

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis previa a la obtención del Título de
INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL A DIFERENTES
CONCENTRACIONES EN LA PRODUCCIÓN DE CEBADA (*Hordeum
vulgare*) Y MAÍZ (*Zea mays*) HIDROPÓNICO COMO UNA ALTERNATIVA
DE APROVISIONAMIENTO DE FORRAJE PARA CUYES (*Cavia porcellus*)
EN LAS ETAPAS DE DESARROLLO Y ENGORDE. GUAYLLABAMBA –
ECUADOR 2012.**

AUTOR:

JOSÉ VICENTE JUMBO CHUQUIMARCA

DIRECTOR:

Ing. JANSS BELTRÁN

Quito, Marzo del 2014.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del Autor.

Quito, Marzo del 2014

(f)_____

JOSÉ VICENTE JUMBO CHUQUIMARCA

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y por permitirme cumplir este sueño, que al inicio parecía inalcanzable. Gracias por brindarme la sabiduría, la perseverancia y sobre todo las fuerzas para poderlo cumplir.

A mí querida madre Teresa y a mi padre José, por darme su amor, su apoyo, su tiempo y saberme exigir, en los momentos en que decaía; y sobre todo por presionarme para que vaya alcanzando las metas que me he propuesto.

A mis queridos hermanos Johana, Klever y Carlos; por todo el apoyo y cariño brindado. Muchas gracias queridos hermanos.

A una persona muy especial y maravillosa, gracias por todo tu apoyo Cecy.

Dedicado a mis queridos tíos Delfina, Miguel y José gracias por su apoyo ustedes fueron un pilar fundamental para cumplir este sueño.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana, y en especial a todo el personal docente de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por transmitirme sus conocimientos y experiencias en esta etapa de mi vida.

Al Zoológico de Quito en Guayllabamba, por abrirme sus puertas y a la vez permitirme realizar mi trabajo de investigación, y en especial al Dr. Pablo Arias Director del Departamento de Bienestar Animal.

Al Ing. Janss Beltrán, a la Dra. Nancy Bonifaz por su gran aporte en este trabajo; para culminar un sueño anhelado. De igual manera doy gracias al resto del Personal Docente de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria por su apoyo

A mis queridos amigos Jenny, Deysi, Gaby, Janeth, Gloria, Mauricio, Gonzalo, Fernando, Francisco, Javier, Cristhian, por brindarme su amistad incondicional; por compartir gratos momentos dentro y fuera las aulas.

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	18
2 OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo General:	21
2.2 Objetivos Específicos:.....	21
3 MARCO TEÓRICO.....	22
3.1 Proceso de la digestión anaerobia	22
3.2 Bacterias que intervienen en el proceso de digestión.....	22
3.2.1 Bacterias hidrolíticas.....	23
3.2.2 Bacterias acetogénicas	23
3.2.3 Bacterias homoacetogénicas	23
3.2.4 Bacterias metanogénicas	23
3.2.5 Etapas de digestión anaerobia	24
3.2.6 Hidrólisis y fermentación.....	24
3.2.7 Acetogénesis y deshidrogenación	24
3.2.8 Metanogénesis.....	24
3.3 Biol.....	25
3.3.1 Características del biol	25
3.3.2 Formación del biol	26
3.3.3 Relación Carbono – Nitrógeno	27
3.3.4 Usos y aplicaciones del biol.....	28
3.3.5 Ventajas en el uso del biol	28
3.4 Forraje hidropónico.....	29
3.4.1 Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico	30
3.4.1.1 Absorción del agua.....	30
3.4.1.2 Movilización de nutrientes.....	30
3.4.1.3 Crecimiento y diferenciación	30
3.4.2 Unidades hidropónicas forrajeras.....	31
3.5 Cuyes.....	31
3.5.1 Descripción zoológica.....	31
3.5.2 Digestión del cuy.....	31
3.5.3 Necesidades nutritivas del cuy	32
3.5.3.1 Proteína	33
3.5.3.2 Fibra	33

3.5.3.3	Energía	33
3.5.3.4	Grasa	34
3.5.3.5	Agua	34
3.5.3.6	Minerales.....	35
3.5.4	Actividad cecotrófica	35
3.5.5	Métodos de alimentación	36
3.5.5.1	Alimentación con forraje.....	36
3.5.5.2	Alimentación mixta.....	36
3.5.5.3	Alimentación a base de concentrado.....	37
3.5.6	Manejo del cuy.....	37
3.5.6.1	Recría I o cría	37
3.5.6.2	Recría II o engorde.....	38
3.6	Enfermedades	38
3.6.1	Yersiniosis.....	38
3.6.2	Neumonía	39
3.6.3	Colibacilosis.....	39
3.6.4	Salmonelosis	39
3.6.5	Pasteurelisis.....	40
4	UBICACIÓN	41
4.1	Ubicación Política Territorial.....	41
4.2	Ubicación Geográfica.....	41
4.3	Condiciones Climáticas.....	41
5	MATERIALES Y MÉTODOS	42
5.1	Materiales.....	42
5.2	Métodos.....	44
5.2.1	Evaluación del efecto del biol en la producción de forraje hidropónico de cebada y maíz.....	44
5.2.1.1	Diseño Experimental.....	44
5.2.1.2	Tratamientos.....	44
5.2.1.3	Unidad experimental	45
5.2.1.4	Variables y métodos de evaluación.....	46
5.2.1.4.2	Porcentaje de germinación	46
5.2.1.4.3	Rendimiento de biomasa en materia verde.	46
5.2.1.4.4	Rendimiento de biomasa en materia seca	47
5.2.1.4.5	Composición química y valor nutritivo.....	47

5.2.1.5	Pruebas de significancia estadística	47
5.2.1.6	Croquis del ensayo	48
5.2.1.7	Manejo específico del experimento	49
5.2.1.7.1	Obtención del biol	49
5.2.1.7.2	Producción de forraje hidropónico.....	49
5.2.2	Evaluación del efecto del forraje hidropónico en las etapas de desarrollo y engorde de los cuyes (<i>Cavia porcellus</i>)	51
5.2.2.1	Diseño Experimental.....	51
5.2.2.2	Tratamientos.....	51
5.2.2.3	Unidad Experimental	52
5.2.2.4	Variables y métodos de evaluación.....	52
5.2.2.4.1	Incremento de peso	52
5.2.2.4.2	Conversión alimenticia.....	53
5.2.2.4.3	Peso a la canal	53
5.2.2.4.4	Rendimiento a la canal	53
5.2.2.4.5	Mortalidad	54
5.2.2.4.6	Pruebas de significancia estadística	54
5.2.2.4.7	Croquis del ensayo	54
5.2.2.4.8	Manejo específico del experimento	55
6.1	Primer ensayo, evaluación del efecto del biol en la producción de forraje hidropónico.	56
6.1.1	Tiempo de germinación.....	56
6.1.2	Porcentaje de germinación.	58
6.1.2.1	MAÍZ	58
6.1.2.2	CEBADA	61
6.1.3	Rendimiento de materia seca.	63
6.1.4	Composición Química y Valor Nutritivo.....	67
6.2	Segundo ensayo, determinación del efecto del forraje hidropónico obtenido con biol en la alimentación de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde.....	70
6.2.1	Incremento de peso.	70
6.2.2	Conversión alimenticia.....	76
6.2.3	Peso a la canal	79
6.2.4	Rendimiento a la canal	81
6.3	Costos de producción	83

7 CONCLUSIONES	84
8 RECOMENDACIONES	86
9 RESUMEN.....	87
SUMMARY	88
10 BIBLIOGRAFÍA	89
11 ANEXOS	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz (<i>Zea mays</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>). Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	57
Gráfico 2. Promedio de tratamientos para la variable porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	60
Gráfico 3. Porcentaje de germinación de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	62
Gráfico 4. Promedio de rendimiento de materia seca de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	65
Gráfico 5. Resultados del análisis bromatológico de la cebada producida con 0%, 40% y 60% de biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	68
Gráfico 6. Incremento de peso durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	73
Gráfico 7. Conversión alimenticia durante ocho semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	78
Gráfico 8. Promedio del peso a la canal para tratamientos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	80
Gráfico 9. Promedio de tratamientos para rendimiento a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis Químico del Biol.	26
Cuadro 2. Materia prima (estiércol/agua) para la elaboración del biol.....	27
Cuadro 3. Relación materia prima – agua para la elaboración del biol.	27
Cuadro 4. Diluciones de biol para aplicación al follaje.	28
Cuadro 5. Necesidades nutricionales acordes con las funciones productivas.....	32
Cuadro 6. Materiales y equipos utilizados en las diferentes etapas de la investigación en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	42
Cuadro 7. Codificación y descripción de los tratamientos probados en la investigación en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	45
Cuadro 8. Codificación y descripción de los tratamientos probados en la investigación en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	52
Cuadro 9. Porcentajes de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz y cebada. Guayllabamba – Ecuador 2012.	56
Cuadro 10. Análisis de varianza para porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	59
Cuadro 11. Promedio de tratamientos y variaciones de acuerdo al tratamiento testigo (T1 0% de biol) para la variable porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	59
Cuadro 12. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	61

Cuadro 13. Muestra el porcentaje de germinación de la cebada con el promedio de los tratamientos y sus rangos estadísticos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	62
Cuadro 14. Análisis de varianza para evaluar la variable, rendimiento de materia seca por 0,30 metros cuadrados de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	64
Cuadro 15. Promedio de tratamientos para porcentaje de germinación y rendimiento de materia seca (g/0,30 m ²) de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	65
Cuadro 16. Composición bioquímica del biol proveniente de estiércol + alfalfa (BEA).	66
Cuadro 17. Resultado del Análisis Bromatológico de la cebada producida con 0%, 40% y 60% de biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	68
Cuadro 18. ADEVAs y prueba de separación de medias Tukey 5% para la variable incremento de peso en gramos, durante ocho semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	71
Cuadro 19. Incrementos y diferencias de peso (g), generados por cada uno de los tratamientos durante las 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”..	72
Cuadro 20. Resultado del Análisis Bromatológico de la cebada producida con 60% y 40% de biol y alfalfa (testigo) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”..	74

Cuadro 21. ADEVAs para consumo de proteína durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	74
Cuadro 22. ADEVAs para consumo de fibra durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	75
Cuadro 23. ADEVAs para consumo de grasa durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	75
Cuadro 24. ADEVAs y rangos de significancia estadística según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para conversión alimenticia durante ocho semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	77
Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable peso a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	79
Cuadro 26. Promedio del peso (g) a la canal para tratamientos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	80
Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable rendimiento a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	81
Cuadro 28. Promedio de tratamientos para rendimiento a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	82

Cuadro 29. Evaluación económica (beneficio/costo), para tratamientos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	83
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis del biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	92
Anexo 2. Determinación del tiempo de germinación de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	92
Anexo 3. Determinación del tiempo de germinación de maíz (<i>Zea mays</i>).	93
Anexo 4. Preparación y obtención del biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	93
Anexo 5. Elaboración de las bandejas, recubriéndolas con plástico en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	94
Anexo 6. Desinfección de cebada y maíz con hipoclorito de sodio al 2% en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	94
Anexo 7. Recipientes con las diferentes concentraciones de biol usadas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	95
Anexo 8. Verificando el funcionamiento del sistema de riego en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	95
Anexo 9. Porcentaje de germinación de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	96
Anexo 10. Porcentaje de germinación del maíz (<i>Zea mays</i>) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	96

Anexo 11. Obtención de la alícuota de biomasa en verde para enviarlas al laboratorio en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	97
Anexo 12. Identificación de las muestras de cebada antes de ingresar a la estufa en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	97
Anexo 13. Producción de materia verde (kg) de cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	98
Anexo 14. Maíz – Producción de materia verde (kg) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	98
Anexo 15. Desinfección de jaulas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	99
Anexo 16. Siembra a diferentes tiempos de cebada hidropónica en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	99
Anexo 17. Cuyes alimentándose con cebada hidropónica, alfalfa y balanceado, en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	100
Anexo 18. Pesaje de un cuy faenado, sin vísceras en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	100
Anexo 19. INIAP CAÑICAPA 2003; Recomendaciones generales para el manejo del cultivo.	101
Anexo 20. INIAP 180; Nueva variedad de maíz de alto rendimiento.	101
Anexo 21. Resultados experimentales que muestran los porcentajes de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz (<i>Zea mays</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	102

Anexo 22. Resultados experimentales de la variable porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	102
Anexo 23. Resultados experimentales de la variable porcentaje de germinación de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	103
Anexo 24. Resultados experimentales de la variable rendimiento de materia verde de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	103
Anexo 25. Resultados experimentales de materia seca (g) de la especie vegetal cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	104
Anexo 26. Resultados del análisis bromatológico (AGROCALIDAD) de la muestra alfalfa en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.....	104
Anexo 27. Resultados del análisis bromatológico (AGROCALIDAD) de las tres muestras de cebada con concentraciones de 60%, 40% y 0% de biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	105
Anexo 28. Resultados experimentales de la variable incremento de peso (g) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	107
Anexo 29. Resultados experimentales del consumo de proteína en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	108

Anexo 30. Resultados experimentales del consumo de fibra en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	109
Anexo 31. . Resultados experimentales del consumo de grasa en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	110
Anexo 32. Resultados experimentales del consumo de (cebada al 60% + balanceado); (cebada al 40% + balanceado) y (alfalfa + balanceado) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	111
Anexo 33. Resultados experimentales de la variable conversión alimenticia en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	113
Anexo 34. Resultados experimentales de la variable peso a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) y maíz (<i>Zea mays</i>) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.	113

1 INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen problemas de alimentación en la mayoría de los animales que dependen de los forrajes, ya sean estos gramíneas o leguminosas, dichos inconvenientes se suscitan en especial cuando hay escasez de lluvia, donde disminuye la producción de materia verde fuente primaria para la alimentación. La reducción de agua crea en la planta disminución de crecimiento, baja cantidad de proteína, vitaminas y minerales.

La alimentación animal juega un papel muy importante en cualquier explotación pecuaria, la materia verde ayuda en el mantenimiento, crecimiento y la reproducción, ya que si el alimento es bajo en su valor nutricional, perjudicará a nuestra explotación.

Una alternativa a estos inconvenientes consiste en la producción hidropónica de forraje, que permite ahorro de agua y propicia a las plantas condiciones controladas especialmente características adversas del suelo.

La producción hidropónica de forraje es una alternativa para la alimentación de animales monogástricos y poligástricos, y constituye una solución para agricultores que cuentan con pequeños espacios para la producción de alimento; además el forraje hidropónico ayuda a cubrir mejor las necesidades nutricionales de los animales; con la inversión de poco dinero.

Según la FAO Existen algunos reportes, con respecto a los rendimientos obtenidos, así se han reportado relaciones de 1 a 7, es decir que por cada kilogramo de semilla sembrada se han logrado 7 kilogramos de forraje hidropónico y en otros casos relaciones de 1 a 15. En un ensayo en México se demuestra que el rendimiento de forraje en maíz da una relación de 1 a 6 kilogramos; y un ensayo realizado por (FALCONES, 2000) en el Ecuador, Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui,

Parroquia Sangolquí, demuestra que el rendimiento obtenido sin la utilización de solución nutritiva en cebada fue de 6,3 kilogramos por kilogramo de semilla sembrada.

Los forrajes hidropónicos son de buena calidad para la alimentación de cuyes, ya que estos cubren sin ningún problema sus requerimientos nutritivos en las diferentes etapas de producción. Un cuy requiere 14% de proteína y 2800 kilocalorías por kilogramo de peso vivo; la cebada hidropónica tiene 14,2% de proteína y en energía 3805 kilocalorías por kilogramo de materia seca y el maíz hidropónico tiene 17.7% de proteína y 3970 kilocalorías por kilogramo de peso vivo(FALCONES, 2000).

Según(IZQUIERDO, 2005); El crecimiento de forraje hidropónico bajo condiciones ambientales controladas es de 8 a 15 días en el que la planta alcanza una altura promedio de 20 a 25 cm de altura. Las semillas que utilizan en hidroponía de cebada, avena, maíz, trigo y sorgo.

Así mismo un forraje hidropónico produce mayor cantidad de materia verde que su equivalente bajo condiciones convencionales, son excelentes desde el punto de vista fitosanitario ya que no son atacados por plagas y enfermedades, y como ya se mencionó su producción tiene la ventaja que requiere pequeños espacios, pudiéndolos manejar en “niveles” si se hace en estanterías, además de tener una buena digestibilidad y palatabilidad.

Por otro lado es muy posible que la producción de forraje hidropónico se vea muy beneficiada en mezcla con biol ya que éste ayuda a estimular el desarrollo de las plantas, actúa sobre el follaje, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose en un aumento significativo de las cosechas(SUQUILANDA, 1996). Además que ayuda a disminuir el uso de los fertilizantes químicos, que son los causantes de la degradación de las áreas cultivables y muy perjudiciales para el medio ambiente.

En concordancia con lo expuesto, en la explotación de cuyes uno de los factores más importantes a tomarse en cuenta es la alimentación, siendo además la que genera el mayor gasto en la producción. Por tal motivo, se pretende buscar una forma más eficiente de producción de forraje en cuanto a espacio y valor nutritivo, a través de la evaluación del efecto del biol en la producción de cebada y maíz hidropónico como una alternativa para el aprovisionamiento de forraje para cuyes en las etapas de desarrollo y engorde, motivo por el cual se plantea la siguiente investigación, en base a los siguientes objetivos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

- Evaluar el efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde.

