 g/a, en la que utilizaron 12 animales por tratamiento el estudio duro 90 días, los tratamientos fueron: T_1 (testigo), a base de alimentación con forraje tradicional cariamanga; T_2 (25% de FVH de cebada), T_3 (50%FVH de cebada) y por último el T_4 (75% FVH de cebada). Teniendo como resultados para el consumo de alimento promedio semanal de T_1 927g; T_2 1017g; T_3 901g; T_4 889g, el incremento de peso promedio g/d fue: T_1 8,00g; T_2 10,42g; T_3 7,28g; T_4 5,71g.

Mientras el incremento de peso semanal para los tratamientos fueron: T_1 56g; T_2 73g; T_3 51g; T_4 40g. Los pesos finales alcanzados fueron: T_1 921g; T_2 1133g; T_3 878g; T_4 750g. Concluyendo para el estudio de Acaro, que durante el avance del experimento los animales incrementaron de peso progresivamente hasta llegar a un incremento promedio de peso de 73g, que corresponde al T_2 del suplemento alimenticio del 25 % de FVH y de 40g en el T_4 que concierne al suplemento alimenticio del 75 % de FVH. Por tal motivo se puede diferenciar la forma en que los animales han ido incrementando de peso en los diferentes tratamientos.

Concluyendo para nuestro estudio según el gráfico 5 y la tabla 8, que aquellos animales que fueron alimentados con la mezcla de FVH de cebada con vicia en las proporciones T_1 (vicia 60% + 40% cebada) obtuvieron mejor peso final, seguido de aquellos que recibieron una ración a proporciones distintas T_2 (vicia 40% + 60 % cebada), T_3 (vicia 100%) y T_0

(cebada 100%); siendo menor el peso alcanzado por aquellos animales que recibieron en menor proporción el FVH de vicia como también al 100 % de FVH de vicia, así mismo fue menor peso vivo alcanzado por el T_0 los animales que consumieron al 100% de FVH de cebada.

De esa manera el T_1 mostrando diferencia significativa notable frente a los otros tratamientos, así mismo constatando con el grafico 5 un efecto lineal negativo por el menor incremento de peso semanal, así como se aprecia en el grafico 5.

4.1.4. Merito económico.

Tabla 8: Resultados para el merito económico de la alimentación de cuyes con forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa.*

Concepto	Cebada 100% (T_0)	Vicia 60% +40%Cebada (T_1)	Vicia 40%+ 60%Cebada (T_2)	Vicia 100% (T_3)
Consumo de Materia seca (MS) de FVH g/a/d	15,557^a	12,833^b	12,804^b	10,917^c
Ganancia de peso vivo total, g/a/pt	304,167^b	358,455^a	326,917^a	308,417^b
Costo de alimentación s/a/p	2,700^a	5,640^b	4,660^b	7,600^c
Merito económico (ME)	**8,877^a**	**15,734^b**	**14,254^b**	**24,642^c**

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad.

✓ **Discusión para el merito económico.**

El mérito económico expresado como la cantidad de soles invertidos por unidad de peso corporal nos indica cuan económica puede ser una dieta en comparación con otras, mientras mayor sea el consumo de materia seca el costo de alimentación es menor., el mérito económico obtenido en nuestro estudio fue de 8,877; 15,734; 14, 254 y 24,642. En la tabla 9 se observa que el mérito económico logrado en cada uno de los tratamientos, se indica además la cantidad de materia seca consumida y el costo de los insumos alimenticios utilizados. Los precios de mercado fueron S/. 2,00; 7,00 el kilo de cebada, vicia respectivamente. Se muestra la diferencia que al consumir solo FVH de cebada los costos son inferiores frente al resto de los tratamientos, mientras que...

García (2005), reporto la eficiencia alimenticia y mérito económico de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L.*) y maíz (*Zea mays*); suministrado a cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento y engorde con la finalidad de

evaluar el efecto bioeconómico del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare L.*) en alimentación de cuyes, con tres tratamientos T_1: Vicia + concentrado, T_2: Forraje verde hidropónico de cebada + concentrado, T_3: Forraje verde hidropónico de maíz + concentrado. Fue evaluado el consumo diario de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mérito económico, durante 09 semanas (63 días) experimentales.

El consumo de materia seca fue de 40,95; 44,74; y 43,52 g/a. en: T_1, T_2, y T_3. Al finalizar el periodo experimental el incremento de peso corporal fue de 544g; 515g y 458g, logrando un peso vivo promedio de 814g; 786g y 729g en: T_1, T_2, y T_3.

El gasto en alimentación por animal fue de s/. 7,445, s/. 5,688 y s/. 4,342 en T_1, T_2 y T_3. Siendo los valores de conversión alimenticia y mérito económico: 7,53 - 13,68; 8,79 – 11,18; 9,5 - 9,48 en T_1, T_2, y T_3 respectivamente. Este estudio demuestra que el empleo de forraje verde hidropónico de maíz es una alternativa para reducir los gastos en alimentación, recomendándose suplementar con balanceado.

Lo que indica que nuestro resultado de merito económico es inferior con 8,877 solo por usar la cebada como alimento en los cuyes, frente a lo reportado por García que es de s/. 11,18, frente a los resultados con vicia + concentrado que es de s/. 13,68 el merito económico que es superior a nuestro resultado por la utilización de FVH de cebada más concentrado, pero con la vicia es inferior en su resultado esto debido a los costos de la semilla o ya sea en forraje en los resultados obtenidos por García.

Así mismo apoyamos de acuerdo a nuestros resultados a lo mencionado por Medinilla *et. al.,* (2010), que la utilización de dietas mixtas es una alternativa rentable, de acuerdo a los costos de las semillas a utilizar. En lo que reporto en su evaluación de la bioeconomia del rendimiento en canal de conejos neozelandés blanco alimentado con tres niveles de forraje verde hidropónico de vicia en el experimento se evaluó el efecto de la alimentación con dietas mixtas en conejos destetados de la raza Neozelandés blanco durante la fase de engorde.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en la que se desarrolló el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las mayores ganancias de peso vivo fueron logrados por los animales del T_1 seguidamente por el T_2 que fueron significativos al T_0 y T_3, lo que indica que suministrando FH en forma asociada con cualquier otro alimento sea balanceado u otro FH de otra semilla, los resultados serán superiores frente a otro alimento que no esté asociado.

2. Es posible brindarle a los animales dentro del intervalo de 60% de vicia + 40% de cebada para que puedan ingerir la cantidad adecuada de MS de acuerdo a su peso metabólico y transformarlas en carne, porque no depende de la cantidad ingerida si no de los nutrientes que se encuentran en la dieta ofrecida.

3. Dentro del consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo no existe mucha diferencia significativa puesto que los forrajes ofrecidos tienen mayor porcentaje de agua y menos de MS, puesto que si el alimento tuviera mayor porcentaje de MS seria directamente proporcional al consumo de este, por lo tanto se obtendría mayores resultados para los factores de estudio evaluados.

4. Según el análisis del merito económico realizado, se concluyo que los costos en la alimentación con vicia son muy elevados, así como el que se obtuvo en el T_1; T_2; T_3; superando a T_0, esto debido al alto costo de la semilla de vicia por lo que no es rentable con el uso de esta semilla.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar investigaciones en la fase de crecimiento de cuyes con este mismo trabajo pero empleándolo en pozas, brindándole las mismas proporciones de forraje hidropónico en forma asociada, para diferenciar si la competencia en la alimentación tiene efecto o no en el incremento y ganancia de peso vivo.

2. Considerar que no todo alimento ofrecido en cantidad brindara sus requerimientos nutricionales de los cuyes, si no que un alimento rico en proteínas y demás nutrientes es suficiente para cubrir esas necesidades las cuales necesita el cuy para poder desarrollarse en cada una de sus etapas.

3. Considerar si el porcentaje de agua del FVH de una leguminosa es mayor, brindar a los animales FVH con alimento balanceado para que los animales puedan aprovechar al máximo el alimento ofrecido y de la misma manera contrarrestar el porcentaje de MS en la ración de los animales.

4. Recomiendo realizar la compra de la semilla de vicia en épocas de abundancia en el mes de Junio donde los costos son inferiores, por lo que resultaría muy rentable al utilizar esta semilla como alimento para diversos animales.

5. Por los resultados promisorios, son necesarios mayor numero de investigaciones sobre la utilización de vicia como FVH y su efecto en cuyes, también se recomienda utilizar campanas o equipos de calefacción para contrarrestar el intenso frio en épocas de invierno y así evitar el estrés y por ende la muerte de los animales ya que la temperatura es muy abismal durante la noche en la Región de Huancavelica. Así mismo considerar la compra de animales de la misma zona o área geográfica, puesto que el cambio de lugar influye para activar a una de las enfermedades que es la salmonelosis que es mortal para animales jóvenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acaro, V., Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico como suplemento alimenticio en el engorde de cobayos. Loja, Ecuador. 2010; 912(4): pp. 96-13.
2. Aliaga, L. Crianza de cuyes. Manual de proyecto transferencia de tecnología agropecuaria (TTA), Lima. 1993.
3. Barry, C. "Hidroponía: Soluciones Nutritivas", (Gromag, vol. 1, Nº 2, 1997) Articulo Científico, Publicado por Red Hidroponía, Boletín Informativo Nº 7, Universidad Nacional Agraria la Molina, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, 1997. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin7.htm.
4. Bernal, S., De la Cruz E. Crecimiento y engorde de tres ecotipos de cuyes de la región norte. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Zootecnia, Lambayeque, Perú. 2005; 205(42): pp. 24-31.
5. Blas, C., González, G., Argamenteria A. Nutrición y alimentación del ganado. Manual Mundi-Prensa. Madrid; 1987.
6. Bunge, M., Tipos de investigación básica y aplicada. 1971.
7. Casa, C. Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes. Tesis Ing. Agro. Universidad de Ecuador. En el cantón Mocha provincia de Tungurahua, Riobamba. Ecuador. 2008, p. 102.
8. Castro, O., Rea, H. P., Mora, T. Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellu Ls*), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero "El Mirador" barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Zoot. Riobamba, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias Agrarias. 1998, p.121.
9. Caycedo, A. Investigaciones en cuyes. III Curso Latinoamericano. De producción de cuyes, Lima, Perú. UNA la Molina, Lima, Perú 1992.
10. Cayllahua, F., y Condori, D. Sustitución gradativa de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) por el germinado de cebada en raciones de cuyes (*Cavia porcellus linnaeus*) en la etapa de crecimiento. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú. 2011.

11. Contreras, J., Tunque, M., Cordero, A. Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. Rev Inv Vet Perú. 2014. disponible en: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10910.
12. Cruz, J. y Ortiz, H. Evaluación de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare L*), maíz hidropónico (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*) y mezcla de FH en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus L*), en Antonio Ante, Provincia Imbabura-Ecuador. 2010.
13. FAO. Forraje verde hidropónico. Manual técnico.Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 2001.
14. García, C. Eficiencia alimenticia y mérito económico de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L*) y maíz (*Zea mays*); suministrado a cuyes (*Cavia porcellus L*) en fase de crecimiento y engorde. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Amazonas. UNTRM. 2005.
15. Gómez, J. Evaluación del forraje verde hidropónico de cebada y trigo en cuyes en etapa de crecimiento. Tesis. Ing. Agro. Universidad de Colombia. 1998, pp. 24-31.
16. Gómez, M. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. Tesis Ing. Zoot. En la Estación Experimental TUNSHI de la FCP-ESPOCH, Riobamba. Ecuador. 2007.
17. Guerra, C. Manual de crianza de cuyes (*Cavia porcellus L*). Lima, Perú. 2009, p. 6.
18. Hernández, M. Tipos y niveles de investigación. Perú; 2012. Disponible en http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.pe/2012/12/tipos-y-niveles-de-investigacion.html.
19. Hidalgo, R. Producción de forraje en condiciones de hidroponía. Evaluaciones preliminares en avena y triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile; 2002.
20. INIA. Curso a distancia de sistema de producción de vacuno de leche. Perú. Mayo 2012.
21. INIA. Fisiología digestiva. En línea. Perú. [Consultado 22 Marzo 2012]. 2005. Disponible en http://www.perucuy.com.

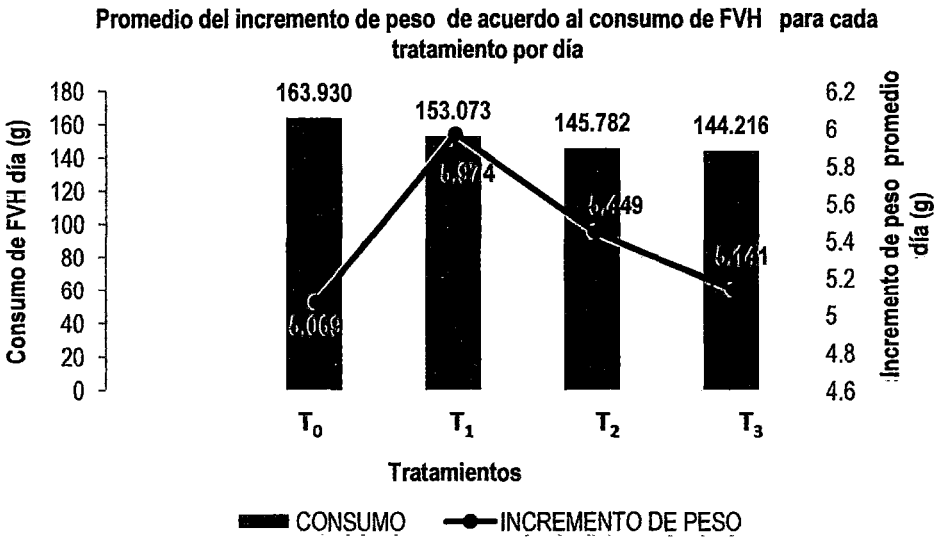
22. Kajjak, N. Importancia de la crianza de cuyes INIA-Hyo –Perú. 2004, pp. 16-41.
23. Lara, H. Artículo: Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra volumen 17, número 3, México. 1999.
24. Medinilla, I., Vigil, R., Platero, C. Evaluación bioeconomica del rendimiento en canal de conejos Neozelandés blanco alimentados con tres niveles de forraje verde hidropónico de vicia. Tesis Ing. Zoot. Facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad de el Salvador, Centro América. 2010.
25. Moreno, A. Producción de cuyes, Universidad Agraria la Molina, Departamento de producción animal Lima, Perú: 2ª. Ed. 1989, pp. 53-66.
26. National Research Council. The nutrient requirement of dairy cattle. Seventh Edition. National Academy Press, Washington, D.C. 381. 2001.
27. Nestares, A. Composición química y digestibilidad aparente del ensilaje de avena incorporado de aditivos. U.N.D.A.C Cerro de Pasco. Tesis. Ing. Zootecnista. 1992, p. 244.
28. Obando, A. Requerimientos nutritivos de mantenimiento para rumiantes. Universidad Católica De Santa María. Arequipa. 2008, p. 816.
29. Páez, J. Evaluación de Impactos Ambientales, CAAM, Editorial Crearimagen, Quito – Ecuador. 1996.
30. Pautrat, W. Producción de forraje verde hidropónico de cebada para la alimentación de cuyes. INIA. Junín - Perú. 2008.
31. Perucuy. Alimentación de cuyes y conejos. En línea. Perú. [Consultado 19 Marzo 2012]. 2008. Disponible en http://www.perucuy.com.
32. Randall, D.J., Burggren, W.W., French, K. y Fernald, R. Eckert's animal physiology. W.H. Freeman, New York. [consultado 22 de Julio de 2009] Disponible en: http://www.whfreeman.com/animalphys5/ 5 ed. 2002, p. 768.
33. Renzi, P., Cantamutto, A. Producción de forraje hidropónico de vicia (Vicia sativa) con tres densidades de siembra, tres épocas de aplicación de soluciones nutritivas y de cosecha, Buenos Aires. Dpto. Agronomía Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca. 2007.
34. Rivera, A., Moronta, M., González, M., González, D., Perdomo D., García D., Hernández G. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) en

condiciones de iluminación deficiente. Universidad de los Andes, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Instituto Universitario de Tecnología del Estado de Trujillo. Trujillo – Venezuela. 2010, pp. 25-27.

35. Salazar, F. Problemática en la crianza de cobayos en la sierra central del Perú. Lima-Perú. 2012.
36. Sánchez, A., Lomeli, J., Rodríguez, S. Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. [En Boletín Informativo No. 7, 2000]. Disponible online: http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin7.htmFecha Consultada 11/11/09.
37. Sánchez, C. Requerimientos nutricionales del cuy: La Molina. se. Lima- Perú. 2010, pp. 56 - 58.
38. San miguel, A. Leguminosas de interés para la Implantación de Praderas. Dpto. de Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid. 2007.
39. Sepulveda, M. Caracterización de la cebada *(Hordeum vulgare L)* para la utilización como grano principal en la producción de forraje hidropónico. Manual. Lima- Perú, 1994. pp. 83 - 86.
40. Tarrillo, H. Forraje Verde Hidropónico. disponible en: www.forrajehidroponico.com. 2008.
41. Universidad Nacional Agraria la Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. 2000.
42. Vargas, F. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía mesoamericana. 2008, p. 146.

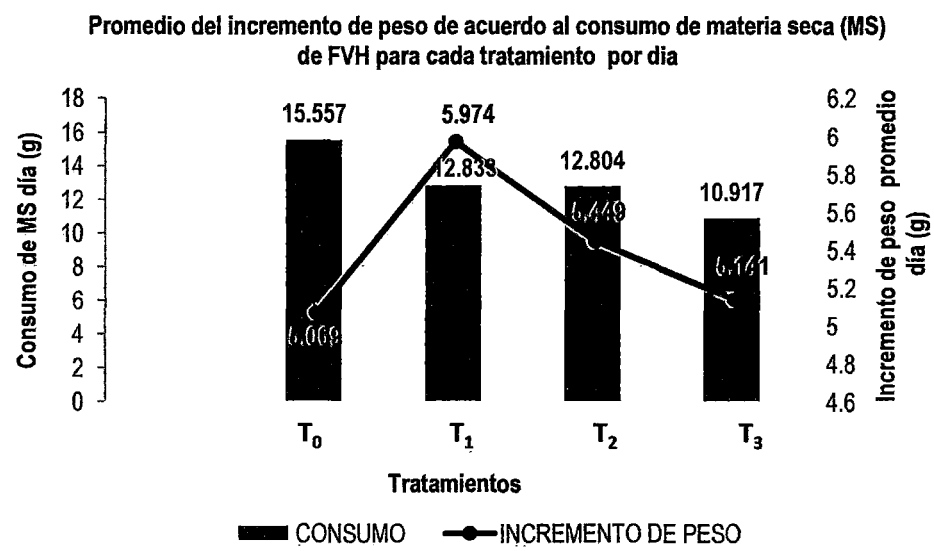
ANEXOS

Gráfico 4: Promedio del incremento de peso de acuerdo al consumo de FVH para cada tratamiento por día.



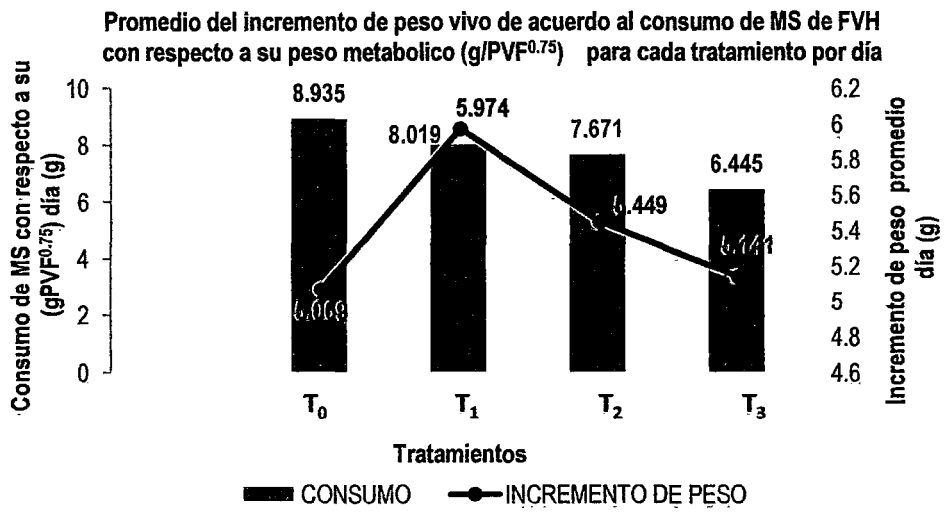
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Promedio del incremento de peso de acuerdo al consumo de materia seca (MS) de FVH para cada tratamiento por día.



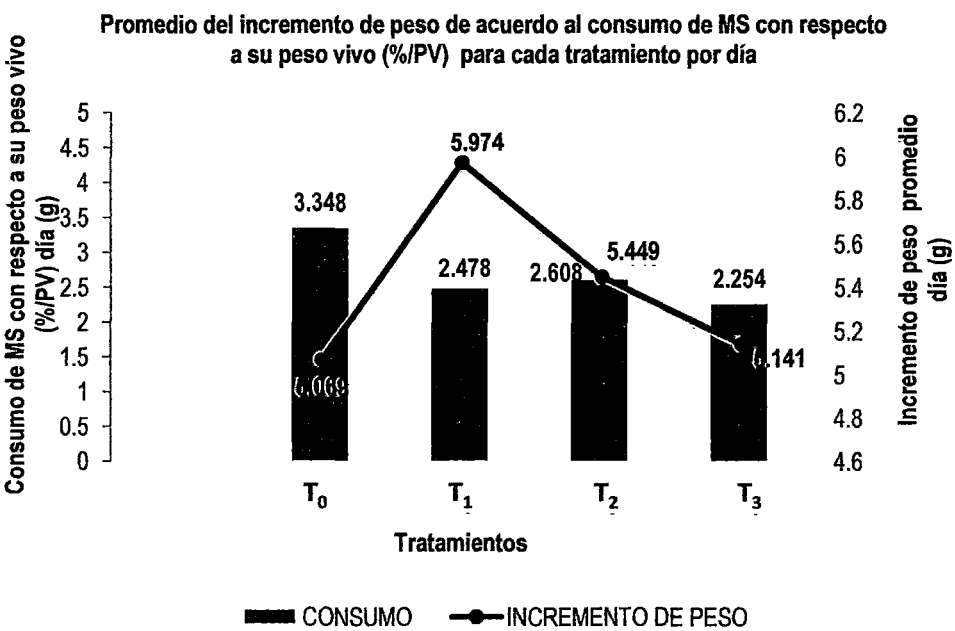
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Promedio del incremento de peso vivo de acuerdo al consumo de materia seca (MS) de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PV^{0,75}) para cada tratamiento por día.



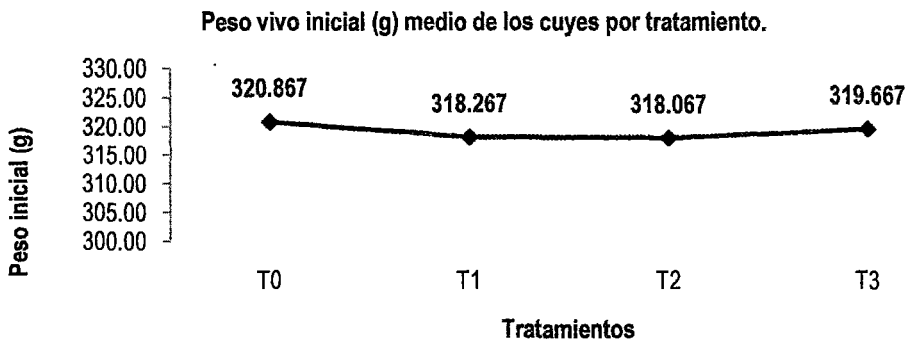
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Promedio del incremento de peso vivo de acuerdo al consumo de materia seca (MS) con respecto a su peso vivo (%/PV) para cada tratamiento por día.



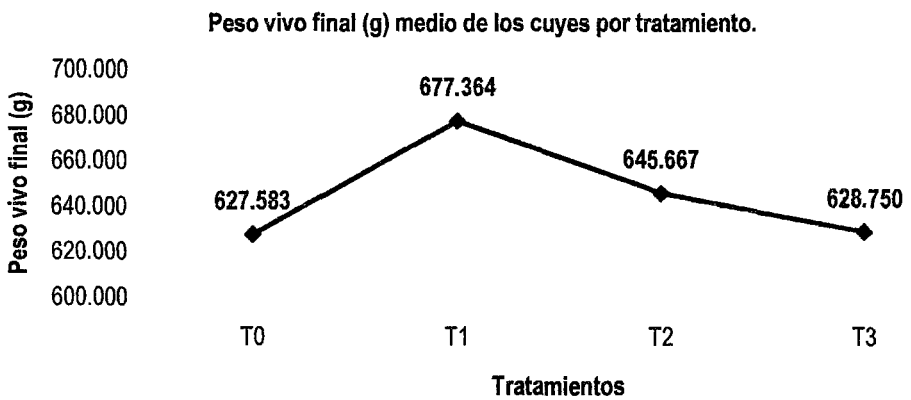
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8: Peso vivo inicial (g) medio de los cuyes por tratamiento.