2.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la influencia del biol en la producción primaria y calidad del forraje hidropónico.
- Determinar los efectos del forraje hidropónico obtenido con biol en la alimentación en las etapas de desarrollo y engorde de los cuyes (*Cavia porcellus*).
- Realizar un análisis económico de la producción y el cálculo beneficio /costo.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Proceso de la digestión anaerobia

El proceso de digestión anaerobia está conformado por una serie de reacciones bioquímicas donde participan una gran variedad de microorganismos. Estos microorganismos cumplen la función de oxidar a una parte del carbono formando anhídrido carbónico mientras la otra parte la reducen para formar metano. (NOYOLA, 1997)

El método básico de la digestión anaerobia en un biodigestor consiste en alimentar al digestor con materiales orgánicos con un alto contenido de humedad y dejarlo reaccionar durante un periodo de tiempo, a lo largo del cual, en condiciones herméticas y químicamente favorables, el proceso bioquímico se lleva a cabo. A través de la acción bacteriana se descompone la materia orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie donde se acumule el gas.(VELASTEGUI, 1980)

En la digestión anaeróbica no todas las bacterias que intervienen en el proceso son bacterias que producen metano. En la parte inicial del proceso participan bacterias que tienen la función de degradar los compuestos orgánicos y convertirlos de esta manera en compuestos más sencillos que puedan ser asimilados por las bacterias productoras de metano. Por lo tanto, el exceso o la falta de cualquier grupo de bacterias así como su desempeño dentro del proceso pueden destruir el equilibrio y llevar al colapso el proceso de digestión.(TAYLHARDAT, 1986)

3.2 Bacterias que intervienen en el proceso de digestión

Las bacterias que intervienen en el proceso de digestión anaeróbico desde el inicio de la degradación hasta la producción de biogás son las que se detallan a continuación

3.2.1 Bacterias hidrolíticas

Se encargan de transformar a moléculas más sencillas sacáridos, proteínas, lípidos y demás componentes menores de la biomasa.

3.2.2 Bacterias acetogénicas

Productoras de hidrógeno, convierten a compuestos más simples ciertos ácidos grasos y productos finales neutros.

3.2.3 Bacterias homoacetogénicas

Este grupo de bacterias son las responsables del catabolismo de compuestos monocarbonados e hidrolizan también compuestos multicarbonados hacia la producción de ácido acético.(GUEVARA, 1996)

3.2.4 Bacterias metanogénicas

Son el último grupo de bacterias que intervienen en el proceso de la digestión anaerobia, estas desempeñan la función de transformar el acetato para producir metano. Estas bacterias son sumamente sensibles al oxígeno y solo pueden trabajar con compuestos sencillos. De igual forma el crecimiento y la reproducción de estas bacterias es muy lento. Estas bacterias son sensibles a los cambios de temperatura y a cambio del pH, por lo que se debe tener mucho cuidado en mantener constantes estos parámetros.(GUEVARA, 1996)

3.2.5 Etapas de digestión anaerobia

El proceso de digestión anaerobia en el cual intervienen las bacterias ya antes mencionadas, se desarrolla en tres etapas durante las cuales la biomasa se logra descomponer en compuestos más sencillos hasta llegar a los productos finales como el biogás y el biol.

3.2.6 Hidrólisis y fermentación

El grupo de bacterias fermentativas de esta primera etapa, como levaduras, protozoos y mohos, toman la materia orgánica que inicialmente está constituida por largas cadenas de estructuras carbonadas y se encargan de ir rompiendo los enlaces para transformarlas en cadenas más cortas y simples como los ácidos orgánicos liberando hidrógeno y dióxido de carbono.(ARTURO, 2007)

3.2.7 Acetogénesis y deshidrogenación

En esta etapa se produce la degradación de los ácidos orgánicos llevándolos a acetato, proceso en el que se libera hidrógeno y dióxido de carbono. Durante esta etapa el pH puede descender a valores menores a 6. Esta acción es llevada a cabo simultáneamente por bacterias anaerobias conocidas como acetogénicas y homoacetogénicas, estas últimas son un caso especial de bacterias acetogénicas que a diferencia de las anteriores en lugar de liberar hidrógeno lo consumen como sustrato, produciendo acetato como único producto.(ARTURO, 2007)

3.2.8 Metanogénesis

Esta última etapa es llevada a cabo por las bacterias metanogénicas que son estrictamente anaeróbicas, y son muy sensibles a los cambios de temperatura, por lo que en esta etapa se debe tener especial cuidado en mantener constante la temperatura. Durante esta etapa el pH se estabiliza en un rango de 6,5 a 7,5. Utilizando los compuestos formados en las etapas anteriores estas bacterias logran producir metano.(THERESA & KEARNEY, 1994)

3.3 Biol

El biol es un abono orgánico líquido producto de los procesos de digestión anaerobia. Además contiene nutrientes que son fácilmente asimilados por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes, convirtiendo a este residuo orgánico en un excelente fertilizante. Se encuentra constituido principalmente por la fracción orgánica que no es degradable anaeróbicamente. Su constitución puede variar mucho, dependiendo de las variaciones en el contenido de la materia orgánica utilizada para alimentar el biodigestor y del tiempo de residencia de dicho material.(FRAGELA, 2007)

3.3.1 Características del biol

El biol se encuentra compuesto por diversos productos orgánicos e inorgánicos, los cuales pueden ser utilizados tanto para la fertilización de suelos, así como para la alimentación de animales.(FRAGELA, 2007)

En el proceso de digestión anaeróbica se conservan en el efluente todos los nutrientes originales (N, P, K, Ca, Mg) de la materia prima, los cuales son esenciales para las plantas, mientras que se remueven solamente los gases generados (CH_4 , CO_2 , H_2S) que comprenden del 5% al 10% del volumen total del material de carga. Son estos los motivos por los cuales el biol posee características fertilizantes capaces de influenciar sobre plantas y cultivos, elevando su productividad. En la siguiente tabla se muestra de manera general la composición que posee el biol. Esta puede variar de manera significativa con respecto a sus componentes(ALVAREZ, 2010).

Cuadro 1. Análisis Químico del Biol.

Composición	Valor	Unidades
Nitrógeno	0.092	%
Fósforo	112.80	mg/L
Potasio	860.40	mg/L
Calcio	112.10	mg/L
Magnesio	54.77	mg/L
Cobre	0.036	mg/L
Manganeso	0.075	mg/L
Hierro	0.820	mg/L
Cobalto	0.024	mg/L
Boro	0.440	mg/L
Selenio	0.019	mg/L

Fuente:SUQUILANDA, M. 1996

3.3.2 Formación del biol

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, temperatura de la digestión (25-35°C), la acidez (pH) alrededor de 7,0 y las condiciones anaeróbicas del digestor se encuentra herméticamente cerrado.

Es importante considerar la relación de materia seca y agua, que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor de 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación.(SUQUILANDA, 1996)

3.3.3 Relación Carbono – Nitrógeno

Según SUQUILANDA, 1996 el desarrollo de los microbios que se encargan de la descomposición de los residuos orgánicos, necesitan de ciertas cantidades de carbono y nitrógeno. El carbono lo utilizan como fuente de energía y el nitrógeno en su propia estructura celular.

Los materiales que van a servir de alimento para los microorganismos deben de tener una relación de carbono – nitrógeno que esté entre 20:1 a 30:1 respectivamente.

Cuadro 2. Materia prima (estiércol/agua) para la elaboración del biol.

Materiales	Carbono % de peso total	Nitrógeno % de peso total	Relación C/N
Panca de arroz	42	0,63	67:1
Caña de maíz	40	0,75	53:1
Tallos de soya	41	1,30	32:1
Estiércol bovino fresco	7,3	0,29	25:1
Estiércol ovino fresco	16	0,55	29:1
Estiércol equino fresco	10	0,42	24:1
Estiércol porcino fresco	7,3	0,60	13:1
Alfalfa	35	2,90	12:1

Fuente: SUQUILANDA, M. 1996

Cuadro 3. Relación materia prima – agua para la elaboración del biol.

Fuente de estiércol	Estiércol	Cantidades utilizadas		
		%	Agua	%
Bovino	1 parte	50	1 parte	50
Porcino	1 parte	25	3 partes	75
Gallinaza	1 parte	25	3 partes	75

Fuente: SUQUILANDA, M. 1996

El tiempo de retención o permanencia de la biomasa en el biodigestor constituye el período que transcurre desde que ingresa el estiércol o biomasa hasta que sale por el tubo al depósito de descarga, cuyo producto se denomina bioabono. El tiempo de retención adecuado es de 38 a 90 días, considerando para ello la zona geográfica donde se desarrolla la digestión del material orgánico.(SUQUILANDA, 1996)

3.3.4 Usos y aplicaciones del biol

El biol puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajes, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicación dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y a la raíz.

El biol no debe ser utilizado puro cuando se va a aplicar al follaje de las plantas, sino en diluciones. Las diluciones recomendadas pueden ser desde el 25 al 75%. (SUQUILANDA, 1996)

Cuadro4. Diluciones de biol para aplicación al follaje.

Solución	Biol/litro	Agua/litro	Total/litros
25%	5	15	20
50%	10	10	20
75%	15	5	20

Fuente:SUQUILANDA, M. 1996

Las soluciones de biol al follaje, deben aplicarse unas 3 o 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 l/ha, dependiendo de la edad del cultivo y empleando boquillas de alta presión en abanico.

3.3.5 Ventajas en el uso del biol

El empleo del fertilizante orgánico sobre los cultivos, o la tierra misma, presenta una gran cantidad de ventajas, entre las que se destacan.

- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas.

- Estabiliza la aglomeración de partículas del suelo, logrando que resistan a la acción disgregadora del agua; absorbiendo las lluvias más rápidamente, evitando la erosión y conservando la humedad por más tiempo. La estructura porosa permite mayor aireación de la zona de raíces facilitando su respiración y crecimiento.(DECARA & SANDOVAL, 2004)
- Actúa como corrector de acidez, debido a su pH neutro (7.5). Con valores de pH altos se dificulta el desarrollo de hongos patógenos.(DECARA & SANDOVAL, 2004)
- Apoya la actividad microbiológica de los suelos.
- Incrementa la vigorosidad de los cultivos, permitiéndoles soportar de mejor manera los ataques de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima(DECARA & SANDOVAL, 2004).
- En los cultivos se generan incrementos en la producción y rendimiento.

3.4 Forraje hidropónico

El Forraje Verde Hidropónico es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. El FVH es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables.

El sistema de producción consiste en la germinación de granos (semillas de cereales y leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo durante un periodo de 8 a 15 días, en el que la semilla germinada alcanza una altura promedio de 20 a 25 cm de altura. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

La tecnología de FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje, que ofrece una alternativa muy valiosa para la producción rápida y simple de forraje verde en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. (IZQUIERDO, 2005)

3.4.1 Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico

Según (FALCONES, 2000), en el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de transformaciones cuantitativas y cualitativas importantes. El embrión de la futura planta despierta de su estado latente, provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula capaz de captar energía del sol y absorber elementos minerales. En este proceso se pueden diferenciar tres fases importantes:

3.4.1.1 Absorción del agua.

Durante esta fase se inicia la actividad vital de la semilla, la misma que va aumentando su volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha. Se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias comienzan una serie de reacciones que hacen que el embrión se desarrolle.(CARBALLO, 2000)

3.4.1.2 Movilización de nutrientes.

Los cotiledones se van reduciendo mientras la planta consume las reservas, el alimento almacenado en ellos es digerido por la acción del agua, se descompone en la respiración y en el desarrollo de nuevas estructuras. Los alimentos almacenados en los cotiledones generalmente se encuentran en cantidades suficientes para sostener el crecimiento de las plántulas.(CARBALLO, 2000)

3.4.1.3 Crecimiento y diferenciación

El crecimiento y diferenciación transcurren paralelamente. Cuando aparecen las raíces y las primeras hojas la planta está capacitada para obtener los nutrientes del

medio externo y demás elementos para fabricar su propio alimento, por lo cual deben existir condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrición.(COLJAP)

3.4.2 Unidades hidropónicas forrajeras

Según (SANTOS, 1997), el cultivo de cereales con una solución de nutrientes en una cámara cerrada controlada ambientalmente o unidad, ha tomado una importancia comercial como base de producción de hierba fresca para alimentar a los animales a lo largo de todo el año.

3.5 Cuyes

3.5.1 Descripción zoológica

- Orden: Rodentia
- Suborden: Hystricomorpha
- Familia: Caviidae
- Género: Cavia
- Especie: Cavia apereaapereaErxleben
 - Cavia apereaapereaLichtenstein
 - Cavia cutleriKing
 - Cavia porcellusLinnaeus
 - Cavia cobaya(MORENO)

3.5.2 Digestión del cuy

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo.(CHAUCA, 1993)

Es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde se inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajo o medios en proteína.(CHAUCA, 1993)

3.5.3 Necesidades nutritivas del cuy

La alimentación de cuyes requiere de proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua, en niveles que dependen del estado fisiológico, la edad y el medio ambiente donde se crían los cuyes. En cuanto a las grasas, éstas son fuentes de calor y energía y si no se cuentan con ellas, esto produce retardo de crecimiento y enfermedades como dermatitis, úlceras en la piel y anemias. (SALINAS, 2002)

Entre los principales minerales que deben ser incluidos en las dietas de los cuyes en producción son: calcio, fósforo, magnesio y potasio. El desbalance de uno de éstos en la dieta provoca un crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y una alta mortalidad(SALINAS, 2002).

Cuadro 5. Necesidades nutricionales acordes con las funciones productivas.

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
Energía Digestible	kcal/kg)	2800	3000	2800
Fibra	(%)	8 - 17	8 - 17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4-0,7
Magnesio	(%)	0,1 - 0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Nutrient Requirements of Laboratory Animals, 1990. University – NARIÑO, 1992.

3.5.3.1 Proteína

La proteína de la ración tiene gran importancia para el mantenimiento y la elaboración de todos los tejidos del organismo, especialmente la musculatura, o sea la carne. Las condiciones ideales de una dieta pasan porque ésta tenga un contenido total en proteína entre el 20 y 30%. Además los niveles inferiores al 10% provocan pérdida de peso.

Por otro lado, el aporte de proteína presenta también un cierto efecto regulador del consumo: a mayor porcentaje de proteína en la ración, menor será su consumo, y viceversa(PÉREZ, 2004).

3.5.3.2 Fibra

En la dieta del cuy también es importante la presencia de fibra. El aparato digestivo del cuy, igual que el del conejo, es capaz de digerir dietas bastante voluminosas con una cantidad relativamente grande de celulosa, gracias a un ciego proporcionalmente muy grande donde se producen los procesos de fermentación.

Precisamente para que estos procesos de fermentación puedan tener lugar con una cierta facilidad, es imprescindible que en la dieta haya una proporción de fibra de entre el 6 y el 18%. Cuanto mayor es el contenido de fibra de la ración más lento es su paso por el tubo digestivo, es decir fermenta durante más tiempo y se aprovecha mejor a nivel del ciego y del colon (PÉREZ, 2004).

3.5.3.3 Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos

de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo.(COUNCIL, 1978)

El contenido total en energía en la ración debe ser del 65 al 75% de nutrientes digestibles totales. La energía tiene un cierto efecto regulador del consumo. Cuanto mayor sea el contenido de energía de la ración, menor cantidad consumirá el cuy, aunque en una proporción insuficiente para regular con exactitud sus necesidades. Es decir, una dieta demasiado escasa en energía provocará el adelgazamiento y una dieta demasiado rica provocará el engorde. Cuando la dieta sea excesivamente rica, el engorde también será excesivo y la carne del animal tendrá mucha grasa.(PÉREZ, 2004)

3.5.3.4 Grasa

El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como la caída del mismo. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración(WAGNER, 1976).

3.5.3.5 Agua

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la última es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.

Por costumbre a los cuyes se les ha restringido el suministro de agua de bebida; ofrecerla no ha sido una práctica habitual de crianza. Los cuyes como herbívoros siempre han recibido pastos succulentos en su alimentación con lo que satisfacían sus necesidades hídricas. Las condiciones ambientales y otros

factores a los que se adapta el animal, son los que determinan el consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones.

La necesidad de agua de bebida en los cuyes está supeditada al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas superiores a 200 g, la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cuál es necesario suministrar agua de bebida. Si se suministra forraje restringido 30 g/animal/día, requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo. Los cuyes de recría requieren entre 50 y 100 ml agua por día pudiendo incrementarse hasta más de 250 ml sino recibe forraje verde y el clima supera temperaturas de 30° C. (ZALDÍVAR, 1975)

3.5.3.6 Minerales

Las funciones de los minerales son tan diversas que es difícil establecer las necesidades concretas de cada especie, y en el caso del cuy no se han definido con exactitud. Sin embargo, la experiencia nos dice que los forrajes en general contienen las proporciones minerales adecuadas pues un cuy alimentado con forrajes puede vivir perfectamente bien. De las pocas cosas que se sabe a ciencia cierta es que conviene que la relación entre el calcio y fósforo sea de 2:1. Cuando la proporción entre ambos se aparta mucho de este valor el cuy sufre problemas de crecimiento.(PÉREZ, 2004)

3.5.4 Actividad cecotrófica

El cuy es un animal que realiza cecotrófia, ya que produce dos tipos de heces, una rica en nitrógeno que es reutilizado (cecótrofo) y la otra que es eliminada como heces duras. El cuy toma las heces y las ingiere nuevamente pasando al estómago e inicia un segundo ciclo de digestión que se realiza generalmente durante la noche. Este fenómeno constituye una de las características esenciales de la digestión del cuy. Las heces que ingiere el cuy actúan notablemente como suplemento alimenticio y ayuda a tener un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína(RICO, 2003).