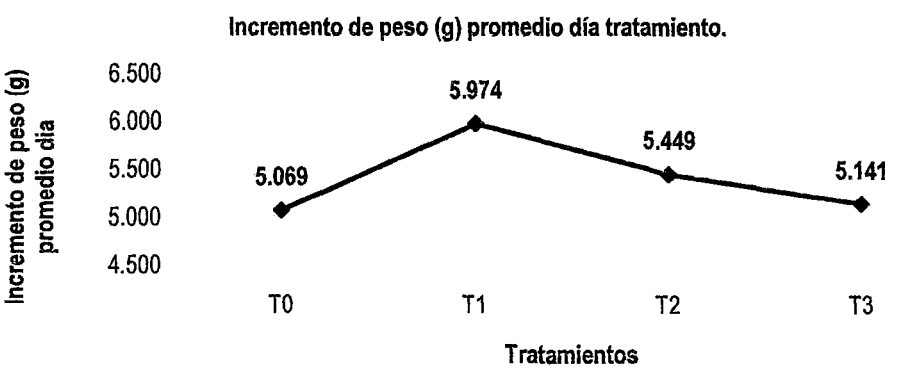
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9: Peso vivo final (g) medio de los cuyes por tratamiento.



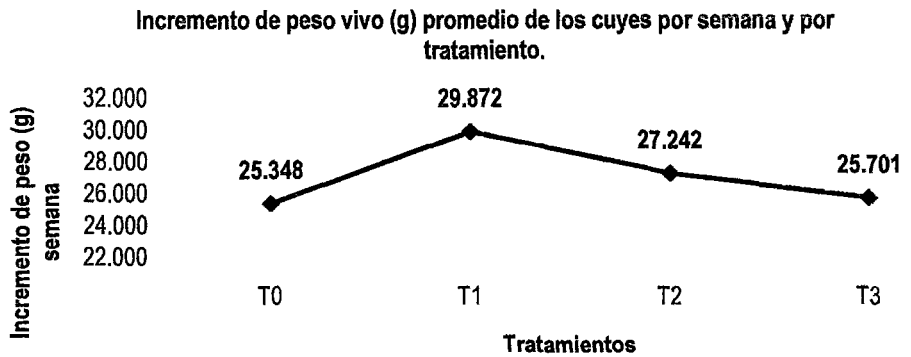
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Media del incremento de peso (g) promedio día por tratamiento.



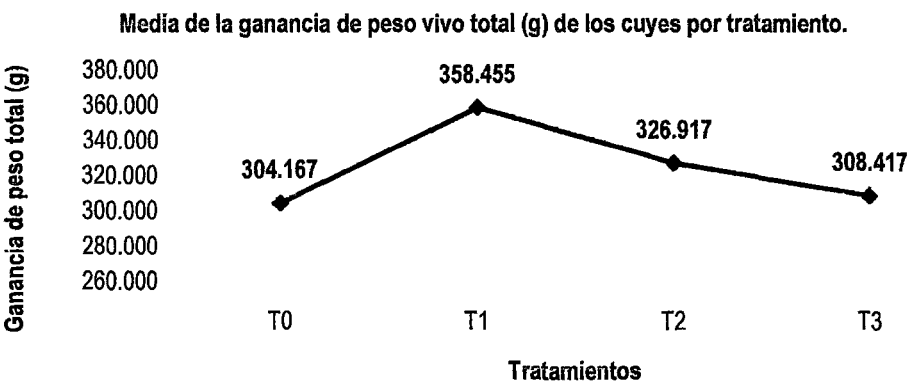
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11: Media del incremento de peso vivo (g) promedio de los cuyes por semana.



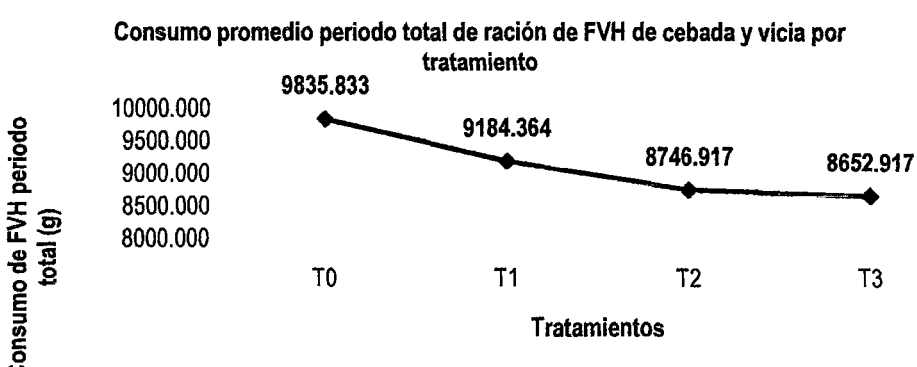
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12: Media de la ganancia de peso vivo total (g) de los cuyes por tratamiento.



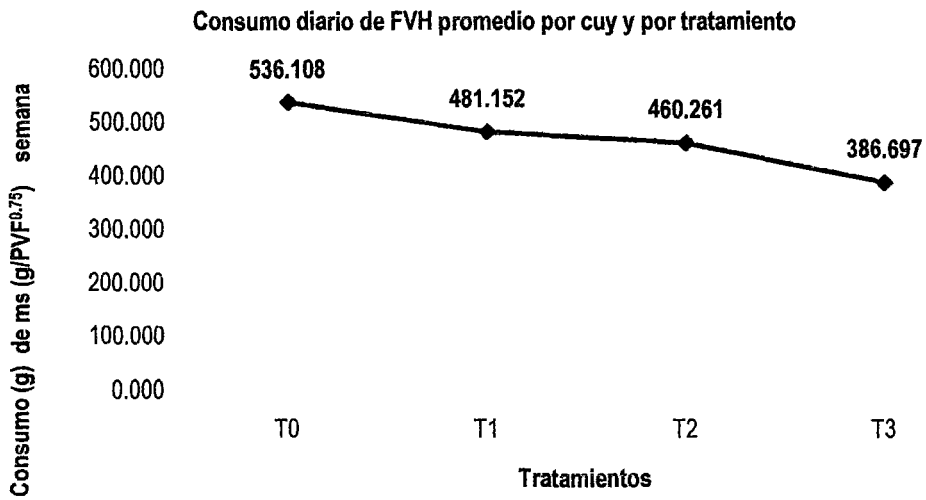
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13: Consumo (g) promedio periodo total de ración de FVH de cebada y vicia.



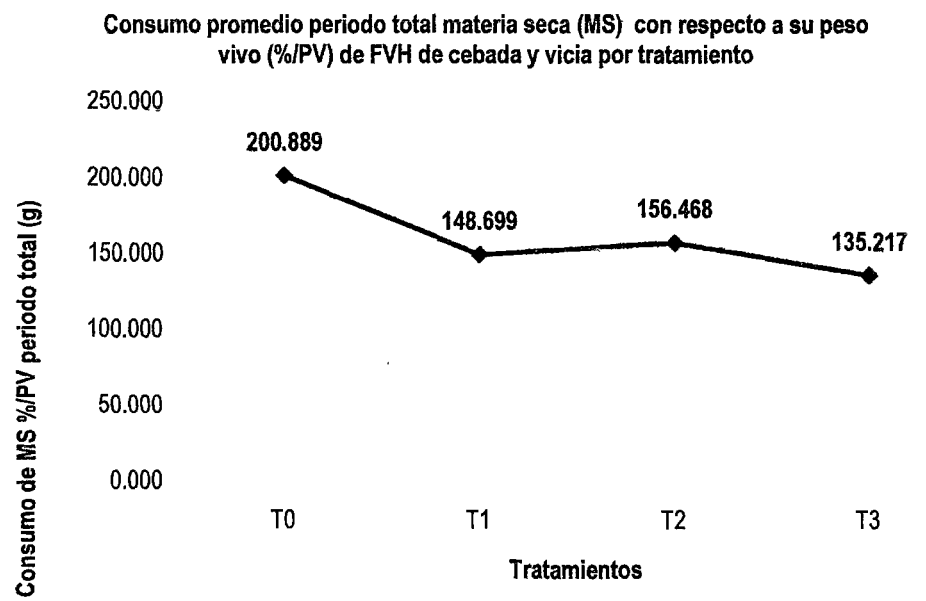
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14: consumo (g) promedio periodo total de (MS) con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75})



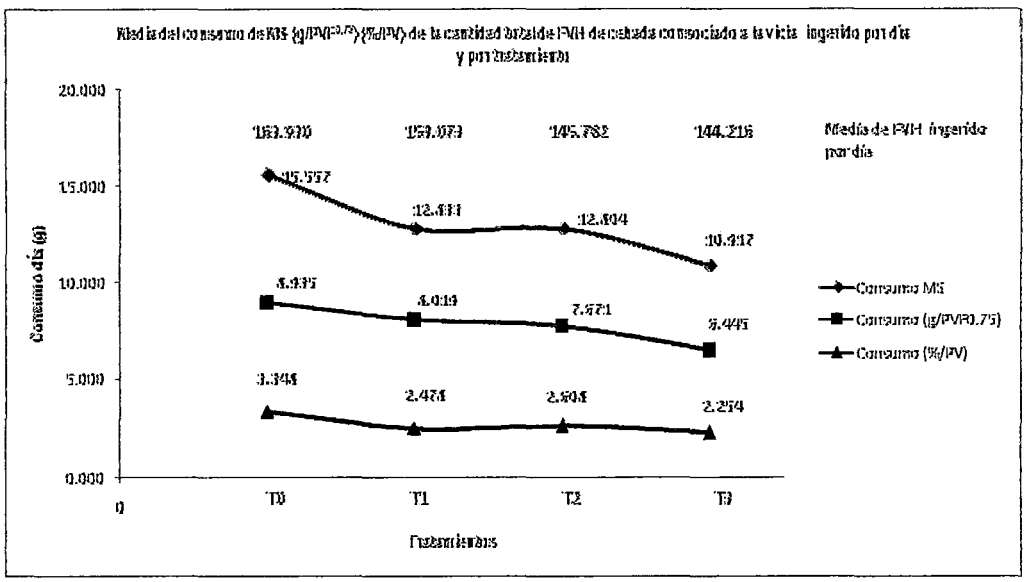
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 15: Consumo (g) promedio periodo total materia seca (MS) con respecto a su peso vivo (%/PV) de FVH de cebada y vicia por tratamiento.



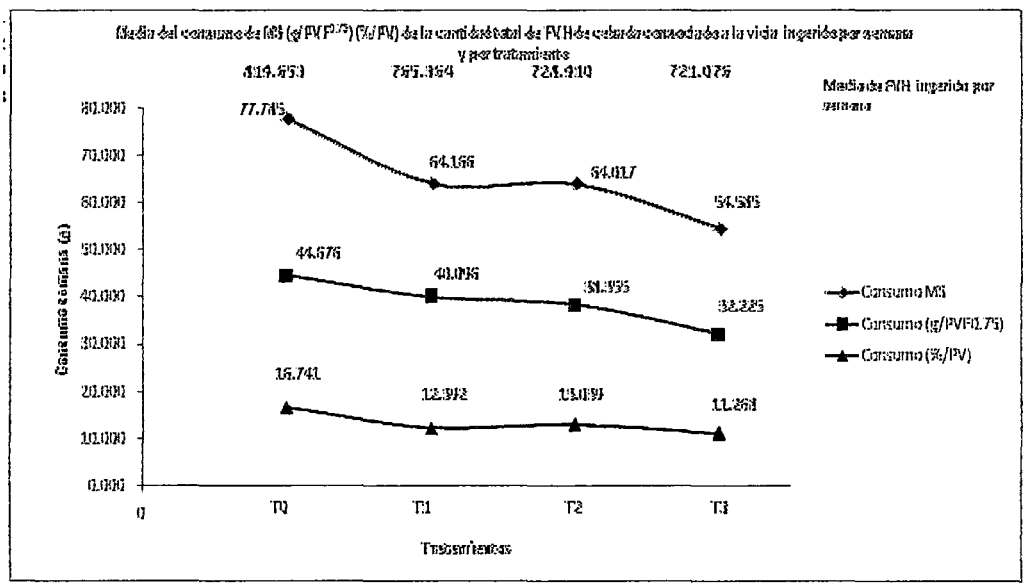
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16: Media del consumo de MS (g/PVF^{0,75}) y (%/PV)de la cantidad total de FVH de cebada consociado a la vicia ingerido por día y por tratamiento.



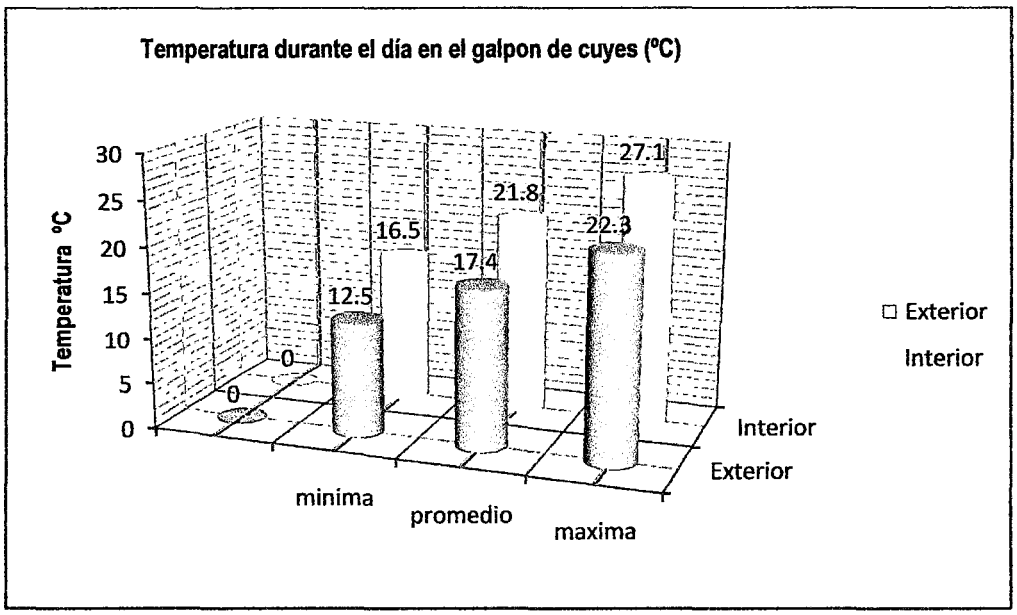
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 17: Media del consumo de MS (g/PVF^{0,75}) y (%/PV)de la cantidad total de FVH de cebada consociado a la vicia ingerido por semana y por tratamiento.



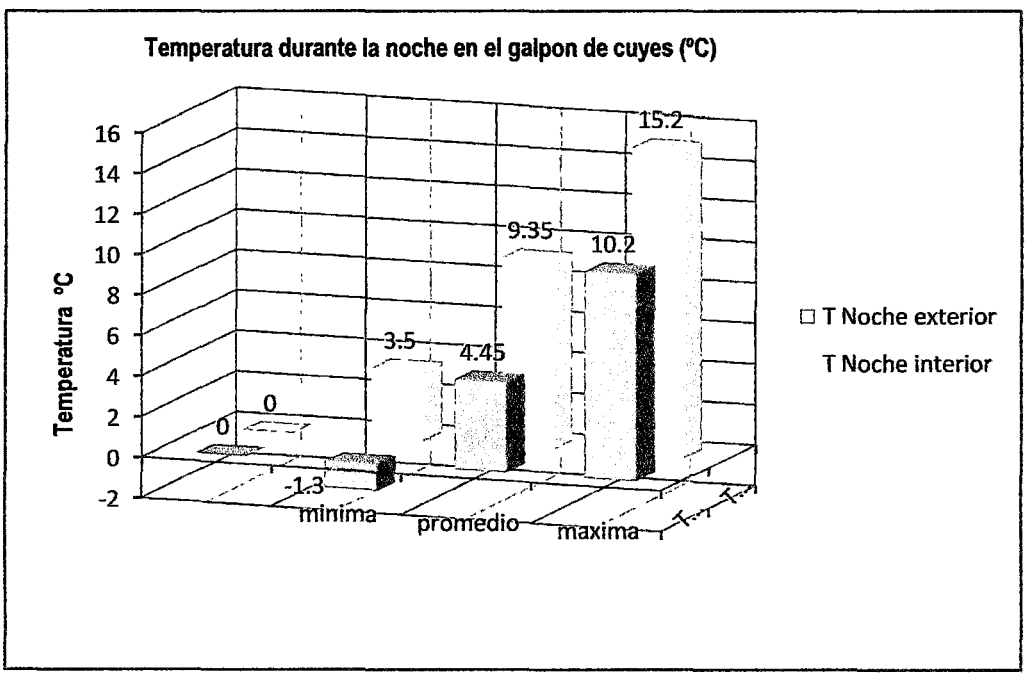
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 18: Temperatura durante el día en el galpón de cuyes del trabajo de investigación



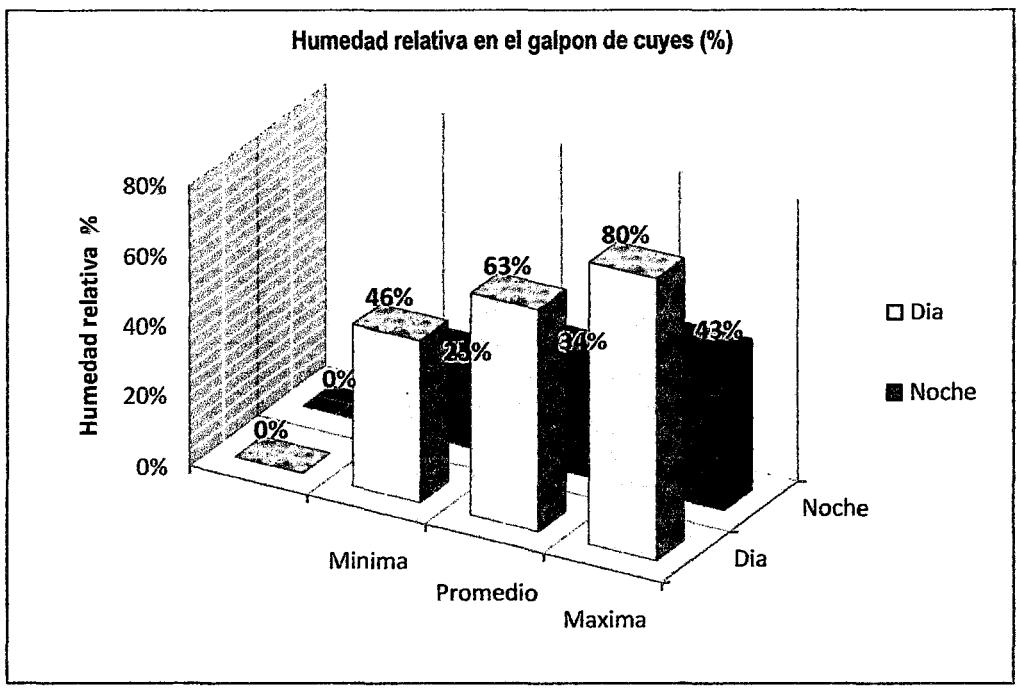
Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 19: Temperatura durante la noche en el galpón de cuyes del trabajo de investigación.



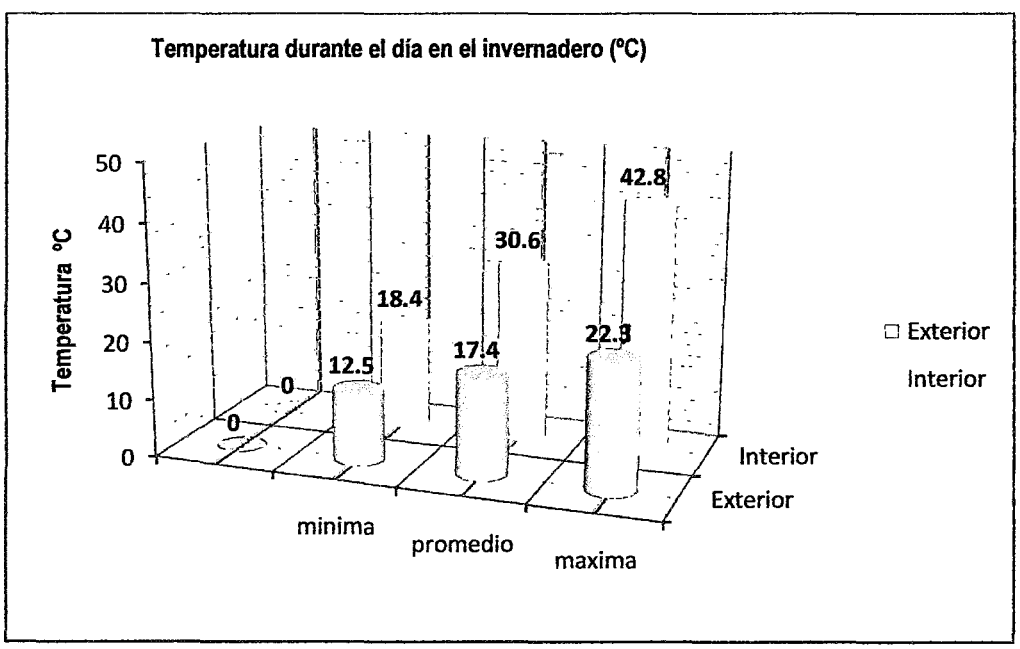
Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 20: Humedad relativa en el galpón de cuyes del trabajo de investigación.



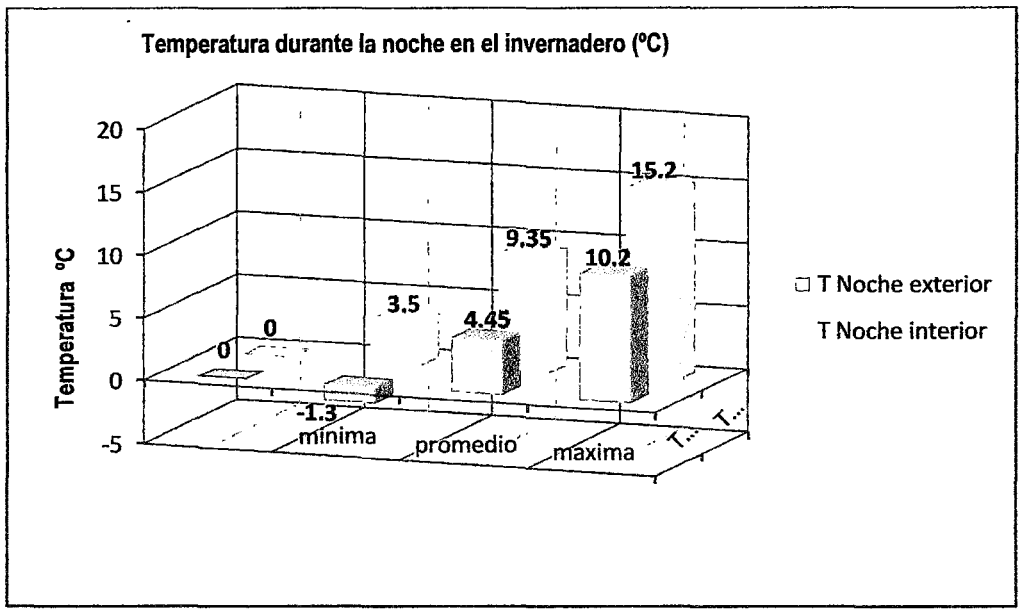
Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 21: Temperatura durante el día en el invernadero del trabajo de investigación.



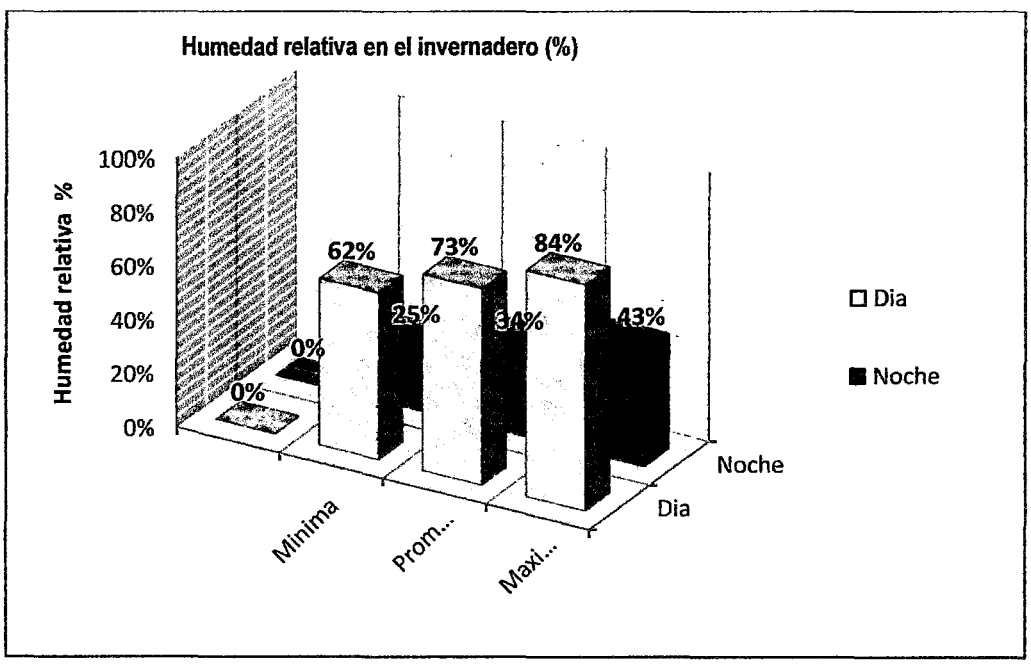
Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 22: Temperatura durante la noche en el invernadero del trabajo de investigación.