3.5.5 Métodos de alimentación

Los estudios de nutrición nos permiten determinar los requerimientos óptimos que necesitan los animales para lograr un máximo de productividad, pero para llevar con éxito una crianza es imprescindible manejar bien los sistemas de alimentación, ya que ésta no solo es nutrición aplicada, sino un arte complejo en el cual juegan importante papel los principios nutricionales y los económicos. Los sistemas de alimentación que es posible utilizar en la alimentación de cuyes son: alimentación con forraje, alimentación con forraje + concentrado (mixta) y la alimentación con concentrado + agua +vitamina C. (ZALDÍVAR, 1975)

3.5.5.1 Alimentación con forraje

El cuy es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestra siempre su preferencia por el forraje. Existen ecotipos de cuyes que muestran una mejor eficiencia como animales forrajeros. Los niveles de forraje que se suministran van entre 80 y 200g/animal/día.(ZALDÍVAR, A.M. y ROJAS, S., 1968)

Las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo por lo que es conveniente combinar especies gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera las primeras FAO.

3.5.5.2 Alimentación mixta

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso del concentrado, granos o subproductos industriales como suplemento al forraje. Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben su suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Con el suministro de una ración, el tipo de forraje aportado pierde importancia. Un animal mejor alimentado exterioriza su mejor bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia que puede llegar a valores intermedios entre 3,09 y 6. Los cobayos de un mismo germoplasma

alcanzan incrementos de 546,6 g cuando reciben una alimentación mixta, mientras que los que recibían únicamente forraje alcanzaban incrementos de 274,4 g(CASTRO & CHIRINOS, 1991).

3.5.5.3 Alimentación a base de concentrado

El utilizar un concentrado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 g a 60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18% por ciento. Bajo este sistema de alimentación debe proporcionarse diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo. El consumo de materia seca en cuyes alimentados con una ración peletizada es de 1,448 kg mientras que cuando se suministra en polvo se incrementa a 1,606 kg, este mayor gasto repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia (FAO 1).

3.5.6 Manejo del cuy.

3.5.6.1 Recría I o cría

Esta etapa considera los cuyes desde el destete hasta la 4ª semana de edad. Los gazapos deben recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína (17%). Manejando esta etapa con raciones de alta energía y con cuyes mejorados se alcanzan incrementos de 15 g diarios.

En la etapa de recría I los gazapos alcanzan a triplicar su peso de nacimiento por lo que debe suministrárseles raciones de calidad. Al evaluar dos raciones con alta y baja densidad nutricional se han logrado resultados que muestran que debe continuar investigándose en esta etapa productiva para maximizar el crecimiento.

Durante este período los animales incrementan el 55% del peso de destete. En la 1ª semana el incremento fue del 28% y en la 2ª semana del 27%. Durante esta etapa los machos tuvieron pesos e incrementos de peso estadísticamente superiores ($P < 0,05$) a los de las hembras.(ORDOÑEZ, 1997)

3.5.6.2 Recría II o engorde

Esta etapa inicia a partir de la 4ª semana de edad hasta la edad de comercialización que está entre la 9ª o 10ª semana de edad. Responden bien a dietas con alta energía y baja proteína (14%). Estos cuyes salen al mercado a edades no mayores de 10 semanas, con pesos promedios de 900g, por ello no debe prolongarse la recría para que no se presente engrosamiento en la carcaza.(MONCAYO, 1992)

3.6 Enfermedades

Las enfermedades infecciosas de mayor incidencia y que causan las mortalidades más altas en las explotaciones.

3.6.1 Yersiniosis

El agente responsable de la enfermedad es la Yersinia pseudotuberculosis. Se encuentra en el agua y alimentos contaminados, por lo cual la vía digestiva es una puerta de entrada, cuando el plan sanitario no es óptimo. El curso clínico de la enfermedad varía entre 24 y 72 horas. Los animales con esta afección, por lo general, se erizan, van a un rincón de la jaula, están inapetentes, posteriormente presentan emaciación y anorexia.(CORPOICA, 2003)

Esta enfermedad se presenta de tres formas: septicemia aguda, con muerte violenta a causa de la ruptura de un linfonódulo mesentérico; la septicemia crónica, con decaimiento progresivo y muerte en 3-4 semanas; y la afección congénita o inmediatamente después del nacimiento. En la septicemia se presenta lesiones en hígado y pulmones. En la forma crónica existen lesiones nodulares muy pequeñas hasta el tamaño de una avellana en el hígado y bazo, con menos frecuencia en pulmones, pleura y peritoneo. En animales jóvenes lesiones en linfonodos de la cabeza y cuello.

En cuanto al tratamiento se refiere, es importante una vez detectada la enfermedad, instaurar un plan preventivo al galpón o más bien renovar el pie de cría. Está indicado el bactrim suspensión de uso humano, tres centímetros cúbicos por vía oral, por seis días.

3.6.2 Neumonía

El agente causal de la enfermedad es Diplococcus pneumoniae, un neumococo. El cuadro de esta enfermedad es principalmente respiratorio. Se presenta disnea (dificultad respiratoria), secreción nasolagrimal, respiración costal; el diagnóstico se da por cultivo y hallazgos clínicos; en la necropsia se puede observar exudados de tipo mucopurulento en los pulmones y fibrosis pulmonar. Se recomienda separar estos animales a manera de control y prevención de la enfermedad. En cuanto al tratamiento, se recomienda el cloranfenicol por tres días vía oral (palmitato de cloranfenicol en dosis de 50 mg por kg de peso de 3 a 5 días por vía oral cada 8 horas).

3.6.3 Colibacilosis

Es una enfermedad que ataca el tracto digestivo, a nivel del intestino delgado; la bacteria que la produce es la Escherichia coli, por lo general ataca a animales jóvenes, y principalmente el cuy va a estar erizado, con fiebre de 39,6° C, separado de los demás, inapetente, y puede haber diarrea profusa si no ha ocurrido la muerte, el intestino delgado muchas veces se encuentra distendido con presencia de líquido incoloro, puede presentar nódulos a lo largo del intestino.

El tratamiento es un poco difícil, lo prudente es eliminar el origen del agente causal, lavando y desinfectando las instalaciones, ya que también hay otros agentes implicados, como coccidios y algunos ectoparásitos(CORPOICA, 2003).

3.6.4 Salmonelosis

Es la enfermedad más grave que afecta a los cuyes. Presenta un cuadro patológico de mortalidad severa y aparición de abortos. Los animales presentan pérdida de apetito, anemia, erizamiento del pelaje, jadeo, diarrea y parálisis de los miembros posteriores. En hembras en gestación se presenta abortos. Los cuyes lactantes son los más susceptibles, bastando únicamente un estrés para activar la Salmonella que se encuentra en estado latente. La salmonelosis es ocasionada por serotipos del género Salmonella, bacilos Gram- pertenecientes a la familia enterobacteriaceae.(SALINAS, 2002)

La principal fuente de infección son los alimentos contaminados, pero podría asumirse que otras vías como la intrauterina y a través de la leche estarían coadyuvando al mantenimiento de la infección. Como también el contagio por la

introducción de animales de procedencia desconocida; el acceso a los ambientes de crianza de roedores nocivos y aves silvestres en fase de portador que contaminan el alimento con sus deyecciones; el personal que maneja a los animales puede considerarse como transportador cuando pisa el forraje y otros alimentos.(SALINAS, 2002)

3.6.5 Pasteurelosis

Los agentes causales son Pasteurella pneumotropica, y Pasteurella multocida. Es una enfermedad respiratoria que produce descarga mucopurulenta nasal y ocular, disnea, ocurre una neumonía severa, acompañada de otitis y abscesos uterinos, aborto y muerte; en la necropsia se encuentra fibrosis pulmonar, hemorragias petequiales en pulmón y riñón, presencia de exudado purulento; es importante mantener las instalaciones libres de corrientes de aire y, además sanitariamente aceptables. El tratamiento es administrar cloranfenicol, 1 g/l de agua por doce días.(CORPOICA, 2003)

4 UBICACIÓN

4.1 Ubicación Política Territorial

- País: Ecuador
- Provincia: Pichincha
- Cantón: Quito
- Parroquia: Guayllabamba
- Lugar: Zoológico de Quito.

4.2 Ubicación Geográfica

- Longitud: 78° 20' 35'' O
- Latitud: 00° 03' 25'' N
- Altitud: 2139 msnm

4.3 Condiciones Climáticas

- Clima: cálido seco
- Temperatura promedio anual: 24° C
- Temperatura máxima diaria: 28° C
- Temperatura mínima diaria: 18° C
- Precipitación anual: 539,2 mm
- Vientos: 10 – 15 km/h Norte – Sur.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

El cuadro 6 muestra un resumen de los materiales y equipos que fueron utilizados durante el proceso experimental.

Cuadro 6. Materiales y equipos utilizados en las diferentes etapas de la investigación en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	MATERIALES Y EQUIPOS		
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Preparación del Biol	Tanque de 1000 l	1	unidad
	Estiércol bovino	156	kg
	Agua	500	litros
	Manguera transparente ½ pulg.	2	metros
	Balanza	1	unidad
	Botella de 3 litros no retornable	1	unidad
	Alfalfa	3	kg
	Machete	1	unidad
	Balde sin tapa 12 l	1	unidad
Construcción de bandejas	Tiras de tabla de 0,05 m x 2,4 m	40	unidades
	Triplex 4 líneas	5	unidades
	Clavos de 2 pulg.	1	lb
	Clavos de 1 ½ pulg.	1	lb
	Clavos de 1 pulg.	1	lb
	Plástico negro	6	metros
	Caja de tachuelas	1	metros
	Tijera	1	unidad
	Martillo	1	unidad
	Serrucho	1	unidad
Instalación del sistema de nebulización para aplicación de biol + agua	Bomba sumergible de ½ Hp	1	unidad
	Bayoneta Plasson ¾	1	unidad
	Codo rosca ¾	1	unidad
	Neplo ¾	1	unidad
	Unión reductora 1 x ¾	1	unidad

	Adaptador compresión 32 x 1"	1	unidad
	Tapones compresión 32 mm	2	unidades
	Conectores flex 16 mm	5	unidades
	Llaves flex 16 mm	5	unidades
	Manguera 32 mm	10	metros
	Manguera 16 mm	30	metros
	Neplo reductor ¾ x 1"	1	unidad
	Unión rosca ¾	1	unidad
	Alambre # 18	1	lb
Cultivo hidropónico	Invernadero de 60 m2	1	unidad
	Semilla de cebada	50	kg
	Semilla de maíz	25	kg
	Recipientes	4	unidades
	Estanterías	5	unidades
	Sarán	40	m2
Alimentación y engorde de cuyes	Jaulas metálicas	9	unidades
	Cuyes macabeos destetados a los 15 días.	9	unidades
	Vacuna (Cuyconbact)	1	unidad
	Desparasitante (Ivermectina)	1	frasco
	Desparasitante (Piperazina)	1	frasco
Levantamiento y análisis de datos	Paquete estadístico Infostat	1	unidad
	Computador portátil	1	unidad
	Resma de papel BON	1	unidad
	Impresora	1	unidad
	Cámara fotográfica	1	unidad
	Internet	30	horas

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Cebada INIAP Cañicapa. Esta variedad de cebada puede ser cultivada en zonas de 2400 a 3200 de altitud, con una pluviosidad de 500 a 700 mm durante el ciclo de cultivo, contiene un alto contenido de proteína, así mismo tiene un buen rendimiento de 30 granos por espiga, el color es amarillo claro de la espiga. La altura de la planta es de 110-130 cm; tiene de 85-90 días al espigamiento; el ciclo de cultivo es de 170-180 días; el rendimiento es de 3 a 5 t/ha; es muy tolerante al stress hídrico y muy resistente a enfermedades. (Anexo 19)

Maíz INIAP 180. La variedad INIAP 180 fue el maíz utilizado para la investigación, que corresponde a un maíz de ciclo vegetativo de 260 días, en localidades de 2760 metros de altitud, a temperaturas de 14,5⁰ C. El rendimiento promedio de grano a nivel experimental es de 5,5 toneladas métricas por hectárea; su producción en forraje verde es de 55 toneladas métricas por hectárea; muy resistente a enfermedades foliares y a pudriciones de la mazorca. Se la utiliza para la alimentación humana y animal, también se la usa en la preparación de balanceados para la industria avícola (Anexo 20).

5.2 Métodos

La presente investigación estuvo conformada por dos ensayos, el primero que consistió en la evaluación de cuatro concentraciones de biol en cultivos de cebada y maíz hidropónicos, y el segundo en la evaluación del crecimiento de cuyes al suministrar la cebada y maíz que presentaron la mejor respuesta en el primer ensayo.

5.2.1 Evaluación del efecto del biol en la producción de forraje hidropónico de cebada y maíz.

5.2.1.1 Diseño Experimental

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 repeticiones para cebada y maíz.

5.2.1.2 Tratamientos

El cuadro 7 muestra la codificación y descripción de los tratamientos probados en la investigación para cebada y maíz.

Cuadro 7. Codificación y descripción de los tratamientos probados en la investigación en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

TRATAMIENTO	CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
		% DE BIOL	% DE AGUA
1	T1	0	100
2	T2	30	70
3	T3	40	60
4	T4	50	50
5	T5	60	40

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

5.2.1.3 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por una bandeja de madera de 0,60m x 0.50m; forrada en el fondo con plástico de color negro.

Se utilizaron un total de 20 unidades experimentales para las pruebas con cebada y 20 unidades experimentales para las pruebas con maíz.

La variedad de cebada utilizada fue INIAP CAÑICAPA a una densidad de 600 g /m² y la variedad de maíz INIAP 180 a una densidad de 1200 g/m².

5.2.1.4 Variables y métodos de evaluación.

5.2.1.4.1 Tiempo de germinación

Sin considerar los tratamientos y unidad experimental definida anteriormente, se determinó el tiempo de germinación utilizando 100 semillas por 5 repeticiones tanto de cebada como de maíz.

Las semillas fueron previamente sumergidas en agua durante 24 horas, luego de lo cual se las colocó sobre algodón húmedo para ir registrando los porcentajes de germinación en el tiempo.

5.2.1.4.2 Porcentaje de germinación

A los 10 días de ubicadas las semillas tanto de cebada como de maíz en las bandejas de producción de forraje con los distintos tratamientos, se determinó el porcentaje de germinación mediante apreciación visual.

5.2.1.4.3 Rendimiento de biomasa en materia verde.

Para medir el rendimiento en materia verde, se procedió a determinar el peso del forraje obtenido en cada una de las unidades experimentales con la ayuda de una balanza, el peso se expresó en g por unidad experimental.

Esta variable fue determinada a los 21 días contados a partir de la siembra e incluyo tanto la biomasa correspondiente a follaje como a raíces.

5.2.1.4.4 Rendimiento de biomasa en materia seca

Esta variable fue determinada a partir de la producción de materia verde, para lo cual se tomó una alícuota de 100 g fue mantenida en estufa a 105⁰ centígrados por 24 horas.

Al igual que para la biomasa en materia verde, esta variable fue determinada en gramos por unidad experimental.

La producción de materia verde de la especie vegetal maíz fue tan insignificante que se decidió no determinar su materia seca y tampoco utilizarla para el segundo ensayo que buscaba determinar su eficiencia en el crecimiento de los cuyes.

5.2.1.4.5 Composición química y valor nutritivo

Debido a la insignificante producción de biomasa que presentó la especie vegetal maíz, no fue evaluado la composición química y el valor nutritivo de su forraje.

Para el caso de la cebada se enviaron 3 muestras al laboratorio de AGROCALIDAD para el respectivo análisis bromatológico. Las muestras correspondientes a los tratamientos 0%, 40% y 60% de biol, las dos últimas fueron las que presentaron las mejores respuestas para la variable producción de biomasa en materia seca.

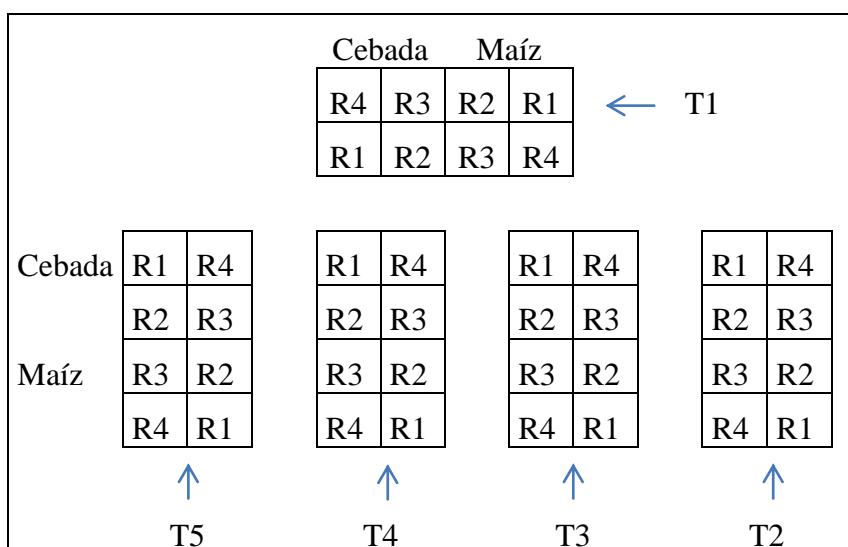
5.2.1.5 Pruebas de significancia estadística

Las variables en estudio fueron sometidas al procedimiento matemático Análisis de Varianza, y para los casos en que se encontró significancia estadísticas para la fuente

de variación de tratamientos estos fueron ranqueados con la ayuda de la prueba de separación de medias Tukey al 5%.