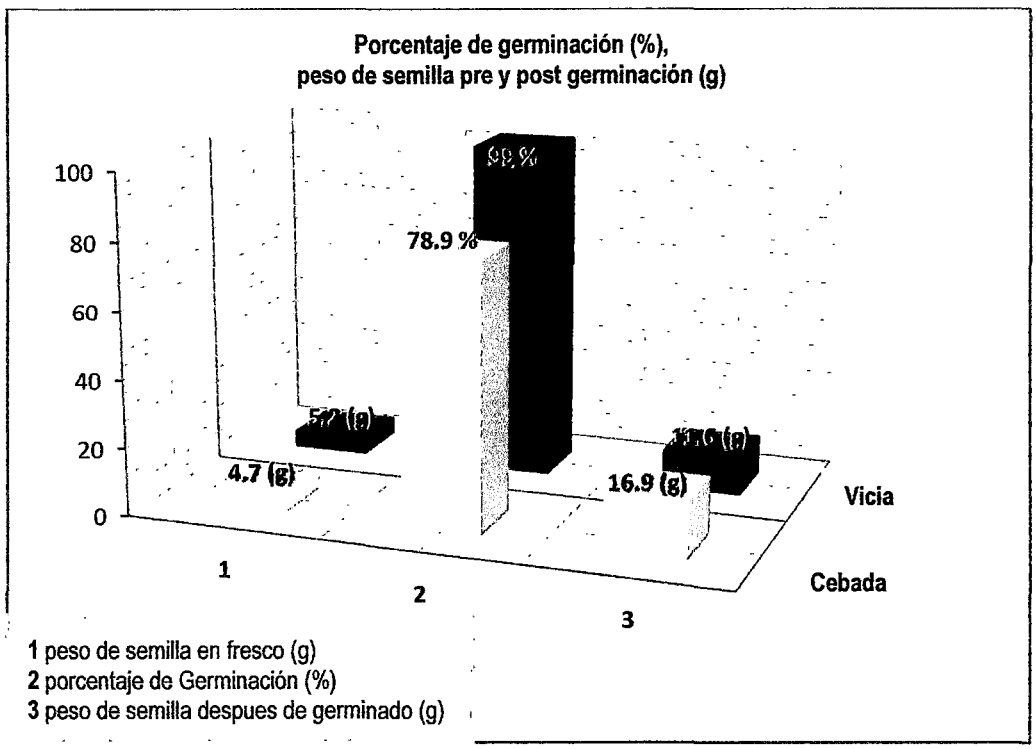
Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 23: Humedad relativa en el invernadero del trabajo de investigación.



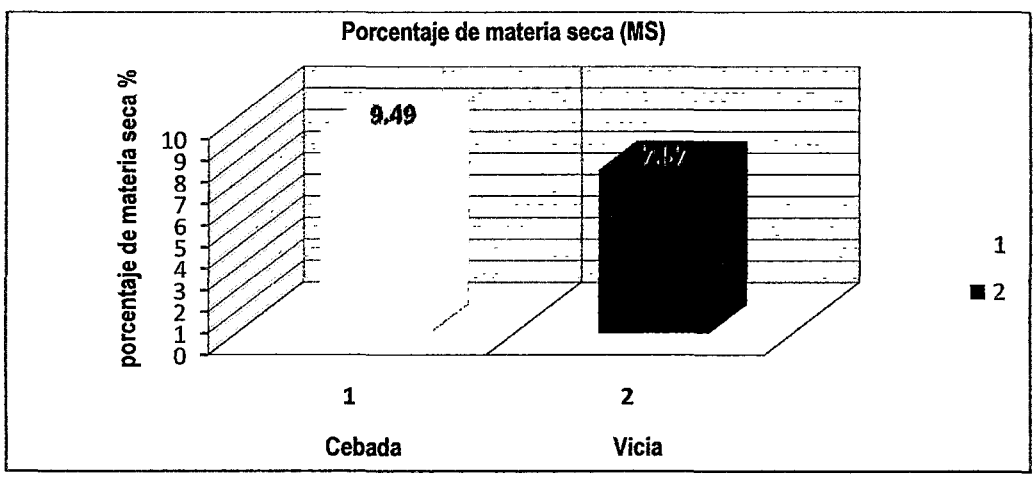
Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 24: Porcentajes de germinación peso de semilla pre y post geminación de cebada y vicia determinado en la etapa pre-experimental del trabajo de investigación.



Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Gráfico 25: Porcentajes de materia seca de cebada y vicia determinados en la etapa pre-experimental del trabajo de investigación.



Fuente: Elaboración propia. Datos registrados en el periodo experimental.

Tabla 9: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de ración (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	2908,202645	969,400882	102,41	<,0001
Error	43	407,047978	9,466232		
Total	46	3315,250623			

Coef. Var	Media General
2,027869	151,7220

Tabla 10: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de ración (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	72707,28818	24235,76273	102,41	<,0001
Error	43	10176,29384	236,65800		
Total	46	82883,58201			

Coef. Var.	Media General
2,027879	758,6099

Tabla 11: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de ración (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	10469796,17	3489932,06	102,41	<,0001
Error	43	1465384,05	34078,70		
Total	46	11935180,21			

Coef. Var.	Media General
2,027878	9103,319

Tabla 12: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	131,2491764	43,7497255	668,79	<,0001
Error	43	2,8128808	0,0654158		
Total	46	134,0620573			

Coef. Var.	Media general
1,962622	13,03181

Tabla 13: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	3281,047570	1093,682523	668,40	<,0001
Error	43	70,359684	1,636272		
Total	46	3351,407254			

Coef. Var.	Media general
1,963150	65,15896

Tabla 14: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	472483,7924	157494,5975	668,39	<,0001
Error	43	10132,2643	235,6341		
Total	46	482616,0567			

Coef. Var.	Media general
1,963193	781,9087

Tabla 15: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/PVF$^{0.75}$) (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	38,15613130	12,71871043	159,25	<,0001
Error	43	3,43432658	0,07986806		
Total	46	41,59045787			

Coef. Var.	Media general
3,640835	7,762213

Tabla 16: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/PVF^{0,75}) (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	953,914250	317,971417	159,22	<,0001
Error	43	85,874149	1,997073		
Total	46	1039,788399			

Coef. Var.	Media general
3,641174	38,81106

Tabla 17: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (g/PVF^{0,75}) (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	137366,2128	45788,7376	159,21	<,0001
Error	43	12366,4365	287,5915		
Total	46	149732,6492			

Coef. Var.	Media general
3,641252	465,7334

Tabla 18: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (% de PV) (g/día) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	8,04887979	2,68295993	281,55	<,0001
Error	43	0,40975302	0,00952914		
Total	46	8,45863281			

Coef. Var.	Media general
3,647795	2,676064

Tabla 19: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (% de PV) (g/semana) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	201,1934164	67,0644721	281,50	<,0001
Error	43	10,2443092	0,2382397		
Total	46	211,4377256			

Coef. Var.	Media general
3,647846	13,38045

Tabla 20: Análisis de varianza y coeficiente de variación del consumo de MS (% de PV) (g/periodo total) de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	28973,07857	9657,69286	281,47	<,0001
Error	43	1475,41433	34,31196		
Total	46	30448,49290			

Coef. Var.	Media general
3,648137	160,5653

Tabla 21: Análisis de varianza y coeficiente de variación del incremento de peso medio diario, (g) de cuyes alimentados con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	5,76738109	1,92246036	29,35	<,0001
Error	43	2,81632955	0,06549604		
Total	46	8,58371064			
Coef. Var.		**Media general**			
4,742659		5,396170			

Tabla 22: Análisis de varianza y coeficiente de variación del incremento de peso medio semanal (g) de cuyes alimentados con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa.*

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	144,4314862	48,1438287	29,52	<,0001
Error	43	70,1389053	1,6311373		
Total	46	214,5703915			
Coef. Var.		**Media general**			
4,733654		26,98043			

Tabla 23: Análisis de varianza y coeficiente de variación de la ganancia de peso vivo (g) de cuyes alimentados con FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* en *Cavia porcellus* destetados.

FV	gl	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	3	20792,19826	6930,73275	29,49	<,0001
Error	43	10106,22727	235,02854		
Total	46	30898,4255			
Coef. Var.		**Media general**			
4,735100		323,7660			

Tabla 24: Medias y desviaciones estándares del consumo de ración de FVH (g/día) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
Consumo de ración de FVH (g/d)	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	163,93±2,06 A	153,07±3,66 B	145,78±3,88 C	152,33±1,52 B	151,72±2,98

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 25: Medias y desviaciones estándares del consumo de MS de FVH (g/día) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
Consumo de ración de MS de FVH (g/d)	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	15,56±0,20 A	12,83±0,29 B	12,80±0,33 B	10,92±0,18C	13,03±0,25

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 26: Medias y desviaciones estándares del consumo de consumo MS de FVH con respecto a su peso metabólico (g/PVF^{0,75}) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
Consumo de ración de MS de FVH (g/PVF^{0,75}) (g/d)	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	8,94±0,30 A	8,02±0,37 A	7,67±0,23 B	6,45±0,21 C	7,76±1,11

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 27: Medias y desviaciones estándares del consumo de MS de FVH con respecto a su peso vivo (% de PV) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
Consumo de ración de MS de FVH(%/PV) (g/d)	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	3,35±0,11 A	2,48±0,12 B	2,61±0,10 B	2,25±0,06 B	2,67±0,09

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 28: Medias y desviaciones estándares del peso final (g) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
Peso final (g)	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	627,58±5,05C	677,36±19,57A	645,67±11,50B	628,75±12,69 C	644,15±12,20

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 29: Medias y desviaciones estándares del incremento de peso medio diario (g) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
Incremento de peso(g/d)	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	5,07±0,10B	5,97±0,36 A	5,45±0,26A	5,14±0,24 B	5,39±0,24

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 30: Medias y desviaciones estándares del incremento de peso medio semana (g) en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
Incremento de peso(g/s)	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	25,35±0,50C	29,87±1,80 A	27,24±1,31B	25,70±1.20 C	26,98±1,21

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 31: Medias y desviaciones estándares de la ganancia de peso (g de ganancia de peso en periodo total) en función a las proporciones de sustitución de FVH *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados.

	Proporciones de sustitución (%)				
	T_0	T_1	T_2	T_3	
	Cebada 100 %	Cebada 40 % + Vicia 60 %	Cebada 60 % + Vicia 40 %	Vicia 100 %	$\bar{X}$
Ganancia de peso g/pt	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE	$\bar{X}$ ± DE
	304,17±6,04C	358,45±21,61 A	326,92±15,79B	308,42±14,44 C	323,76±14,46

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad; en función a las proporciones de sustitución de FVH de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa*. Los números indican medias ajustadas por el LS Means.

Tabla 32: Costos de alimentación.

Costos de Alimentación						
	T_0	T_1		T_2		T_3
	Cebada 100 %	**Cebada 40%**	**Vicia 60 %**	**Cebada 60%**	**Vicia 40%**	**Vicia 100%**
Valor de semilla s/kg	2.10	0.84	4.20	1.26	2.8	7
Valor de solución nutritiva s/	0.5	0.5		0.5		0.5
Valor del agua s/l	0.10	0.10		0.10		0.10
Valor total s/	2.7	5.64		4.66		7.60

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos en el periodo experimental.

Fotografías Obtenidas Durante el Desarrollo del Proyecto de Investigación

Foto 1. Limpieza y trazado de área de construcción del invernadero y galpón de cuyes

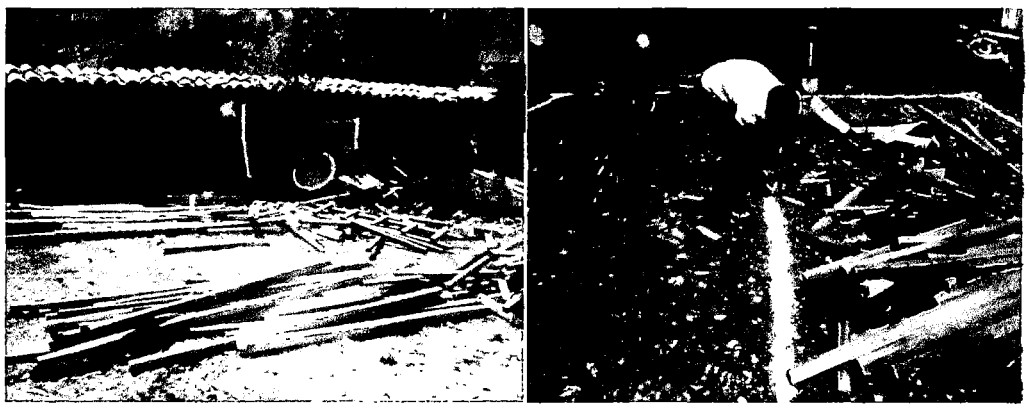


Foto 2. Construcción del invernadero y del galpón de cuyes.

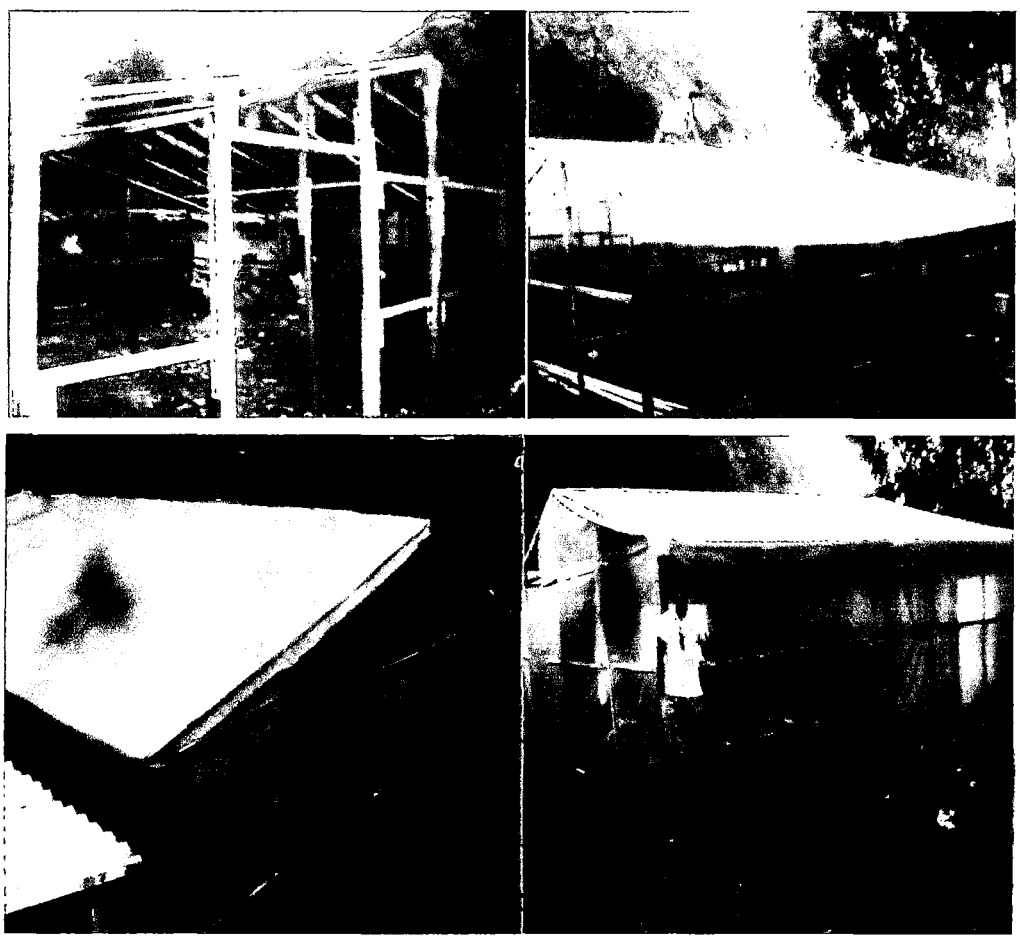


Foto 3. Construcción de anaqueles para hidroponía.

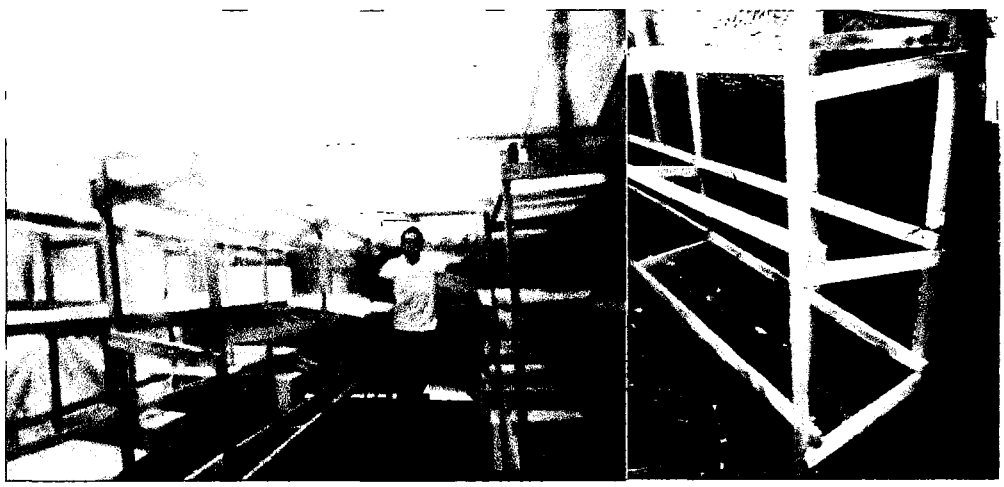
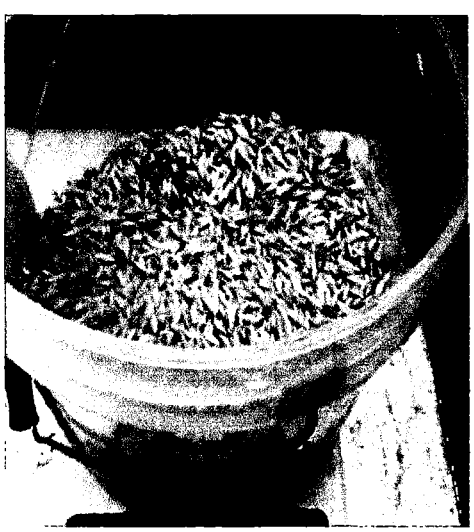


Foto 4. Construcción de jaulas.

Foto 5. Insumos utilizados.

Cebada UNA 80



Vicia Sativa

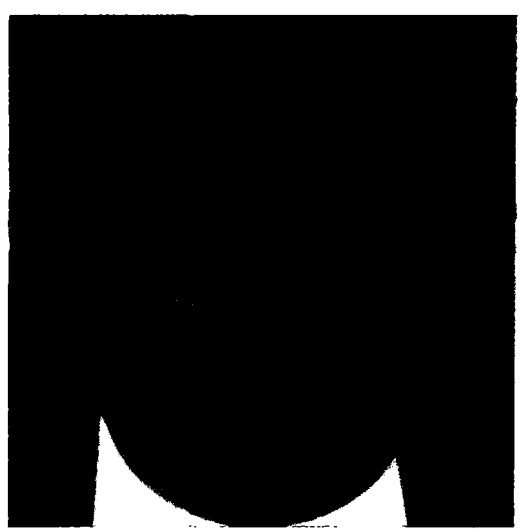


Foto 6. Toma de medida del pH del agua a utilizar en el proyecto.

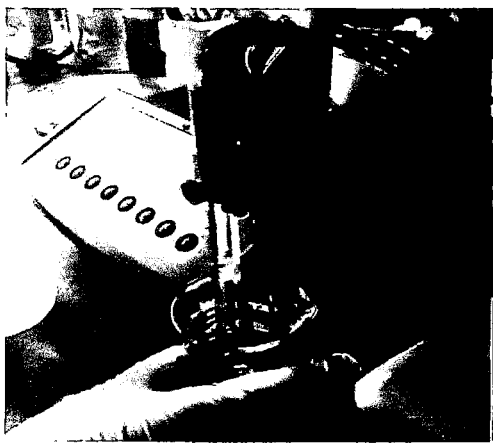


Foto 7. Comparación de la balanza Analítica y la balanza para el proyecto.

Foto 8. Porcentaje de germinación de cebada y vicia.

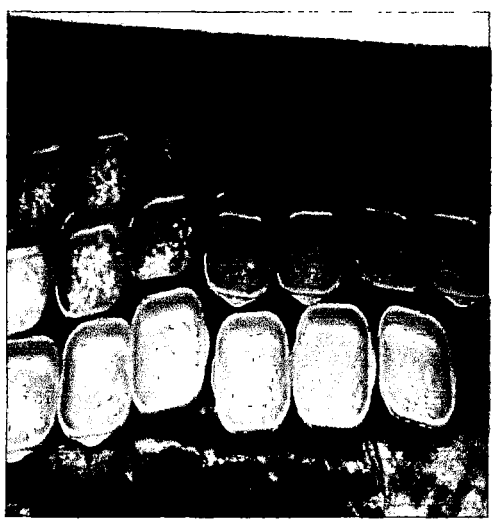


Foto 9. Soluciones hidropónicas la molina.

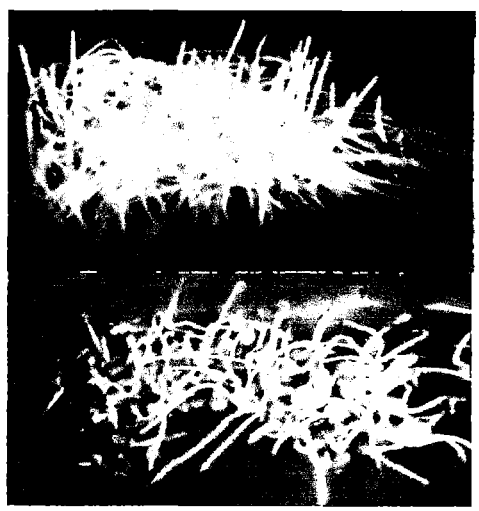
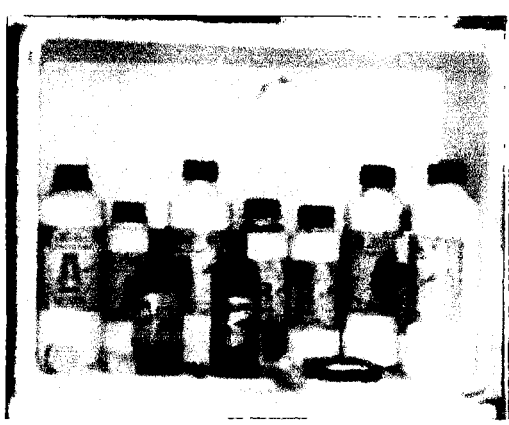


Foto 10. Lavado y remojado de semillas.



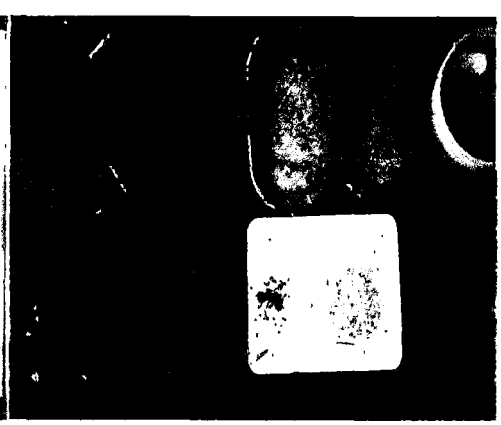


Foto 11. Germinado de semillas.

Foto 12. FVH de Cebada.

Foto 13. FVH de Vicia.

Foto 14. Cosecha de FVH.

FVH de Cebada **FVH de Vicia**

Foto 15. Oreado de FVH.