5.2.1.6 Croquis del ensayo

CROQUIS 1. Representación de la distribución de los 5 tratamientos con sus respectivas repeticiones en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

5.2.1.7 Manejo específico del experimento

5.2.1.7.1 Obtención del biol

- Se recogió el estiércol bovino, en la preparación se utilizó un tanque de 1000 l, en el cuál se agregaron 156 kg de estiércol de ganado bovino, siendo este peso el 100% del total de la biomasa (Anexo 4).
- Luego se procedió a calcular el 5% del peso, siendo este 7,8 kg de alfalfa picada, posterior a eso se agregó agua, dejando un espacio de 20cm entre el agua y el filo del tanque.
- Se introdujo un pedazo de manguera en el tanque para el desfogue de metano producto de la fermentación anaerobia hacia una botella de 3 l con agua, adicional a eso se colocó un pedazo de plástico en la boca del tanque y se lo ato fuertemente con una soga.
- Después que transcurrieron 60 días, estuvo listo el biol para ser usado. Antes de su uso se lo filtro con un pedazo de nylon, para evitar impurezas, dejándolo finalmente listo.
- Se envió al laboratorio para su respectivo análisis químico, muestras de las diferentes concentraciones de biol que se usaron en el primer ensayo, y una muestra de biol concentrado (sin diluirlo)

5.2.1.7.2 Producción de forraje hidropónico

- Se empezó con la preparación de las 40 bandejas de madera recubiertas con plástico, y las camas donde iban a ser ubicadas (Anexo 5).

- Las semillas se las obtuvo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. La cebada correspondió a la variedad Cañicapa y el maíz INIAP 180.
- Las densidades usadas fueron 600 g para cebada y 1200 g en el maíz por bandeja (0,60 m x 0,50 m).
- Previo a la siembra se sumergieron las semillas tratadas de las dos especies vegetales en hipoclorito de sodio al 2%, en agua durante 24 horas para hidratarlas.
- Después de las 24 horas se escurrieron las semillas colocándolas en un recipiente con perforaciones en el fondo, en donde se las dejó por un período de 48 horas para que se produzca un proceso de pregerminación.
- El aprovisionamiento de agua (riego) fue realizado con un sistema de microaspersión tres veces al día, durante 5 minutos.
- Para la determinación de materia seca se envió una muestra de 100g al laboratorio de cada uno de los tratamientos.
- De las concentraciones 40 y 60% de biol en cebada que fueron las que mejor respuesta presentaron en producción de materia seca, se envió para análisis bromatológico una muestra de 500 g.

5.2.2 Evaluación del efecto del forraje hidropónico en las etapas de desarrollo y engorde de los cuyes (*Cavia porcellus*)

5.2.2.1 Diseño Experimental

En la segunda parte de la investigación se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 3 repeticiones por tratamiento.

5.2.2.2 Tratamientos

El cuadro 8 muestra la codificación y descripción de los tratamientos probados en la segunda parte de la investigación.

Se utilizó para la alimentación de los cuyes las dos mejores respuestas de la cebada hidropónica, basados en la producción de materia seca y un testigo que correspondió a la especie vegetal alfalfa, forraje comúnmente utilizado. Adicional a los forrajes se proporcionó el balanceado comercial Procuy comercializado por la empresa PRONACA.

La producción de materia verde de la especie vegetal maíz fue tan insignificante que se decidió no determinar su materia seca y tampoco utilizarla para el segundo ensayo que buscaba determinar su eficiencia en el crecimiento de los cuyes.

Cuadro 8. Codificación y descripción de los tratamientos probados en la investigación en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Tratamiento	Codificación	Descripción
1	T1	Cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 60% + balanceado comercial
2	T2	Cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 40% + balanceado comercial
3	T3	Especie vegetal Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) + balanceado comercial

Fuente: La Investigación

Elaborado por: El Autor

5.2.2.3 Unidad Experimental

La unidad experimental consistió en un cuy macho de 21 días de destetados, ubicado en una jaula cúbica de 0,4m por lado, construida de malla metálica.

Los 9 cuyes utilizados tenían pesos comprendidos entre 300 -350 gramos provenientes de la Asociación de Mujeres Productoras de Cuyes APROCUI.

5.2.2.4 Variables y métodos de evaluación.

5.2.2.4.1 Incremento de peso

Para la determinación de esta variable se pesó a los animales involucrados en los tratamientos antes de empezar a suministrar el forraje y luego cada semana.

Las cantidades se expresaron en gramos y se las determinó con una balanza electrónica.

5.2.2.4.2 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se obtuvo de cada una de las semanas que duró la investigación con la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo total de alimento (g)}}{\text{Incremento total de peso (g)}}$$

En la evaluación de esta variable para determinar el forraje consumido se pesó en la tarde luego de haber suministrado 500 g de forraje del día anterior y por diferencia se obtuvo el dato buscado.

5.2.2.4.3 Peso a la canal

Esta variable fue determinada en gramos y correspondió al peso que presentaron los animales una vez que fueron retiradas todas sus vísceras.

La evaluación se la determinó a los 56 días, de iniciado el experimento.

5.2.2.4.4 Rendimiento a la canal

El rendimiento a la canal fue expresado en porcentaje y corresponde a la relación existente entre el peso vivo del animal y el peso a la canal.

$$\text{Rendimiento a la canal} = \frac{\text{Peso a la canal}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

5.2.2.4.5 Mortalidad

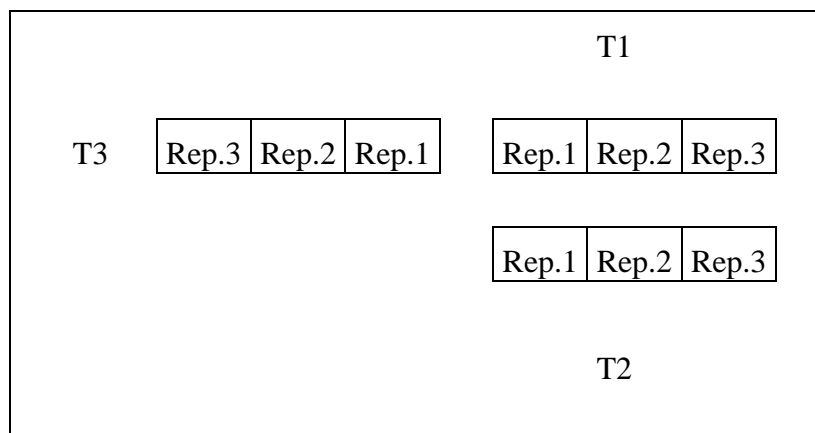
Si se presentaba el caso de la muerte de algún animal, se planificó proceder a calcular el valor para ser expresado en porcentaje del total de animales involucrados en el ensayo que fueron 9 animales.

5.2.2.4.6 Pruebas de significancia estadística

Las variables en estudio fueron sometidas al procedimiento matemático Análisis de Varianza, y para los casos en que se encontró significancia estadísticas para la fuente de variación de tratamientos estos fueron ranqueados con la ayuda de la prueba de separación de medias Tukey al 5%.

5.2.2.4.7 Croquis del ensayo

CROQUIS 2. Representación de la distribución de los 3 tratamientos con sus respectivas repeticiones en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

5.2.2.4.8 Manejo específico del experimento

- Los animales se los obtuvo en la Asociación de Mujeres Productoras de Cuyes APROCUY, los animales no provenían de un mismo progenitor y fueron destetados a los 21 días. Antes de ingresar en el experimento fueron vacunados con Cuyconbact, desparasitación externamente con Ivermectina e internamente con Piperazina
- Las jaulas fueron lavadas con detergente y cloro antes de iniciar con el ensayo, se colocó sarán en el piso para recoger los desperdicios (Anexo 15).
- La producción de forraje se obtuvo a diferentes tiempos, para proveer de alimento constante a los cuyes, y la alfalfa se la compraba al proveedor que abastecía al zoológico. Antes de iniciar la alimentación con el cultivo hidropónico y la alfalfa, se realizó una fase de adaptación en la cual se proporcionó a todos los cuyes cebada hidropónica.
- En el experimento a 6 cuyes se los alimentó con cebada hidropónica + balanceado, mientras que a los 3 restantes se los alimentó con alfalfa + balanceado. Se suministró 500 g de cebada y alfalfa, adicional se proporcionó 50 g de balanceado diariamente en la tarde, a la vez de determinar el alimento sobrante proporcionado el día anterior.
- De manera adicional para saber las características bromatológicas de los pastos que se suministró a los animales, se enviaron 3 muestras, dos de cebada y 1 de alfalfa al laboratorio de AGROCALIDAD.
- La duración de este segundo ensayo fue de 8 semanas, luego de este tiempo se sacrificaron a los animales para saber el peso a la canal, dando por terminado la segunda parte del experimento.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Primer ensayo, evaluación del efecto del biol en la producción de forraje hidropónico.

Para la evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico, se tomó en consideración las siguientes variables en estudio: tiempo de germinación, porcentaje de germinación, rendimiento de materia verde y rendimiento de materia seca.

6.1.1 Tiempo de germinación

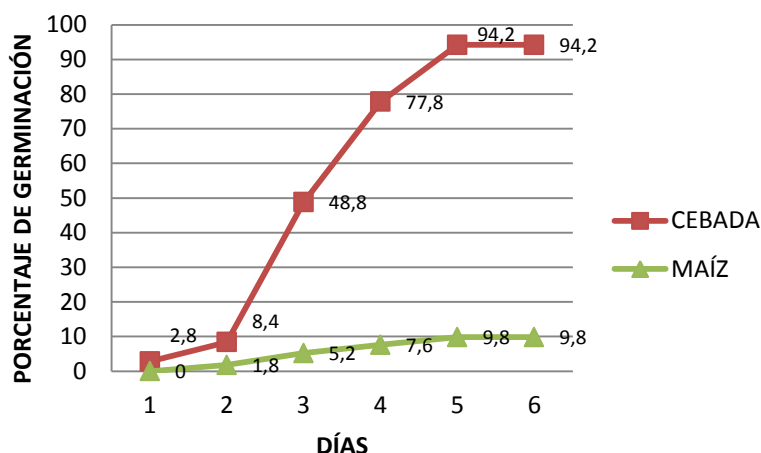
El cuadro 9 y gráfico 1 muestran los porcentajes de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Cuadro 9. Porcentajes de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz y cebada. Guayllabamba – Ecuador 2012.

DÍAS	TIEMPO DE GERMINACIÓN	
	\bar{x} DE 5 REPETICIONES	
	cebada	maíz
1	2,8	0
2	8,4	1,8
3	48,8	5,2
4	77,8	7,6
5	94,2	9,8
6	94,2	9,8

Fuente: La Investigación

Elaborado por: El Autor.



Fuente: La Investigación

Elaborado por: El Autor.

Gráfico 1. Porcentaje de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*). Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Como se observa en el cuadro 9 y gráfico 1, el tiempo de germinación de la semilla de cebada, se registra a partir del primer día con 2,8% y hasta el quinto día se alcanza un 94,2% de germinación de 500 semillas evaluadas.

El INIAP registra un 92% de germinación para la especie cebada, variedad Cañicapa, mientras que para la especie maíz, variedad INIAP 180 registra un 90% de germinación. El porcentaje de germinación coincide con lo reportado por el INIAP para la cebada, pero en el caso del maíz no coincide a lo reportado.

Se observa que el maíz en el primer día presenta un 0% de germinación y hasta el quinto día alcanza un 9,8% siendo una respuesta negativa.

Si se considera lo afirmado por FLORES (2004) de que la germinación disminuye drásticamente a medida que se aumenta el tiempo de remojo (25% con 48 horas), evidenciándose descomposición de sus componentes químicos, es muy posible que ésta sea una causa para no haber obtenido porcentajes de germinación ni siquiera

superiores al 10% (el maíz se remojo 24 horas), situación que sería discutible, ya que al realizar la misma experiencia con una variedad de maíz suave (el maíz INIAP 180 es de característica dura), se obtuvieran porcentajes superiores al 10%. Por lo tanto se podría concluir que la semilla de maíz de característica dura para producir forraje hidropónico debe sembrarse sin remojar, lo cual disminuye el ciclo de producción.

El contenido de almidón en el endospermo no presentó diferencias significativas 20 días después de la polinización (ddp), entre el maíz blanco y el maíz azul (71 g/100 g); pero cuando ambos maíces llegaron a una madurez fisiológica (50 ddp), la acumulación del almidón en el endospermo fue mayor en el maíz azul (81,7 g 100 g⁻¹) que en el blanco (76,22 g 100 g⁻¹)(ACEVEDO, 2013).

Este es uno de los motivos que impidió, que la especie vegetal maíz (*Zea mays*) se la siga utilizando en el segundo ensayo, debido a que no se obtuvo biomasa.

6.1.2 Porcentaje de germinación.

6.1.2.1 MAÍZ

El ADEVA (cuadro 10) para la variable porcentaje de germinación de maíz detecta no significancia estadística (ns) para tratamientos, lo que determina que las diferentes dosis de biol no influyen en este proceso fisiológico.

Cuadro 10. Análisis de varianza para porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

FV	GL	SC	CM
Tratamientos	4	251,8	62,95 ^{ns}
Error	15	474	31,6
Total	19	725,8	
CV	31,4		

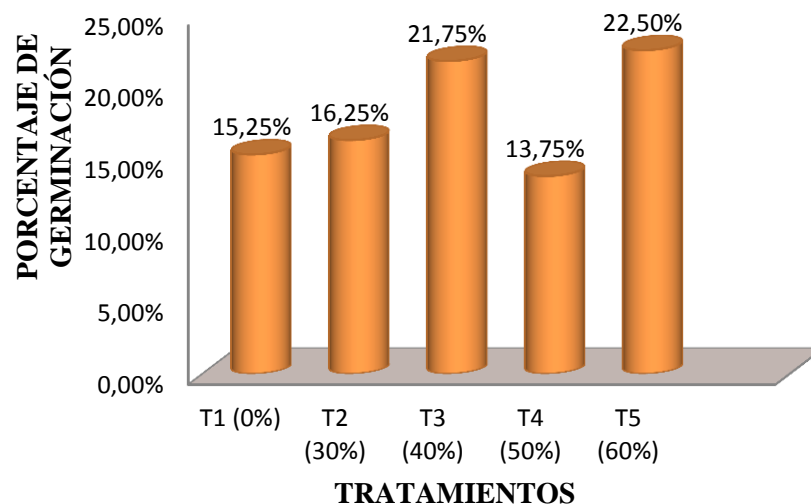
Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

La no significancia estadística para tratamientos ($P > 0,05$) muestra que tienden a comportarse de la misma manera; sin embargo se observa que el mayor promedio lo presenta el tratamiento T5 (60% de biol) con 22,50% de germinación y el menor el T4 (50% de biol) con 13,75% (cuadro 11 y gráfico 2).

Cuadro 11. Promedio de tratamientos y variaciones de acuerdo al tratamiento testigo (T1 0% de biol) para la variable porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	VARIACIONES CON RESPECTO AL TESTIGO (T1)
T1 (0%)	15,25%	
T2 (30%)	16,25%	1,00%
T3 (40%)	21,75%	6,50%
T4 (50%)	13,75%	-1,50%
T5 (60%)	22,50%	7,25%

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Gráfico 2. Promedio de tratamientos para la variable porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

El testigo T1 (0% de biol) presenta un 15,25% de germinación, comportándose de manera similar que en la variable tiempo de germinación pero con mejor respuesta que el tratamiento T4 (50% de biol).

Al comparar los tratamientos que poseen biol con el testigo absoluto, se observa que, hay incrementos interesantes mientras la participación del biol en porcentaje va incrementado, así el tratamiento T2 (30% de biol) tiene un 1% más de germinación, el T3 (40% de biol) un 6,50% y el T5 (60% de biol) un 7,25% más de germinación respectivamente (cuadro 11).

En forma inexplicable, pero con seguridad no debida al manejo del proceso experimental, el tratamiento T4 (50% de biol) presentó un valor inferior en 1,50%, al testigo absoluto.

En términos generales parece que el biol en concentraciones de 30%, 40% y 60% influyen positivamente en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz.

6.1.2.2 CEBADA

El ADEVA para el porcentaje de germinación detecta significancia estadística (*) para tratamientos, lo que determina que las diferentes dosis de biol influyen en este proceso fisiológico, generándonos dos rangos estadísticos para esta variable según la prueba de separación Tukey al 5%. En el rango (**a**) el tratamiento T3 (40% de biol) con 97% de germinación considerado como el mejor tratamiento; en el rango (**ab**) los tratamientos T1 (0% de biol) con 96,25% de germinación, T4 (50% de biol) con 92,50% de germinación y el tratamiento T5 (60%) con 91,25% de germinación, en el rango (**b**) se encuentra el tratamiento T2 (30% de biol) con 86,25% de germinación considerado como el peor de los tratamientos para porcentaje de germinación (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

FV	GL	SC	CM
Tratamientos	4	299,3	74,83 *
Error	15	327,25	21,82
Total	19	626,55	
CV	5,04		

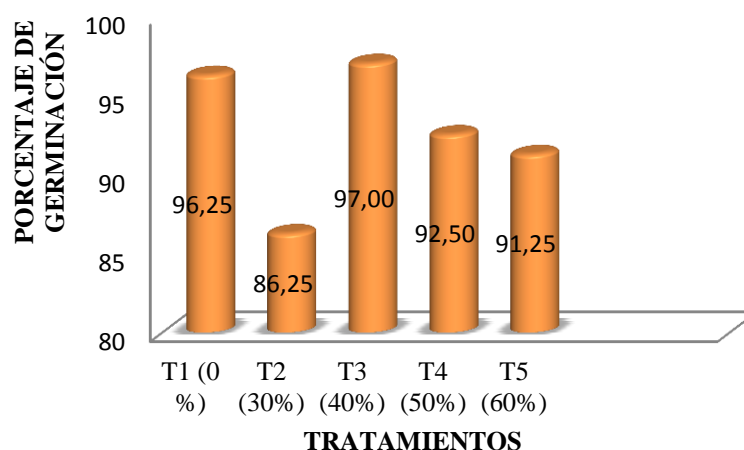
Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

El cuadro 13 y el gráfico 3 muestran simultáneamente el promedio de los tratamientos y sus rangos estadísticos para la variable porcentaje de germinación de la cebada.

Cuadro 13. Muestra el porcentaje de germinación de la cebada con el promedio de los tratamientos y sus rangos estadísticos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO	RANGO	VARIACIONES CON RESPECTO AL TESTIGO (T1)
T1 (0%)	96,25	ab	
T2 (30%)	86,25	b	-10
T3 (40%)	97	a	0,75
T4 (50%)	92,5	ab	-3,75
T5 (60%)	91,25	ab	-5

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Gráfico 3. Porcentaje de germinación de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

En contraposición a los resultados obtenidos para la especie vegetal maíz, la participación del biol si influye en el porcentaje de germinación en la especie vegetal

cebada, encontrándose inclusive que los valores obtenidos por el tratamiento testigo T1 (0% de biol) son mayores a varios de los tratamiento con biol.

Estos resultados concuerdan, porque la cebada Cañicapa tiene un 92% de germinación según INIAP 2012; e inclusive superan a los encontrados en un estudio de producción de Forraje Verde Hidropónico(FVH) de cebada, con la utilización de diferentes niveles de azufre, que registró una media general de 2,97 días, como tiempo de inicio de germinación y obtuvo porcentajes de germinación de 90,82 en la semilla de cebada(CALLES, 2005).

6.1.3 Rendimiento de materia seca.

Debido a los bajísimos porcentajes de germinación obtenidos para la especie vegetal maíz (cuadro 11) no fue posible analizar su contenido de materia seca y tampoco su uso en el segundo ensayo, que consistió en utilizar las mejores respuestas de cebada a las diferentes concentraciones basándose en los resultados en materia seca.

El ADEVA (cuadro 14) para la variable rendimiento de materia seca por 0,30 metros cuadrados en cebada detecta no significancia estadística (ns) para tratamientos, lo que determina que las diferentes dosis de biol no influyen en este proceso fisiológico.

Cuadro 14. Análisis de varianza para evaluar la variable, rendimiento de materia seca por 0,30 metros cuadrados de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

FV	GL	SC	CM
Tratamientos	4	9063,3	2265,83 ^{ns}
Error	15	30626,46	2041,76
Total	19	39689,76	
CV	10,59		

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

El cuadro 15 muestra simultáneamente los promedios de tratamientos para las variables porcentaje de germinación y rendimiento en gramos de materia seca por 0,30 m². Al buscar una relación entre estas dos variables se encuentra un coeficiente de correlación de 0,54 que muestra la poca dependencia que existe entre el número de plantas existentes y los rendimientos. Si se vuelve a calcular este parámetro sin considerar al tratamiento T4 (50% de biol) que presenta valores un tanto ilógicos, el coeficiente de correlación se eleva a 0,75 mucho mejor que el anterior, pero aún sin demostrar una buena relación entre estas dos variables.

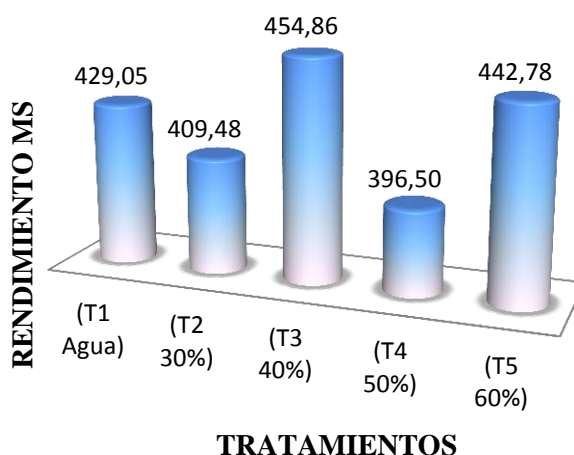
Debido a esta situación, se podría explicar que además del porcentaje de germinación hay otros factores que están influyendo en la producción de biomasa, y que parece ser el contenido de biol.

Así se tiene que los tratamientos T3 (40% de biol) y T5 (60% de biol) ocupan los primeros lugares con 454,86 gr MS/0,30 m²) y T5 (50% de biol) con 442,78 gr MS/0,30 m² respectivamente.

Cuadro 15. Promedio de tratamientos para porcentaje de germinación y rendimiento de materia seca (g/0,30 m²) de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	PROMEDIO MS (gr/0,30m ²)
T3 (40%)	97,00	454,86
T1 (0%)	96,25	429,05
T4 (50%)	92,50	396,50
T5 (60%)	91,25	442,79
T2 (30%)	86,25	409,48

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Gráfico 4. Promedio de rendimiento de materia seca de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

El cuadro 16 muestra la composición bioquímica que posee el biol utilizado en la investigación según SUQUILANDA, el cual muestra presencia tanto de nutrientes como fitohormonas y vitaminas.

Cuadro 16. Composición bioquímica del biol proveniente de estiércol + alfalfa (BEA).

Componentes	Unidades	BEA
Nitrógeno	%	2,7
Fósforo	%	0,3
Potasio	%	2,1
Calcio	%	0,4
Azufre	%	0,2
Ácido Indol acético	ng/g	67,1
Giberelinas	ng/g	20,5
Purinas	ng/g	24,4
Tiamina (B1)	ng/g	302,6
Riboflavina (B2)	ng/g	210,1
Piridoxina (B6)	ng/g	110,7
Ácido nicotínico	ng/g	35,8
Ácido fólico	ng/g	45,6
Cisteína	ng/g	27,4
Triptófano	ng/g	127,1

Fuente: SUQUILANDA, 1996.

El nitrógeno es un componente esencial de los aminoácidos que forman las proteínas e influyen en la síntesis de clorofila. El fósforo ayuda a la formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces. La absorción del catión potasio univalente es altamente selectiva y muy acoplada a la actividad metabólica, caracterizada por su alta movilidad en las plantas, es decir entre las células, tejidos y en su transporte por el xilema y floema. El calcio es un constituyente de las paredes celulares en forma de pectano cálcico, necesario para la mitosis. Y el azufre. Es un ingrediente esencial de la proteína y ayuda a mantener el color verde intenso.

La principal auxina presente es el ácido Indol acético (AIA) que se sintetiza a partir del triptófano básicamente en los meristemos y es transportado especialmente como AIA – inositol. El efecto de las auxinas es estimular el alargamiento celular o favorecer su depresión según la concentración de aquella. Las giberelinas (GA) se sintetizan básicamente en las hojas jóvenes y en las semillas. El nivel de GA aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego se estaciona cuando madura la semilla, la función es sintetizar muchas partes de la planta en las áreas en activo crecimiento como los embriones o los tejidos meristemáticos o en desarrollo.

6.1.4 Composición Química y Valor Nutritivo

Las muestras de forraje de cebada enviadas al laboratorio de AGROCALIDAD para el respectivo análisis bromatológico, fueron aquellas producidos con: 0% de biol, 40% de biol y 60% de biol. Las dos con biol fueron las que mejor respuesta tuvieron en base a materia seca y la que contenía 0% de biol fue necesaria para el proceso de comparación (Anexo 27).

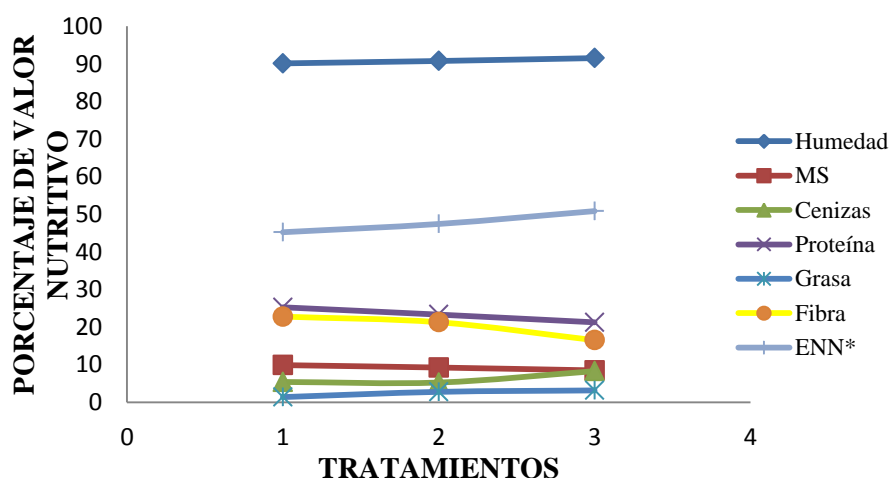
El cuadro 17 y el gráfico 5 muestran los resultados del análisis bromatológico de las tres muestras.

Para humedad total, se observa que no hay diferencias importantes en los forrajes provenientes de los diferentes tratamientos, registrándose que la cebada con 0% de biol presenta el mayor valor con 91,53%; y la cebada con 60% de biol fue la de menor valor con 90,13%. En términos generales los resultados obtenidos en la investigación concuerdan con otras investigaciones. Calles (2005) registra en su investigación rangos que van desde 91,83% a 92,21% de humedad en cebada.

Cuadro 17. Resultado del Análisis Bromatológico de la cebada producida con 0%, 40% y 60% de biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Nombre muestra	Expresión	Cebada (60% de biol)	Cebada (40% de biol)	Cebada (0% de biol)	Unidad
CEBADA HIDROPÓNICA	Humedad	90,13	90,77	91,53	%
	Materia seca	9,87	9,23	8,47	%
	Cenizas	5,39	5,24	8,27	%
	Proteína	25,25	23,31	21,25	%
	Grasa	1,37	2,76	3,14	%
	Fibra	22,77	21,27	16,5	%
	ENN*	45,22	47,42	50,84	%

Fuente:Laboratorio de Bromatología de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD).



Fuente:Laboratorio de Bromatología de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD).

Gráfico 5. Resultados del análisis bromatológico de la cebada producida con 0%, 40% y 60% de biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

En el contenido de materia seca se observa pequeñas diferencias en los forrajes provenientes de los diferentes tratamientos, la cebada producida con 60% de biol fue la de mejor comportamiento con 9,87% y la de menor valor fue la cebada producida con 0% de biol al presentar 8,47%. Los dos tratamientos con biol fueron los mejores ante el tratamiento sin biol.

Los resultados obtenidos en la investigación son superiores a los reportados por CALLES(2005) que registro rangos que van desde 7,79% a 8,17% de materia seca.

El mejor comportamiento para proteína cruda la tuvo la cebada producida con 60% de biol, seguida de la cebada producida con 40% de biol y finalmente el peor tratamiento fue el tratamiento testigo (0% de biol), con valores de 25,25%, 23,31% y 21,25% respectivamente.

Para fibra bruta la cebada producida con 60% de biol fue la que mejores resultados presentó con 22,77%; mientras la cebada producida con 0% de biol fue la que menor resultado con 16,50%. Se aprecia un valor superior a otras investigaciones como la de ORTEGA (2004) que registra datos de 18,38% a 19,87% de fibra bruta.

Para elementos no nitrogenados la cebada producida con 60% de biol tuvo un resultado bajo de 45,22%; mientras la cebada producida con 0% de biol presentó el valor más alto con 50,84%. Se aprecia valores más bajos con respecto a otras investigaciones (ORTEGA, 2004) que registra valores de 65,05% a 65,75% en la valoración nutritiva del forraje verde hidropónico de cebada.

6.2 Segundo ensayo, determinación del efecto del forraje hidropónico obtenido con biol en la alimentación de cuyes(*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde.

6.2.1 Incremento de peso.

Para el segundo ensayo se utilizaron las dos mejores respuestas de cebada a las diferentes concentraciones de biol: 40% y 60%. El testigo la constituyó la especie vegetal alfalfa. Como suplemento para cubrir las necesidades nutricionales de los cuyes se usó balanceado comercial.

Los ADEVAs (cuadro 18) para la variable incremento de peso por semana en cuyes, detectan no significancia estadística (ns) para tratamientos en las semanas 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 8, lo que determina que los diferentes procedimientos de alimentación influyen de igual manera en el incremento de peso; y, significancia estadística en la semana 3. Durante las 8 semanas de evaluación, los animales atravesaron por las etapas de desarrollo y engorde.

En el análisis de los promedios de los tratamientos por semana (cuadro 19 y gráfico 6), se encuentra que el T3 (Testigo: Alfalfa + Balanceado) a partir de la tercera semana presenta los mejores incrementos de peso con respecto a los otros dos tratamientos que contienen cebada hidropónica, encontrándose diferencias de 30 y 43 gramos en las semanas 5 y 6 con respecto al tratamiento T1 (Cebada al 60% + balanceado) y 80 y 96 gramos en las semanas 6 y 7 con respecto al T2 (Cebada al 40% + balanceado), mostrando que la mayor concentración de biol genera mejores incrementos, aunque no tan interesantes como las generadas por la alfalfa + balanceado (T3).

Cuadro 18. ADEVAs y prueba de separación de medias Tukey 5% para la variable incremento de peso en gramos, durante ocho semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeumvulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

	INCREMENTO DE PESO															
	1 Semana		2 Semana		3 Semana		4 Semana		5 Semana		6 Semana		7 Semana		8 Semana	
Significancia	ns		ns		*		ns		ns		ns		ns		ns	
Tratamientos	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango
T1 (Cebada 60% de biol + BC) *	120	a	93	a	47	b	153	a	73	a	100	a	127	a	60	a
T2 (Cebada 40% de biol + BC) **	127	a	87	a	67	ab	117	a	63	a	90	a	87	a	97	a
T3 (Alfalfa + BC) ***	113	a	77	a	93	a	150	a	83	a	113	a	103	a	43	a
CV	23,41		21,34		20,53		19,2		44,54		36,26		28,94		76,81	

Fuente: La Investigación

Elaborado por: El Autor.

- T1 (Cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 60% + balanceado comercial)
- ** T2 (Cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 40% + balanceado comercial)
- *** T3 (Especie vegetal Alfalfa (*Medicago sativa*) + balanceado comercial)

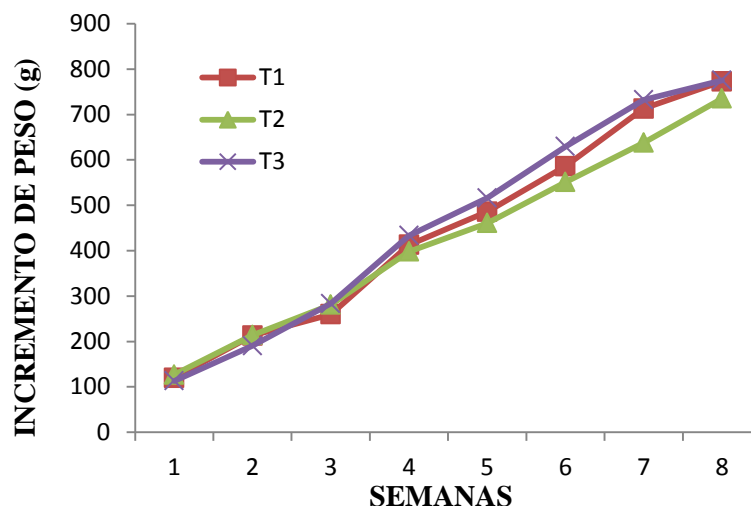
Por tal motivo la prueba de separación de medias Tukey al 5% ubica al tratamiento T3 (Alfalfa + balanceado comercial) en el rango “a”, al tratamiento T1 (Cebada hidropónica al 60% + balanceado comercial) en el rango “b” y compartiendo el rango “a” y “b” al tratamiento T2 (Cebada hidropónica al 40% + balanceado comercial en la tercera semana.

En la última semana de evaluación la supremacías del tratamiento T3 (Testigo: Alfalfa + balanceado comercial) disminuye drásticamente, porque el cuy prácticamente está terminando su etapa de desarrollo.

Cuadro 19. Incrementos y diferencias de peso (g), generados por cada uno de los tratamientos durante las 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

SEMANA	INCREMENTO DE PESO			DIFERENCIA DE INCREMENTO DE PESO	
	TRATAMIENTOS			T3 Vs. T1	T3 Vs. T2
	T3 (alfalfa + BC)	T1 (cebada al 60% + BC)	T2 (cebada al 40% + BC)		
1	113,00	120,00	127,00	-7,00	-14,00
2	190,00	213,00	213,00	-23,00	-23,00
3	283,00	260,00	280,00	23,00	3,00
4	433,00	413,00	397,00	20,00	36,00
5	517,00	487,00	460,00	30,00	57,00
6	630,00	587,00	550,00	43,00	80,00
7	733,00	713,00	637,00	20,00	96,00
8	777,00	773,00	733,00	4,00	44,00

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Gráfico 6. Incremento de peso durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

El cuadro 20 muestra los resultados del análisis bromatológico de las tres muestras de forraje utilizados en el segundo ensayo: 60% y 40% de biol en la producción de cebada hidropónica y alfalfa.

Se aprecia que la especie vegetal alfalfa presenta 18,92% de MS, siendo mejor su resultado en comparación con las dos muestras de cebada hidropónica: cebada al 60% y cebada al 40% de biol, con 9,87% y 9,23% de MS respectivamente. Esto influye directamente para que el T3 (Alfalfa + balanceado) sea el que obtiene el mejor incremento de peso; debido a que provoca un mayor consumo de proteína, fibra y grasa en todas las semanas, como lo muestran los respectivos ADEVAs (cuadro 21, 22 y 23).