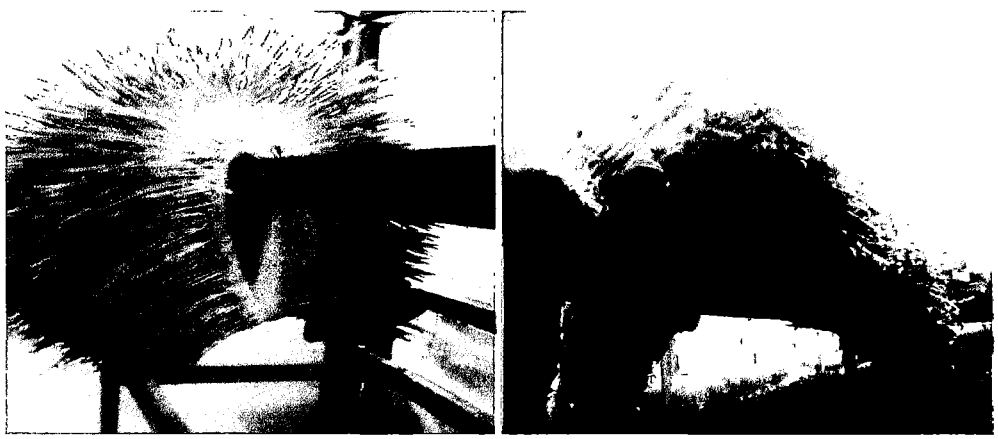


Foto 16. Limpieza y desinfección de jaulas. **Foto 17.** Cal viva en ambas puertas.

Foto 18. Distribución al azar de los cuyes para cada uno de los tratamientos y en cada jaula individual.

Foto 19. Pesado inicial de los cuyes

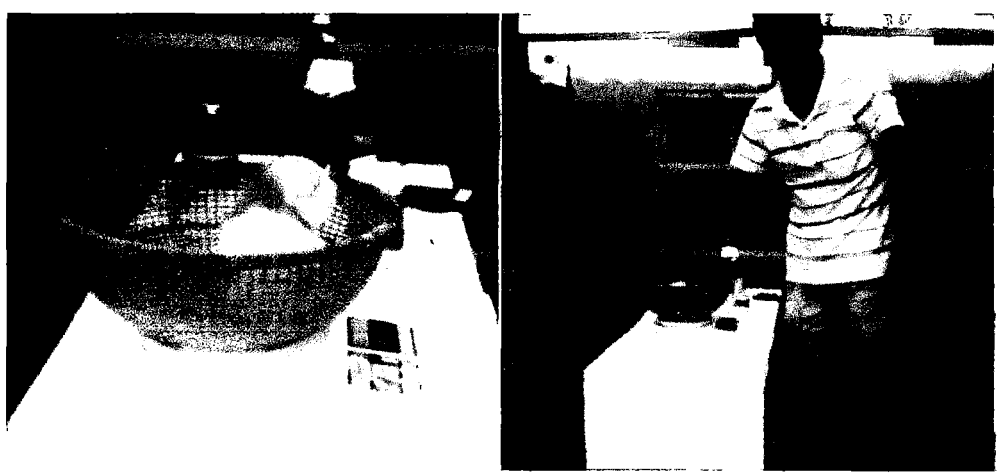


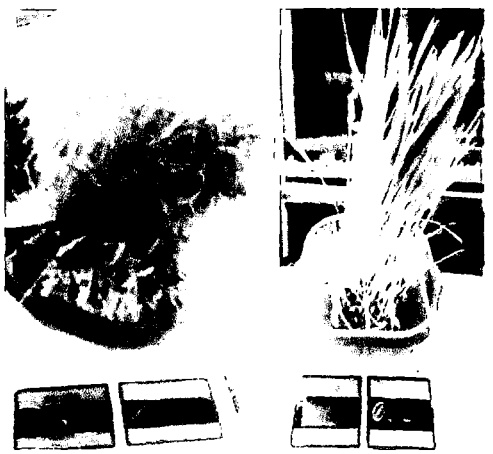
Foto 20. Botiquín para los cuyes

Foto 21. Desparasitado de cuyes

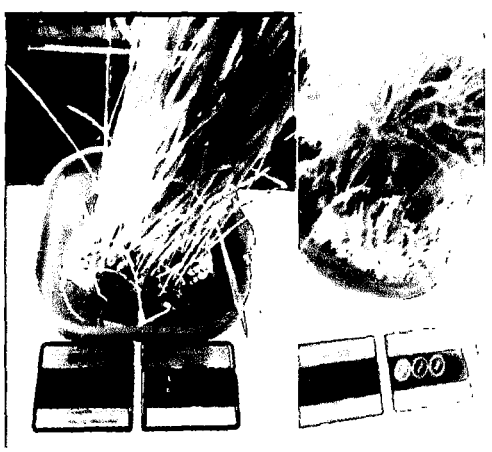
Foto 22. Peso de la dieta ofrecida en proporciones a suministrar en dos raciones durante el día en la alimentación a los cuyes.

T_0. 100 % Cebada (200 g)

T_1 60 % Vicia (120 g) + 40% Cebada (80 g)



T_2 60 % Cebada (120 g) + 40 % Vicia (80 g)



T_3 100 % Vicia (200 g)

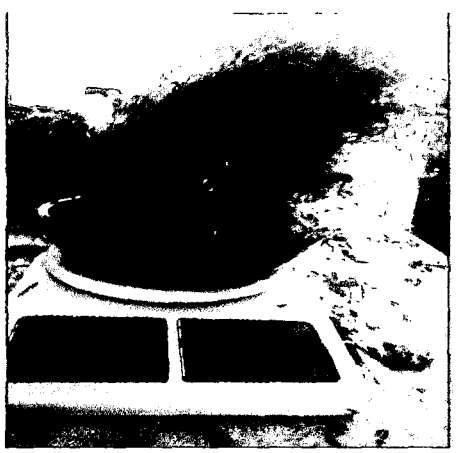
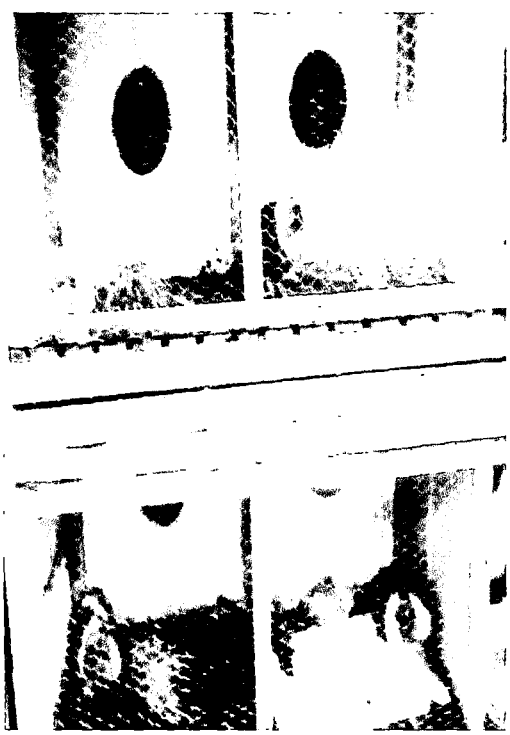


Foto 23. Alimentación de los cuyes

T_0. 100 % Cebada

T_1. 60 % Vicia + 40% Cebada

T_2. 40 % Vicia + 60% Cebada



T_3. 100% Vicia

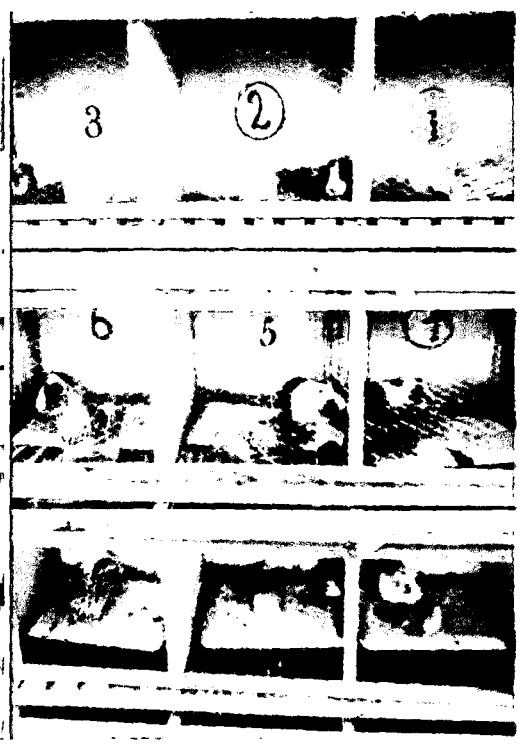


Foto 24. Toma de Temperatura con el Higrómetro en el galpón de cuyes y en el invernadero

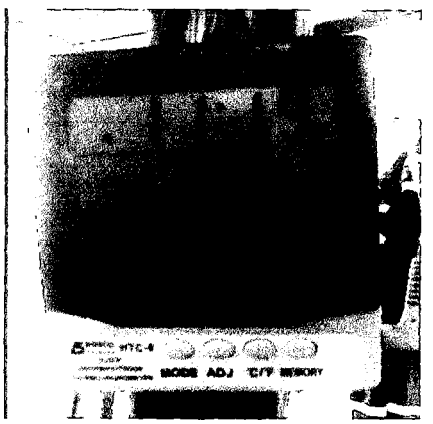
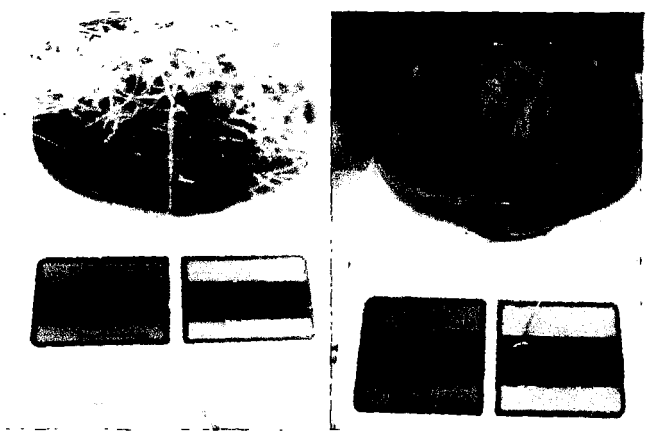


Foto 25. Limpieza de las jaulas

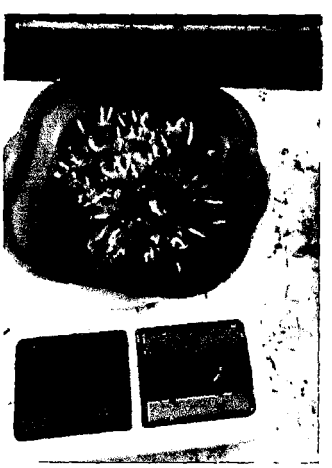
Foto 26. Peso restante de la dieta ofrecida