Cuadro 20. Resultado del Análisis Bromatológico de la cebada producida con 60% y 40% de biol y alfalfa (testigo) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

NOMBRE MUESTRA	Expresión	Cebada (60% de biol)	Cebada (40% de biol)	Alfalfa	Unidad
CEBADA HIDROPÓNICA	Humedad	90,13	90,77	81,08	%
	Materia Seca (MS)	9,87	9,23	18,92	%
	Cenizas	5,39	5,24	12,22	%
	Proteína	25,25	23,31	21,38	%
	Grasa	1,37	2,76	2,46	%
	Fibra	22,77	21,27	29,75	%
	ENN*	45,22	47,42	34,19	%

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Cuadro 21. ADEVAs para consumo de proteína durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

	CONSUMO DE PROTEÍNA															
	1 Semana		2 Semana		3 Semana		4 Semana		5 Semana		6 Semana		7 Semana		8 Semana	
Significancia	**		**		**		**		**		**		**		**	
Tratamientos	P ⁺	R ⁺⁺	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
T1	40	b	41	b	42	b	44	b	51	b	52	b	47	b	55	b
T2	37	b	38	b	38	b	44	b	49	b	48	b	43	b	45	b
T3	65	a	67	a	69	a	74	a	84	a	87	a	85	a	91	a
CV	7,58		11,52		12,28		12,74		10,66		7,29		9,97		7,17	

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

+ Promedio
++ Rango de significancia estadística

Cuadro 22. ADEVAs para consumo de fibra durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

	CONSUMO DE FIBRA															
	1 Semana		2 Semana		3 Semana		4 Semana		5 Semana		6 Semana		7 Semana		8 Semana	
Significancia	**		**		**		**		**		**		**		**	
Tratamientos	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
T1	36	b	37	b	38	b	40	b	46	b	47	b	42	b	50	b
T2	34	b	35	b	34	b	41	b	45	b	44	b	40	b	41	b
T3	91	a	94	a	96	a	103	a	116	a	121	a	119	a	127	a
CV	9,05		11,82		11,92		14,61		12,12		7,61		10,97		7,05	

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Cuadro 23. ADEVAs para consumo de grasa durante 8 semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

	CONSUMO DE GRASA															
	1 Semana		2 Semana		3 Semana		4 Semana		5 Semana		6 Semana		7 Semana		8 Semana	
Significancia	**		**		**		**		**		**		**		**	
Tratamientos	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
T1	2,15	a	2,20	a	2,27	a	2,39	a	2,75	a	2,83	a	2,56	a	3,00	a
T2	4,39	b	4,50	a	4,47	b	5,26	b	5,83	b	5,73	b	5,15	b	5,30	b
T3	7,50	c	7,76	b	7,93	c	8,50	b	9,62	c	9,99	c	9,82	c	10,49	c
CV	8,48		10,71		12,6		13,37		11,11		6,77		10,00		6,29	

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

El doble de porcentaje de MS que presenta el tratamiento T3 (alfalfa + balanceado) con respecto a los tratamiento de producción de forraje hidropónico con biol, provoca un consumo de proteína siempre mayor en todas las semanas, por lo que los ADEVAs (semanales) siempre reportan alta significancia estadística y la prueba de separación de medias Tukey al 5% lo ubica siempre en el rango “a”.

Según ÁLVAREZ, 2002, las proteínas constituyen alrededor del 50% del peso seco de los tejidos y no existe proceso biológico alguno que no dependa de la participación de este tipo de compuesto químico.

Los animales que recibieron el tratamiento T3 (alfalfa + balanceado), consumieron mayor cantidad de fibra en su alimentación (cuadro 22) lo que aparentemente favoreció la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el transcurso del contenido alimenticio en el tracto digestivo (PÉREZ, 2004). Así mismo en el (cuadro 23) los animales del tratamiento T3 recibieron 2,46% de grasa en su alimento, porcentaje mayor a los que recibieron los cuyes del T1 y T2 con 1,37% y 2,76% respectivamente. La ración ideal para cuyes debe presentar un 3% de grasa. (WAGNER, 1976)

6.2.2 Conversión alimenticia

Los ADEVAs (cuadro 24) para la variable conversión alimenticia por semana, detectan no significancia estadística (ns) para tratamientos en 7 de las 8 semanas evaluadas. Únicamente en la semana 3 se observa 2 rangos de significancia estadística según la prueba de separación de medias Tukey 5%, que ubica al tratamiento T3 (alfalfa + balanceado) en el rango “a”, al tratamiento T2 (cebada al 40% + balanceado) compartiendo el rango “a” y “b”, y en el rango “b” al tratamiento T1 (cebada al 60% + balanceado). En términos generales los diferentes tratamientos influyen de la misma manera en la conversión alimenticia en la mayoría de semanas.

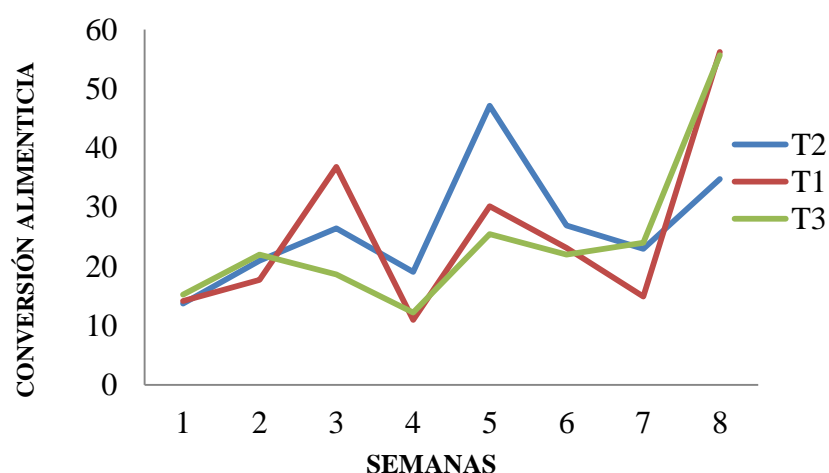
Cuadro 24. ADEVAs y rangos de significancia estadística según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para conversión alimenticia durante ocho semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

	CONVERSIÓN ALIMENTICIA															
	1 Semana		2 Semana		3 Semana		4 Semana		5 Semana		6 Semana		7 Semana		8 Semana	
SIGNIFICANCIA	ns		ns		*		ns		ns		ns		ns		ns	
TRATAMIENTOS	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango	Prom.	Rango
T1	14,18	a	17,76	a	36,82	b	11,52	a	30,17	a	23,15	a	14,95	a	56,25	a
T2	13,76	a	20,97	a	26,46	a-b	19,11	a	47,16	a	26,96	a	23,55	a	34,75	a
T3	15,27	a	22,04	a	18,69	a	12,25	a	25,46	a	21,42	a	23,21	a	55,67	a
CV	31,63		19,02		23		26,35		47,44		40,86		27,9		57,05	

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

A pesar de no existir significancias estadísticas entre los tratamientos se observa diferencias interesantes entre sus promedios para las diferentes semanas (cuadro 24 y gráfico 7), presentándose alternancia del mejor y el peor tratamiento en el tiempo.

El tratamiento T3 (Alfalfa +balanceado) se presentó como el mejor a partir de la semana 3, con los valores más bajos en las semanas 3, 5, y 6. En la semana 7 se encuentra con un valor intermedio entre los tratamientos T1 (Cebada al 60% +balanceado) y T2 (Cebada al 40% +balanceado). En la semana 4 es el mejor junto con el tratamiento T1, finalmente el tratamiento T3 en la semana 8 no obtuvo resultados favorables en esta variable.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Gráfico 7. Conversión alimenticia durante ocho semanas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeumvulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

6.2.3 Peso a la canal

El ADEVA (cuadro 25) para la variable peso a la canal detecta no significancia estadística (ns) para tratamientos, lo que determina que los diferentes tratamientos influyen de igual manera en esta variable.

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable peso a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

FV	GL	SC	CM
Tratamientos	2	5422,22	2711,11 ^{ns}
Error	6	37133,33	6188,89
Total	8	42555,56	
CV	10,66		

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

A pesar de no existir significancia estadística se observa que el tratamiento T3 (alfalfa + balanceado) presenta el mayor promedio con 766,67 g, seguido del tratamiento T1 (cebada al 60% + balanceado) con 740 g y en último lugar el tratamiento T2 (Cebada 40% + balanceado) con 706,67 g (cuadro 27).

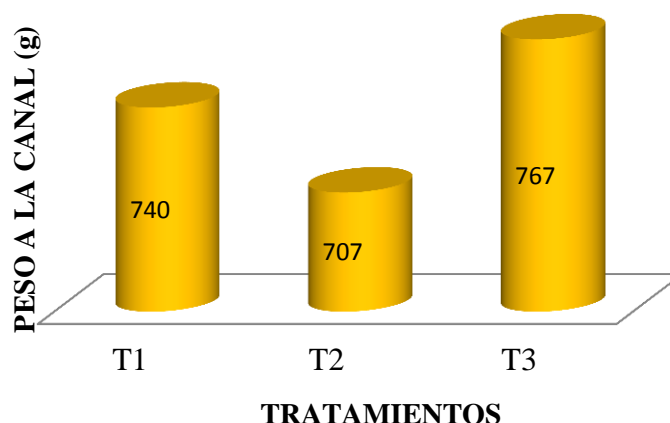
Estos resultados corroboran lo encontrado en las variables incremento de peso y conversión alimenticia donde se observa claramente que el mejor tratamiento es el T3 (alfalfa + balanceado) debido a su mayor consumo de proteína en la ración. Esto influye en el mantenimiento y elaboración de todos los tejidos del organismo y especialmente en la musculatura (PÉREZ, 2004).

Los pesos obtenidos en la investigación son superiores a los registrados por GÓMEZ (2007), quién en su investigación utilizó cebada hidropónica y alfalfa obteniendo un peso promedio de 583,33 g durante 75 días de experimentación y con 3 meses de edad.

Cuadro 26. Promedio del peso (g) a la canal para tratamientos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

TRATAMIENTO	PROMEDIO
T1 (Cebada hidropónica con 60% de biol + balanceado comercial)	740,00
T2 (Cebada hidropónica con 40% de biol + balanceado comercial)	706,67
T3 (Alfalfa + balanceado comercial)	766,67

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor.

Gráfico 8. Promedio del peso a la canal para tratamientos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

6.2.4 Rendimiento a la canal

El ADEVA (cuadro 27) para la variable rendimiento a la canal detecta no significancia estadística (ns) para tratamientos, lo que determina que los diferentes tratamientos influyen de igual manera en este proceso.

Cuadro 27. Análisis de varianza para la variable rendimiento a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

FV	GL	SC	CM
Tratamientos	2	24,67	12,3 ^{ns}
Error	6	83,33	13,89
Total	8	108	
CV	5,51		

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

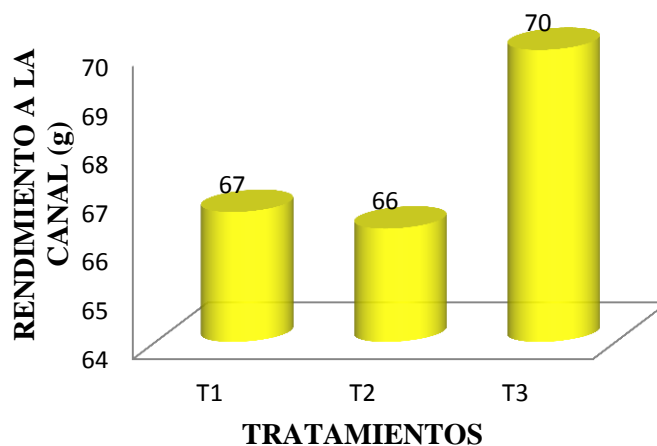
A pesar de no existir significancia estadística, del análisis de los promedios se observa que el mejor rendimiento a la canal lo presenta el tratamiento T3 (alfalfa + balanceado) con 70%, seguido del tratamiento T1 (cebada al 60% + balanceado) con 67% y finalmente el tratamiento T2 (cebada 40% + balanceado) con 66% de rendimiento a la canal (cuadro 28 y gráfico 9).

Los rendimientos a la canal obtenidos en la investigación concuerdan a los registrados por GÓMEZ (2007), quién en su investigación utilizó alfalfa y cebada hidropónica para la alimentación de cuyes y obtuvo un rendimiento promedio de 68,15%.

Cuadro 28. Promedio de tratamientos para rendimiento a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

TRATAMIENTOS	PROMEDIO (%)
T1 (Cebada hidropónica con 60% de biol + balanceado comercial)	67
T2 (Cebada hidropónica con 40% de biol + balanceado comercial)	66
T3 (Alfalfa + balanceado comercial)	70

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor



Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Gráfico 9. Promedio de tratamientos para rendimiento a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

6.3 Costos de producción

Al evaluar la producción de cuyes durante las etapas de desarrollo y engorde se determinó que el mejor beneficio/costo lo tiene el tratamiento T3(alfalfa + balanceado) con el valor de 1,12 que determina una ganancia de 12 centavos por cada dólar invertido.

Los tratamientos T1 (cebada 60% de biol+ balanceado) y T2 (cebada 40% de biol + balanceado), con valores de beneficio – costo de 0,76 y 0,85 respectivamente, ni siquiera permiten recuperar la inversión realizada.

Cuadro 29. Evaluación económica (beneficio/costo), para tratamientos en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

PRODUCCIÓN KG/MES			
CONCEPTO	T1	T2	T3
COSTO PRIMO	25,12	20,78	16,38
MATERIA PRIMA DIRECTA	18,38	14,04	9,64
MANO DE OBRA DIRECTA	6,74	6,74	6,74
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN (CIF)	3,94	3,94	3,94
SERVICIOS BÁSICOS	0,30	0,30	0,30
ÚTILES DE ASEO	0,20	0,20	0,20
DEPRECIACIONES INFRAESTRUCTURA	0,24	0,24	0,24
DEPRECIACIONES MAQUINARIA Y EQUIPOS	0,23	0,23	0,23
DEPRECIACIONES HERRAMIENTAS DE PRODUCCIÓN	2,60	2,60	2,60
DEPRECIACIONES DE ACTIVOS BIOLÓGICOS	0,38	0,38	0,38
GASTOS ADMINISTRATIVOS	0,18	0,18	0,18
ARRIENDO TERRENO	0,18	0,18	0,18
CÁLCULOS			
TOTAL COSTOS 3 CUYES	29,24	24,90	20,50
PESO A LA CANAL (kg) 3 CUYES	2,22	2,12	2,30
PRECIO VENTA/Kg	10,00	10,00	10,00
INGRESOS BRUTOS	22,20	21,20	23,00
INGRESOS NETOS	-7,04	-3,70	2,50
RELACIÓN B / C	0,76	0,85	1,12

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

7 CONCLUSIONES

PRIMER ENSAYO

- Luego de las evaluaciones iniciales de tiempo y porcentaje de germinación se decidió no continuar con la evaluación de la producción de biomasa de la especie vegetal maíz (*Zea mays*) INIAP 180, debido a sus bajos resultados. Presentó apenas un 9,8% de germinación en 6 días versus el 94,2% de germinación de la especie vegetal cebada (*Hordeum vulgare*) en el mismo periodo de tiempo. La semilla de maíz INIAP 180 posee un endospermo vítreo que se caracteriza por tener una pared celular gruesa así como un grado de compactación mayor, que influye para la absorción de agua e hinchamiento del embrión para su posterior germinación.
- De los datos desprendidos de la producción primaria en materia seca de los tratamientos en estudio, en donde lideran los tratamientos T3 y T5 con 454,86 g /0,30 m² y 442,79 g /0,30 m² respectivamente y que consistieron en proveer a la semilla de la especie vegetal cebada (*Hordeum vulgare*) concentraciones de biol de 40% y 60% en el agua de riego, se puede concluir que existe un efecto de este abono orgánico en la producción de biomasa en la especie vegetal antes mencionada.
- Por motivos no identificados el tratamiento T4 que consistió en proveer a la semilla de cebada (*Hordeum vulgare*) una concentración de biol del 50% en el agua de riego y que debió haber generado una producción de biomasa parecida al de los tratamientos T3 y T5, presentó 396,50 g/0,30 m².
- Según el análisis bromatológico realizado en los laboratorios de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), el tratamiento T5 donde se utilizó 60% de biol fue el mejor con 90,13% de humedad; 9,87% de MS; 25,25% de proteína y 22,77% de fibra, seguido por el tratamiento T3 (40% de biol) con 90,77% de humedad; 9,23% de MS;

23,31% de proteína y 23,31% de fibra y en último lugar el tratamiento T1 donde se usó 0% de biol con los valores más bajos.

SEGUNDO ENSAYO

El tratamiento T3 que consistió en proveer a los cuyes en experimentación la especie vegetal Alfalfa + balanceado comercial, fue el más destacado, aunque no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Éste generó un incremento de peso de 777 g al terminar la octava semana; en la conversión alimenticia en la mayoría de las semanas fue el más eficiente; en el peso a la canal alcanzó 766,67 g y terminó con 69,96% de rendimiento a la canal. Esto se debió básicamente al doble de porcentaje de MS que presenta el tratamiento T3 (alfalfa + balanceado) con respecto a los tratamiento de producción de forraje hidropónico con biol que provoca un consumo de proteína, fibra y grasa siempre mayor en todas las semanas.

ANÁLISIS ECONÓMICO

- El T3 (Especie vegetal Alfalfa + balanceado comercial) alcanzó mejor rentabilidad económica en las etapas de desarrollo y engorde, obteniendo un índice de beneficio/ costo de \$ 1,12 y el T2 (Cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 40% + balanceado comercial) fue el peor obteniendo un índice de beneficio/costo de \$0,76.

8 RECOMENDACIONES

- Las concentraciones de biol si influyeron en la calidad cuantitativa y cualitativa de la cebada hidropónica; y con los resultados obtenidos en la investigación se recomienda usar la concentración al 40% y 60% de biol en el agua de riego.
- Es muy posible que sea necesario probar otros métodos de pregerminación para lograr mejores porcentajes de germinación de la variedad INIAP 180 de la especie vegetal maíz (*Zea mays*), que permitan su uso en una propuesta de producción de forraje hidropónico.
- Para el caso no tener acceso a biomasa de Alfalfa para alimentar a cuyes, se recomienda utilizar forraje hidropónico de la especie vegetal cebada (*Hordeum vulgare*), variedad Cañicapa, producido con 60% de biol en el agua de riego,
- Realizar nuevas investigaciones utilizando cebada hidropónica obtenida con diferentes concentraciones de biol en la alimentación de cuyes y otras especies rumiantes y no rumiantes. Las concentraciones al 40% y 60% de biol no provocan anomalías o muerte en los animales.
- Desde el punto de vista económico, se recomienda usar el tratamiento T3 (Especie vegetal Alfalfa + balanceado comercial) para la alimentación de cuyes, debido a positiva rentabilidad económica, donde se tiene ganancias de 12 centavos por cada dólar invertido.

9 RESUMEN

En la parroquia de Guayllabamba, cantón Quito, provincia de Pichincha a 2139 m.s.n.m., se evaluó el efecto de cinco concentraciones de biol en un sistema de riego en la producción de cebada y maíz hidropónico en un primer ensayo, y posteriormente en un segundo se determinó el efecto del forraje hidropónico obtenido con el biol en la alimentación en las etapas de desarrollo y engorde de cuyes.

En la investigación se utilizó un DCA. En la primera fase se utilizó cinco tratamientos (0%, 30%, 40%, 50 y 60% de biol) con 4 repeticiones para el cultivo hidropónico de cebada y maíz, con una densidad de semilla de 600 g/0,30 m² y 1200 g/0,30 m² respectivamente. Se observó que el tratamiento T3 (40% de biol) y el tratamiento T5 (60% de biol) presentaron mejores resultados en el primer ensayo con la cebada del INIAP Cañicapa, y en el maíz INIAP 180 los resultados fueron negativos desde la germinación.

En el segundo ensayo se trabajó con tres tratamientos: cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 60% + balanceado comercial; cebada hidropónica obtenida con biol a una concentración del 40% + balanceado comercial y alfalfa + balanceado comercial, con 3 repeticiones. Las unidades experimentales estuvieron conformadas por un cuy con pesos iniciales comprendidos entre 300 – 350 g.

El tratamiento T3 (alfalfa + balanceado comercial) presentó los mejores resultados en incremento de peso, conversión alimenticia, peso y rendimiento a la canal en comparación con el tratamiento T1 (cebada 60% de biol + balanceado comercial) y tratamiento T2 (cebada 40% de biol + balanceado comercial). Además el mismo tratamiento fue el mejor en la evaluación beneficio/costo durante las etapas de desarrollo y engorde, presentando una ganancia de 12 centavos por cada dólar invertido.

SUMMARY

In the parish of Guayllabamba, Canton Quito, Pichincha province at 2139 m.s.n.m, the effect of five concentrations was evaluated in biol an irrigation system in the production of barley and corn hydroponically in a first test , and then a second determined the effect obtained with hydroponic fodder in feeding biol stages of development and guinea pig fattening.

The research used a DCA. In phase five treatments (0 %, 30 %, 40 %, 50% and 60 % of biol) with 4 replications for hydroponic cultivation of barley and corn are used, with a seed density of 600 g /0.30 m² and 1200 g /0.30 m² respectively. It was observed that T3 (40% biol) and T5 treatment (60 % of biol) treatment showed better results in the first test with barley INIAP Cañicapa, and corn INIAP 180 negative results from germination.

In the second test we worked with three treatments: biol hydroponic barley obtained with a concentration of 60% + commercial feed; hydroponic barley biolobtained with a concentration of 40% + commercial feed and commercial feed + alfalfa with 3 replications. The experimental units were formed by a guinea pig with initial weights between 300-350 g.

The T3 (commercial feed + alfalfa) treatment provided the best results in weight gain, feed conversion, weight and carcass yield compared with treatment T1 (biol barley + 60% commercial feed) and treatment T2 (40 % barley of biol + commercial feed). Moreover, the same treatment was the best in the benefit / cost evaluation during the development stages and fattening, showing a gain of 12 cents for every dollar invested.

10 BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ, F. (2010). *Preparación y uso del biol.* (ITDG, Ed.)

ARTURO, J. (2007). Microbiología de la Digestión Anaerobia. En C. Especializada (Ed.). Villa Clara.

CALLES, D. (2005). Evaluación de la Producción y Calidad del Forraje Verde Hidropónico de Cebada con la utilización de diferentes Niveles de Azufre y su respuesta en Ganado Lechero. En E. S. Chimborazo (Ed.). Riobamba, Ecuador: Tesis de Grado.

CARBALLO, C. (2000). *Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal.* (<http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados..>, Ed.) Cualicán , Sinaloa, México.

CASTRO, B., & CHIRINOS, P. y. (1991). *Uso de afrechillo en el engorde de cuyes con restricción de forraje.* XIV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).

CHAUCA, F. (1993). Fisiología y medio ambiente. *I Curso regional de capacitación en crianza de cuyes.* Cajamarca. Perú.: INIA-EELM-EEBI.

COLJAP. (s.f.). *Forraje Hidropónico.* (I. Técnica, Ed.)

CORPOICA. (2003). *Explotación Tecnificada de Cuyes.* San Juan de Pasto , Colombia: Manual de Asistencia Técnica No. 5.

Council, N. R. (1978). Nutrient requeriments of laboratory animals. En N. A. Science (Ed.). Washington D. C.: 33 Ed.

DECARA, L., & SANDOVAL, G. F. (2004). *El uso de biodigestores en sistemas caprinos de la provincia de Córdoba.* (U. d. Cuarto, Ed.) Córdoba, Argentina.

FALCONES, J. (2000). *Evaluación de la Producción de Forraje Hidropónico con agua y solución nutritiva, utilizando tres especies forrajeras con dos densidades de siembra.* (U. C. Tesis Ing. Agr. Quito, Ed.) Quito.

FAO. (s.f.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO, 1. (s.f.). <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm>. Recuperado el 5 de Enero de 2013

FLORES, Z. (2004). Tiempo de remojo de semillas de maíz (*Zea mays*) para producción de forraje verde hidropónico. Maracay, Aragua, Venezuela.

FRAGELA, M. (2007). *Los biodigestores como aportador de energía y mejoradores de suelos*. (U. d. Matanzas, Ed.) Cuba.

GOMEZ, M. (2007). Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz y Cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. Riobamba, Ecuador.

GUEVARA, A. (1996). *Fundamentos Básicos para el Diseño de Biodigestores*. (C. P. Ambiente, Ed.) Lima, Perú.

<http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s04.htm>. (s.f.).

INIAP. (2012). *Laboratorio de Semillas*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Santa Catalina. Machachi: AGROCALIDAD.

IZQUIERDO, J. (2005). *El FVH como tecnología apta para pequeños agricultores agropecuarios*. Obtenido de www.rlc.fao.org/quien-som/rlc/izquierdo.com

MONCAYO, G. R. (1992). Aspectos de manejo en la producción comercial de cuyes en Ecuador. *III Curso latinoamericano de producción de cuyes*. Lima, Perú.: UNA La Molina.

MORENO, R. (s.f.). El cuy. pág. 128.

NOYOLA, A. (1997). *Tratamiento anaerobio de aguas residuales; Foro Internacional. Comparación de dos tecnologías en Aguas residuales domésticas para municipalidades*. Medellín, Colombia.

ORDOÑEZ, R. (1997). Efecto de dos niveles de proteína y fibra cruda en el alimento de cuyes (*Cavia porcellus*) en lactación y crecimiento. Lima, Perú: UNA La Molina.

ORTEGA, M. (2004). Evaluación de los intervalos de escurrimiento de la semilla durante el periodo de remojo para producir Forraje Verde Hidropónico y su

evaluación en la alimentación de vacas lecheras. Riobamba, Ecuador: Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

PÉREZ, M. (2004). *Manual de crianza de animales*. LEXUS.

RICO, E. y. (2003). Manual sobre manejo de cuyes. EE. UU.: Benson Agriculture and Food Institute.

SALINAS, M. (2002). *Crianza y Comercialización de Cuyes*. Lima, Perú: RIPALME.

SANTOS, J. (1997). *Cultivos Hidropónicos*. Edición Española.

SUQUILANDA, M. (1996). *Agricultura Orgánica Alternativa Tecnológica del Futuro*. Quito, Ecuador: Abya Ayala.

TAYLHARDAT, L. (1986). *El Biogás, Fundamentos e Infraestructura Rural*. (F. d. U.C.V., Ed.) Maracay, Venezuela: Instituto de Ingeniería Agrícola.

THERESA, E., & KEARNEY, M. (1994). *Metabolic Activity of Pathogenic Bacteria during Semicontinuous Anaerobic Digestion* (Vol. 60). (A. a. Microbiology, Ed.) Washington, Estados Unidos.

VELASTEGUI, L. (1980). *El Biogás como Alternativa Energética para Zonas Rurales; OLADE (Organización Latinoamericana de Alternativas de Energía)*. Ecuador.

WAGNER, J. y. (1976). The biology of the guinea pigs. Londres Academic Press.

ZALDÍVAR, A. y. (1975). Crianza de cuyes. En M. d. Agricultura. Lima, Perú: Boletín Técnico No. 8.

ZALDÍVAR, A.M. y ROJAS, S. (1968). *Tratamientos dietéticos en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (Cavia porcellus)* (Vol. 2). (I. A. Perú, Ed.) Perú.

11 ANEXOS

Anexo 1. Análisis del biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

IDENTIFICACIÓN USUARIO		UNIDAD	BIOL
CÓDIGO DE LABORATORIO			LS-12-776
PARÁMETROS			
pH		NA	7,18
CONDUCTIVIDAD		dS/m	6,79
MACROELEMENTOS	MATERIA ORGÁNICA	%	0,35
	NITRÓGENO TOTAL	%	0,02
	NITRATOS	ppm N03	10,91
	FÓSFORO (ASIMILABLE)	% P	0,03
	POTASIO (ASIMILABLE)	% K	0,16
	CALCIO (INTERCAMBIABLE)	% Ca	0,90
	MAGNESIO (INTERCAMBIABLE)	% Mg	0,18
	HIERRO	ppm Fe	2,06
	MANGANESO	ppm Mn	74,99

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 2. Determinación del tiempo de germinación de cebada (*Hordeum vulgare*).



Fuente: La Investigación

Anexo 3. Determinación del tiempo de germinación de maíz (*Zea mays*).



Fuente: La Investigación

Anexo 4. Preparación y obtención del biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 5. Elaboración de las bandejas, recubriéndolas con plástico en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 6. Desinfección de cebada y maíz con hipoclorito de sodio al 2% en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 7. Recipientes con las diferentes concentraciones de biol usadas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 8. Verificando el funcionamiento del sistema de riego en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 9. Porcentaje de germinación de cebada (*Hordeum vulgare*) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 10. Porcentaje de germinación del maíz (*Zea mays*) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 11. Obtención de la alícuota de biomasa en verde para enviarlas al laboratorio en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 12. Identificación de las muestras de cebada antes de ingresar a la estufa en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



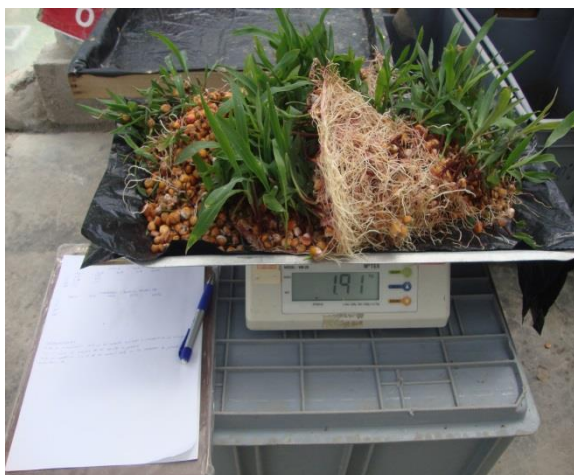
Fuente: La Investigación

Anexo 13. Producción de materia verde (kg) de cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeumvulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 14. Maíz – Producción de materia verde (kg) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 15. Desinfección de jaulas en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 16. Siembra a diferentes tiempos de cebada hidropónica en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 17. Cuyes alimentándose con cebada hidropónica, alfalfa y balanceado, en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.



Fuente: La Investigación

Anexo 18. Pesaje de un cuy faenado, sin vísceras en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.




Fuente: La Investigación

Anexo 19. INIAP CAÑICAPA 2003; Recomendaciones generales para el manejo del cultivo.

Recomendaciones generales para el manejo del cultivo:

1. Para garantizar una buena población de plantas, utilizar semillas certificadas o seleccionadas de centros autorizados.
2. Para lograr una germinación uniforme, sembrar a inicio de la época lluviosa en la zona.
3. Profundidad de siembra no mayor a 5 cm.
4. Utilice 200 libras (180 kg) de semilla por hectárea, en siembras manuales y 240 lb (110 kg) con máquinas.
5. Aplique 3 sacos de fertilizante completo 18-45-0 a la semilla y si así requiere Urea, aplique un saco a los 45 días después de la siembra.
6. También se puede utilizar 40 a 60 sacos por hectárea de abono orgánico (munda de compost) si está disponible en cantidades suficientes en la zona, el cual se puede colocar en el suelo al momento de la siembra.
7. Para control de malezas de hoja ancha, aplique el herbicida metolachlor metil (Aldrin) en la dosis de 15 g/litro o 2,4-D Ester en la dosis recomendada por el fabricante.
8. Cosechar en época seca y que la humedad del grano sea inferior al 15%; si el grano tiene mayor humedad secar antes de almacenar.



Mayor información:

INIAP
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Programa de Cereales

Estación Experimental Santa Catalina
km. 1 Panamericana Sur
Apartado Postal: 17-01-340
Tel-fax: 022593362
Cuito - Ecuador

Estación Experimental del Austro
km. 13 vía El Descanso - Gualea
Apartado Postal: 01-01-554
Tel-fax: (07) 2255 993
Gualea - Azuay - Ecuador

GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

Dr. Ramón Espinel Martínez
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA ACUICULTURA Y PESCA


Dr. Julio César Delgado Arce
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP

P 203

Plegable No. 208*

Miguel Rosadilla*
Luis Porco*
Sergio Alvar*
Jorge Cortez*

INIAP CAÑICAPA 2003
LA PRIMERA VARIEDAD DE CEBADA CON ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNA



Estación Experimental del Austro
Julio 2003
Cañar-Ecuador

*Fotografías Programa de Cereales EE Santa Catalina, INIAP
*Fotografía del Programa de Cereales EE Chacabamba, INIAP
*Revisado y mejorado octubre del 2003

Fuente: La Investigación

Anexo 20. INIAP 180; Nueva variedad de maíz de alto rendimiento.

'INIAP - 180'

NUOVA VARIEDAD DE MAÍZ DE ALTO RENDIMIENTO

Ing. Mario Carrión C.*

INTRODUCCIÓN

El mayor porcentaje de las áreas productoras de maíz en la Sierra se encuentran sembradas con variedades nativas que tienen limitado rango de adaptación, bajo rendimiento, son tardías y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Por estas razones, el Programa de Maíz de la Estación "Santa Catalina" del INIAP ha realizado investigaciones durante varios años con la finalidad de entregar a los agricultores misioneros de la Sierra, variedades mejoradas, con amplio rango de adaptación, alto rendimiento, mayor precocidad y resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Como resultado de las investigaciones realizadas, el Programa de Maíz ha desarrollado una nueva variedad mejorada de maíz de "Sierra y subsierra", la INIAP-180, por su principales zonas misioneras de la Sierra ecuatoriana.

* Ing. Agr. MSc. Programa de Maíz, Estación Experimental "Santa Catalina", INIAP.

ORIGEN

La variedad "INIAP-180" fue obtenida en la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP, a partir del cruce de las siguientes variedades: INIAP-178, INIAP-179, (INIAP-178 x Padi 48), (ICA-1-507 y 180-317 x ICA-1-507).

CARACTERÍSTICAS AGROMORFOLÓGICAS


"INIAP-180" tiene un ciclo vegetativo de 100 días en localidades de 2500 metros de altitud y con 143° centígrados de temperatura media. Empezó a ser 12 días después de la siembra. La floración comienza a producir a los 121 días y la formación a los 125 días. Se cosecha en grano a los 200 días. El porcentaje de grano es de 80% y de hoja de 20%. La altura promedio de planta es de 270 cm y la altura de inserción de mazorca de 170 cm. El número promedio de hojas es de 12. El número de hilos por mazorca es de 14 a 16. El tipo de grano es mediano, amiláceo, duro, de color blanco, cubre aproximadamente un 4% de superficie hasta que se muela. El peso de 1000 semillas es de 690 gramos.

El rendimiento promedio de grano a nivel experimental es de 5.5 toneladas métricas por hectárea (120 quintales) y a nivel semi-comercial (promedio de 24 localidades) de 3.2 toneladas métricas por hectárea (70 quintales). Se produce en tiempo verde es de 15 toneladas métricas por hectárea (116 quintales).

"INIAP-180" posee resistencia a las siguientes enfermedades foliares: "Tizón foliar" (*Blumeriella zeae-maydis*), "Mancha foliar" (*Chrysosporium zeae-maydis*) y "Hoja" (*Puccinia* spp.) y a polidosis de la mazorca causada por *Heliothis virescens* y *Diplosis maydis*.

* Datos obtenidos en la Dirección Central de la Estación Experimental "Santa Catalina" - INIAP.

ZONAS DE ADAPTACIÓN



Esta nueva variedad se recomienda para las principales zonas misioneras de la Sierra, comprendidas entre los 2500 y 2800 metros de altitud, con precipitaciones de 800 a 1500 milímetros, debidamente distribuidas entre los meses de septiembre a abril.

USOS

Se utiliza para la alimentación humana y animal. Sirve también para la preparación de balanceados para la industria avícola.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ NO ASOCIADO

Los agricultores para la siembra de esta variedad, deben considerar las siguientes recomendaciones:

1. Preparación del Suelo

Preparar bien el suelo, realizar una labor de arado con el fin de permitir una adecuada descomposición de los residuos vegetales de la cosecha anterior y dar labranza de siembra para dejar el suelo en las mejores condiciones para la siembra. Se debe arar a 60 cm con un arado continuo a la profundidad, para evitar pérdidas de suelo.
2. Época de Siembra

La época más adecuada para la siembra está comprendida entre el 15 de septiembre y el 15 de noviembre.
3. Cantidad de Semilla por Hectárea

Para la siembra se requiere 25 libras (55 litros) de semilla por hectárea.
4. Desinfección de Semilla

Es aconsejable desinfectar la semilla con el propósito de prevenir el ataque del ataque de plagas y enfermedades y mantener una buena población de plantas. Para su uso, una muestra de 50 mililitros de Fomalin, más 2 gramos de Aroclor 1248, más 12 mililitros de agua por litro de semilla.
5. Densidad y Distancia de Siembra

La distancia de siembra es de 80 cm entre surcos, por 25 cm entre plantas y una muestra por alfiler, 5-10 cm entre plantas y una muestra por alfiler, según en ambos casos, a una densidad de 10.000 plantas por hectárea.