T_0. 100 % Cebada

T_1. 60 % Vicia + 40% Cebada



T_2 60 % Cebada + 40 % Vicia



T_3 100 % Vicia

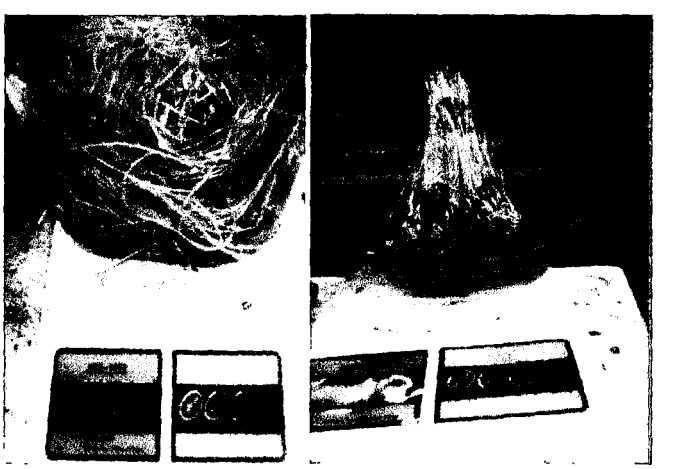
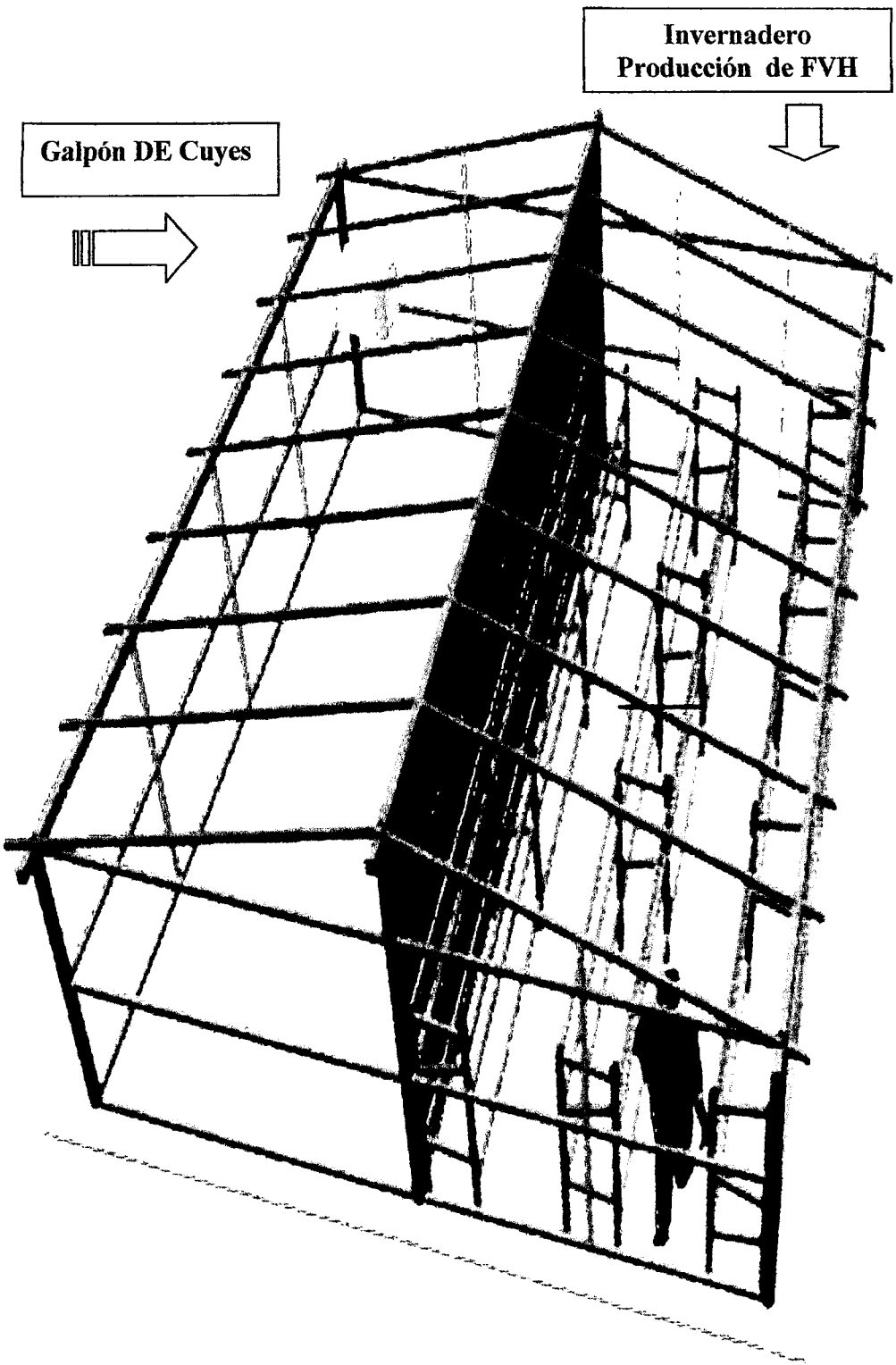


Foto 27. Pesado semanal de los cuyes

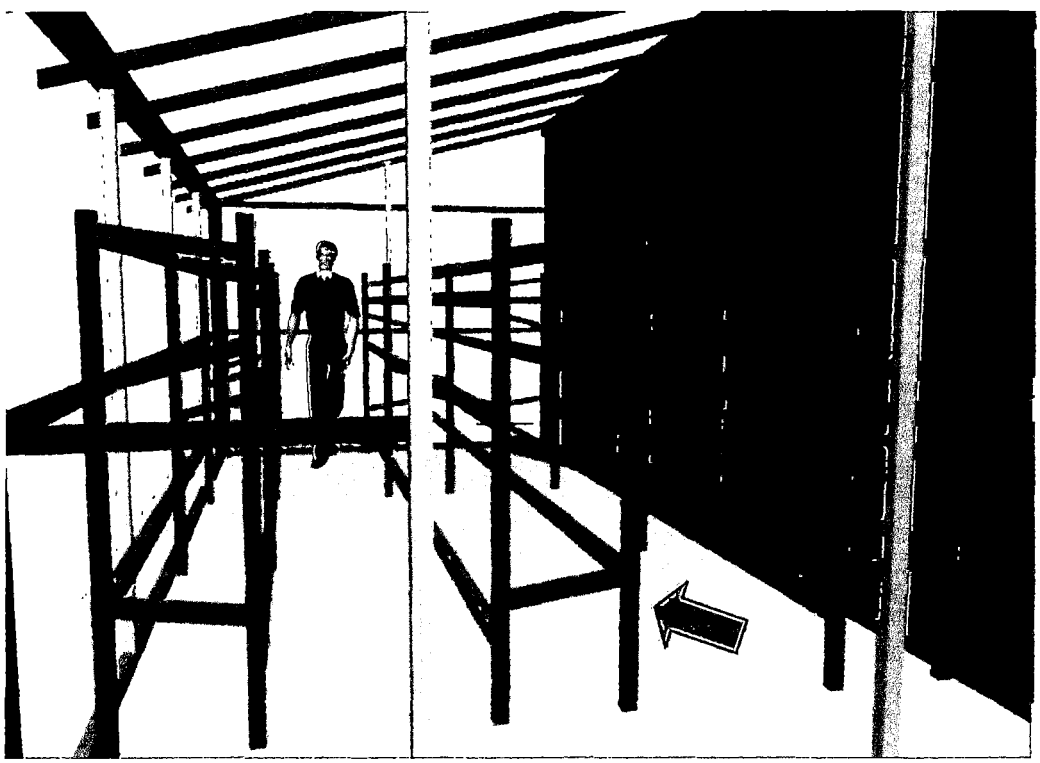
Foto 28. Determinando materia seca de FVH de la Cebada y Vicia

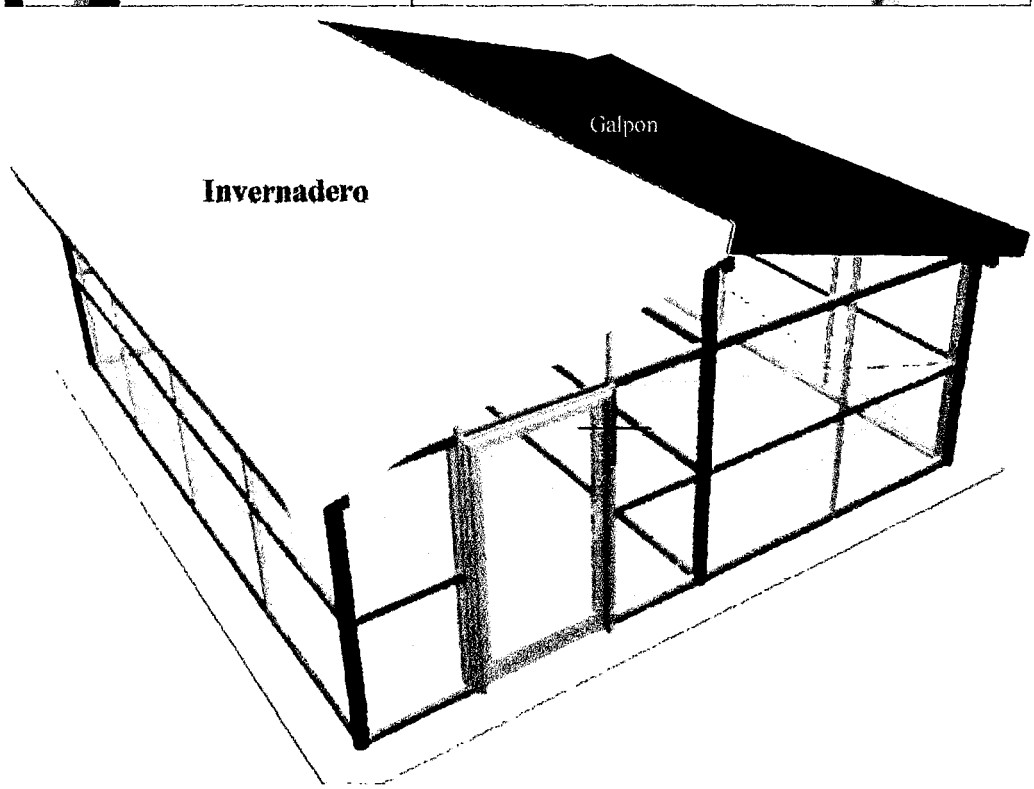
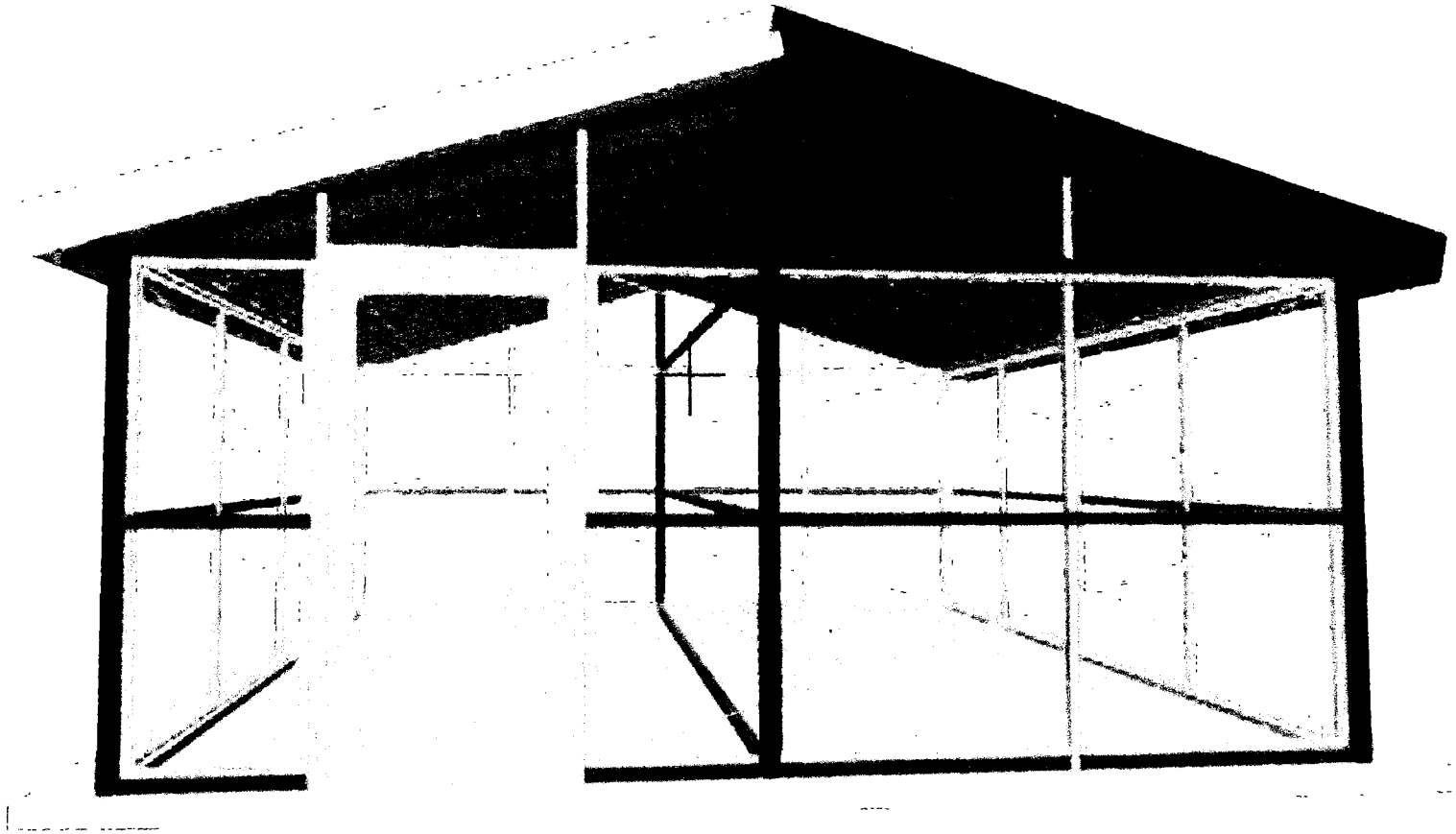
Foto 29. Muerte de cuyes por salmonelosis **Foto 30.** Necropsia de cuyes

Diseño del invernadero y galpón de cuyes en el programa Archicad



Anaqueles de 3 pisos con caída para la producción de FVH





Estructura del galpon e invernadero del trabajo de investigación "Efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de cebada consociado a la vicia sobre la ganancia de peso de cuyes destetados"