Fuente: La Investigación

Anexo 21. Resultados experimentales que muestran los porcentajes de germinación en el tiempo de las especies vegetales maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Días	SEMILLAS					
CEBADA						
	I	II	III	IV	V	Promedio
1	3	2	3	4	2	2,8
2	8	7	9	11	7	8,4
3	55	48	43	53	45	48,8
4	80	79	77	80	73	77,8
5	94	95	95	96	91	94,2
6	94	95	95	96	91	94,2
MAÍZ						
1	0	0	0	0	0	0
2	2	3	1	2	1	1,8
3	6	8	5	2	5	5,2
4	10	9	8	4	7	7,6
5	14	12	10	5	8	9,8
6	14	12	10	5	8	9,8

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 22. Resultados experimentales de la variable porcentaje de germinación del maíz en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T 1 (0%)	12	15	20	14	15,25
T 2 (30%)	15	20	20	10	16,25
T 3 (40%)	12	30	25	20	21,75
T 4 (50%)	10	20	15	10	13,75
T5 (60%)	15	30	20	25	22,50

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 23. Resultados experimentales de la variable porcentaje de germinación de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
T1 (0 %)	96	98	96	95	96,25
T2 (30%)	90	85	90	80	86,25
T3 (40%)	98	98	95	97	97
T4 (50%)	95	96	94	85	92,5
T5 (60%)	96	80	94	95	91,25

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 24. Resultados experimentales de la variable rendimiento de materia verde de la cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
(T1 0%)	1780	2490	1550	1780	1900
(T2 30%)	1860	1920	1950	1450	1795
(T3 40%)	2460	3020	1980	2600	2515
(T4 50%)	2260	2230	2140	1690	2080
(T5 60%)	1990	1560	1740	1890	1795

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 25. Resultados experimentales de materia seca (g) de la especie vegetal cebada en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
(T1 Agua)	437,73	438,65	403,93	435,89	429,05
(T2 30%)	447,79	406,45	401,98	381,69	409,48
(T3 40%)	483,32	502,12	422,85	411,16	454,86
(T4 50%)	418,45	425,58	440,24	301,74	396,50
(T5 60%)	408,03	390,08	459,44	513,60	442,78

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 26. Resultados del análisis bromatológico (AGROCALIDAD) de la muestra alfalfa en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA		INFORME DE ANALISIS					
INFORME DE ANALISIS		INFORME DE ANALISIS					
<p>Persona o Empresa solicitante: Sr José Jumbao País : Ecuador Provincia : Pichincha Cantón : Quito Dirección : Guayllabamba Teléfono : 038325-190 Fecha de ingreso de la muestra: 12/04/2013 Fecha inicio análisis : 15/04/13 Fecha finalización análisis: 24/04/13 No. de Factura: 12266</p>							
<p>DATOS DE LA MUESTRA: Muestra : ALFALFA Código No.: B130213 Tipo de Envase: Póndula plástica Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: Temperatura 22.7 C HR: 41% Forma de Conservación: Refrigeración, registrada de la luz. Muestreo: Responsabilidad del cliente.</p>							
<p>RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO</p>							
CATEGORÍA MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	SERIE FORMAS ANALÍTICO	MUESTRA ACORDA TEÓRICA	
B130213	ALFALFA	Humedad	81.08	%	Gravimétrico	-----	
		Materia Seca	18.92	%	Gravimétrico	PEEL-BAS	-----
		Cenizas	12.22	%	Gravimétrico	PEEL-BAS	-----
		Proteína (N x 6,25)	21.38	%	Kjeldahl	PEEL-BAS	-----
		Grasa	2.46	%	Solublet	PEEL-BAS	-----
		Fibra	26.75	%	Gravimétrico	PEEL-BAS	-----
		ENN*	34.69	%	Cálculo	-----	

NOTA: No declarar ENN* Excepciones No Registradas

Análisis por: Lic. Nativ Píroz

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente. Se prohíbe la reproducción parcial del informe.

MC 2001-01

Fuente: La Investigación

Anexo 27. Resultados del análisis bromatológico (AGROCALIDAD) de las tres muestras de cebada con concentraciones de 60%, 40% y 0% de biol en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE AGROALIMENTOS DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE ANÁLISIS	

(Vía Interseccional Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito)
 Teléf.: 02-2372-949 Fax.: 233

Hoja 1 de 1
INF N° B13176

Persona o Empresa solicitante: Sr José Jumbo

País : Ecuador
Provincia : Pichincha
Cantón : Quito
Dirección : Guayllabamba
Teléfono : 03892-190

Fecha de ingreso de la muestra: 12/04/2013

Fecha inicio análisis : 15/04/13

Fecha finalización análisis: 24/04/13

No. de Factura: 12266

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : CEBADA 60 %

Código No.: B130215

Tipo de Envase: Funda plástica.

Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: Temperatura 22.7 C HR: 41%

Forma de Conservación: Refrigeración, resguardado de la luz.

Muestreo: Responsabilidad del cliente

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B130215	CEBADA 60 %	Humedad	90.13	%	Gravimétrico	-----
		Materia Seca	9.87	%	PEEL-B/01	-----
		Cenizas	5.39	%	Gravimétrico	-----
		Proteína (N X 6.25)	25.25	%	Kjeldahl	-----
		Grasa	1.37	%	Soxhlet	-----
		Fibra	22.77	%	Gravimétrico	-----
		ENN*	45.22	%	Cálculo	-----

*NDs: No detectado ; ENNs: Elementos No Nitrogenados

Analizado por:

Lic. Nuvia Pérez




Grilma Ortiz
 Representante Técnico

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.

Se prohíbe la reproducción parcial del informe

MC 2001-01

Fuente: La Investigación

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO
	INFORME DE ANÁLISIS <small>(vía intercoodénica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telf: 02-2272-645 Ext.: 233)</small>	

Hoja 1 de 1
ENF N° B13175

Persona o Empresa solicitante: Sr José Jumbo

País : Ecuador
 Provincia : Pichincha
 Cantón : Quito
 Dirección : Guayllabamba
 Teléfono : 03892-190

Fecha de ingreso de la muestra: 12/04/2013

Fecha inicio análisis : 15/04/13

Fecha finalización análisis: 24/04/13

No. de Factura: 12266

DATOS DE LA MUESTRA:

Muestra : CEBADA 40 %

Código No.: B130214

Tipo de Envase: Funda plástica.

Condiciones Ambientales de llegada de la muestra: Temperatura 22.7 C HR: 41%

Forma de Conservación: Refrigeración, resguardado de la luz.

Muestreo: Responsabilidad del cliente

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CODIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B130214	CEBADA 40 %	Humedad	90.77	%	Gravimétrico	-----
		Materia Seca	9.23	%	PEE/L-B/01	-----
		Cenizas	5.24	%	Gravimétrico	-----
		Proteína (N X 6.25)	23.31	%	Kjeldahl	-----
		Grasa	2.76	%	Sodhies	-----
		Fibra	21.27	%	Gravimétrico	-----
		ENN*	47.42	%	Cálculo	----

*ND= No declarado ; ENN= Elementos No Nitrogenados

Analizado por:

Lic. Navia Pérez


BQ. Gina Ortiz
 Representante Técnico

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe

MC 2001-01

Fuente: La Investigación

B120471	Pasto H ₂ O	Humedad	91.53	%	Gavimétrico PEE/L-B/01	---
		Materia Seca	8.47	%		---
		Cenizas	8.27	%	Gavimétrico PEE/L-B/04	---
		Proteína	21.25	%	Njeldahl PEE/L-B/02	---
		Grasa	3.14	%	Schlot PEE/L-B/03	---
		Fibra	16.50	%	Gavimétrico PEE/L-B/05	---
		ENN*	50.84	%	Cálculo	---

*ENN= Elementos no nitrogenados

OBSERVACIONES:

- Los resultados se reportan en base a muestra seca.

Analizado por:
Lic. Nuria Pérez

Fuente: La Investigación

Anexo 28. Resultados experimentales de la variable incremento de peso (g) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

		Peso inicial	1 SEM.	2 SEM.	3 SEM.	4 SEM.	5 SEM.	6 SEM.	7 SEM.	8 SEM.
T1	R1	320	460	550	600	750	800	930	1060	1180
	R2	350	430	500	550	690	750	810	920	950
	R3	340	480	600	640	810	920	1030	1170	1200
T2	R1	350	490	590	650	810	840	940	1020	1190
	R2	340	450	520	600	710	760	820	920	950
	R3	300	430	520	580	660	770	880	960	1050
T3	R1	310	430	500	600	740	830	990	1060	1100
	R2	330	410	500	570	710	770	880	960	990
	R3	320	460	530	640	810	910	980	1140	1200

Fuente: La Investigación

Elaborado por: El Autor

Anexo 29. Resultados experimentales del consumo de proteína en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

CONSUMO DE PROTEÍNA																			
				SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
Tratamientos	MS	Proteína		C. MV	Prot.	C. MV	Prot.	C. MV	Prot.	C. MV	Prot.	C. MV	Prot.	C. MV	Prot.	C. MV	Prot.	C. MV	Prot.
T1	R1	9,87	25,25	1520	37,88	1670	41,62	1650	41,12	1710	42,62	1910	47,60	1950	48,60	1800	44,86	2130	53,08
	R2	9,87	25,25	1580	39,38	1340	33,40	1460	36,39	1580	39,38	1890	47,10	1990	49,59	1720	42,87	2040	50,84
	R3	9,87	25,25	1670	41,62	1870	46,60	1930	48,10	2020	50,34	2290	57,07	2340	58,32	2150	53,58	2490	62,06
T2	R1	9,23	23,31	1730	37,22	1750	37,65	1780	38,30	2040	43,89	2220	47,76	2210	47,55	2030	43,68	2160	46,47
	R2	9,23	23,31	1750	37,65	1880	40,45	2030	43,68	2140	46,04	2320	49,92	2310	49,70	2040	43,89	2080	44,75
	R3	9,23	23,31	1690	36,36	1670	35,93	1460	31,41	2010	43,25	2320	49,92	2230	47,98	1990	42,82	2000	43,03
T3	R1	18,92	21,38	1620	65,53	1500	60,68	1820	73,62	2040	82,52	2190	88,59	2160	87,37	2280	92,23	2280	92,23
	R2	18,92	21,38	1750	70,79	1670	67,55	1530	61,89	1540	62,29	1790	72,41	2000	80,90	1880	76,05	2120	85,76
	R3	18,92	21,38	1460	59,06	1830	74,03	1760	71,19	1900	76,86	2220	89,80	2280	92,23	2170	87,78	2360	95,46

Fuente: La Investigación

Elaborado por: El Autor

MS= Materia seca

C. MV= Consumo de materia verde

Prot.= Proteína

Anexo 30. Resultados experimentales del consumo de fibra en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

CONSUMO DE FIBRA																			
				SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
Tratamientos		MS	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra	C. MV	Fibra
T1	R1	9,87	22,77	1520	34,16	1670	37,53	1650	37,08	1710	38,43	1910	42,93	1950	43,82	1800	40,45	2130	47,87
	R2	9,87	22,77	1580	35,51	1340	30,12	1460	32,81	1580	35,51	1890	42,48	1990	44,72	1720	38,66	2040	45,85
	R3	9,87	22,77	1670	37,53	1870	42,03	1930	43,37	2020	45,40	2290	51,47	2340	52,59	2150	48,32	2490	55,96
T2	R1	9,23	21,27	1730	33,96	1750	34,36	1780	34,95	2040	40,05	2220	43,58	2210	43,39	2030	39,85	2160	42,41
	R2	9,23	21,27	1750	34,36	1880	36,91	2030	39,85	2140	42,01	2320	45,55	2310	45,35	2040	40,05	2080	40,83
	R3	9,23	21,27	1690	33,18	1670	32,79	1460	28,66	2010	39,46	2320	45,55	2230	43,78	1990	39,07	2000	39,26
T3	R1	18,92	29,75	1620	91,18	1500	84,43	1820	102,44	2040	114,83	2190	123,27	2160	121,58	2280	128,33	2280	128,33
	R2	18,92	29,75	1750	98,50	1670	94,00	1530	86,12	1540	86,68	1790	100,75	2000	112,57	1880	105,82	2120	119,33
	R3	18,92	29,75	1460	82,18	1830	103,01	1760	99,07	1900	106,95	2220	124,96	2280	128,33	2170	122,14	2360	132,84

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 31. . Resultados experimentales del consumo de grasa en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

CONSUMO DE GRASA																			
				SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5		SEMANA 6		SEMANA 7		SEMANA 8	
Tratamientos	MS	Grasa		C. MV	Grasa	C. MV	Grasa	C. MV	Grasa	C. MV	Grasa	C. MV	Grasa	C. MV	Grasa	C. MV	Grasa	C. MV	Grasa
T1	R1	9,87	1,37	1520	2,06	1670	2,26	1650	2,23	1710	2,31	1910	2,58	1950	2,64	1800	2,43	2130	2,88
	R2	9,87	1,37	1580	2,14	1340	1,81	1460	1,97	1580	2,14	1890	2,56	1990	2,69	1720	2,33	2040	2,76
	R3	9,87	1,37	1670	2,26	1870	2,53	1930	2,61	2020	2,73	2290	3,10	2340	3,16	2150	2,91	2490	3,37
T2	R1	9,23	2,76	1730	4,41	1750	4,46	1780	4,53	2040	5,20	2220	5,66	2210	5,63	2030	5,17	2160	5,50
	R2	9,23	2,76	1750	4,46	1880	4,79	2030	5,17	2140	5,45	2320	5,91	2310	5,88	2040	5,20	2080	5,30
	R3	9,23	2,76	1690	4,31	1670	4,25	1460	3,72	2010	5,12	2320	5,91	2230	5,68	1990	5,07	2000	5,09
T3	R1	18,92	2,46	1620	7,54	1500	6,98	1820	8,47	2040	9,49	2190	10,19	2160	10,05	2280	10,61	2280	10,61
	R2	18,92	2,46	1750	8,15	1670	7,77	1530	7,12	1540	7,17	1790	8,33	2000	9,31	1880	8,75	2120	9,87
	R3	18,92	2,46	1460	6,80	1830	8,52	1760	8,19	1900	8,84	2220	10,33	2280	10,61	2170	10,10	2360	10,98

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 32. Resultados experimentales del consumo de (cebada al 60% + balanceado); (cebada al 40% + balanceado) y (alfalfa + balanceado) en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

1 SEMANA														2 SEMANA													
H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
0,27	0,03	0,19	0,04	0,14	0,02	0,20	0,02	0,17	0,01	0,19	0,02	0,20	0,02	0,22	0,03	0,19	0,03	0,21	0,03	0,19	0,10	0,19	0,02	0,21	0,03	0,20	0,02
0,22	0,02	0,19	0,03	0,16	0,10	0,20	0,03	0,20	0,01	0,19	0,00	0,20	0,03	0,20	0,03	0,16	0,02	0,17	0,03	0,16	0,02	0,14	0,02	0,19	0,01	0,17	0,02
0,25	0,04	0,23	0,06	0,17	0,03	0,19	0,03	0,21	0,02	0,22	0,02	0,18	0,02	0,22	0,03	0,20	0,03	0,22	0,03	0,19	0,01	0,30	0,02	0,29	0,02	0,28	0,03
0,27	0,02	0,23	0,05	0,17	0,02	0,21	0,03	0,24	0,03	0,21	0,02	0,22	0,01	0,24	0,03	0,22	0,03	0,25	0,02	0,21	0,02	0,19	0,03	0,23	0,02	0,24	0,02
0,24	0,01	0,20	0,03	0,21	0,02	0,24	0,02	0,24	0,01	0,25	0,01	0,24	0,03	0,30	0,01	0,23	0,02	0,24	0,01	0,21	0,00	0,24	0,02	0,28	0,02	0,28	0,02
0,26	0,02	0,21	0,03	0,16	0,02	0,21	0,03	0,23	0,03	0,23	0,03	0,21	0,02	0,24	0,03	0,19	0,03	0,24	0,03	0,2	0,01	0,18	0,02	0,23	0,03	0,21	0,03
0,25	0,03	0,24	0,05	0,21	0,02	0,19	0,02	0,22	0,01	0,15	0,03	0,17	0,03	0,20	0,02	0,15	0,04	0,24	0,02	0,23	0,02	0,15	0,03	0,17	0,01	0,20	0,02
0,22	0,02	0,19	0,04	0,22	0,02	0,24	0,03	0,21	0,02	0,24	0,04	0,23	0,03	0,22	0,03	0,21	0,03	0,28	0,02	0,18	0,02	0,20	0,02	0,19	0,04	0,20	0,03
0,21	0,02	0,22	0,04	0,12	0,02	0,22	0,03	0,16	0,02	0,14	0,02	0,22	0,02	0,25	0,02	0,22	0,03	0,25	0,03	0,20	0,02	0,24	0,02	0,26	0,03	0,24	0,02
3 SEMANA														4 SEMANA													
H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
0,20	0,03	0,20	0,03	0,18	0,03	0,22	0,03	0,21	0,03	0,22	0,02	0,22	0,03	0,23	0,02	0,22	0,03	0,19	0,02	0,19	0,02	0,16	0,03	0,27	0,05	0,24	0,04
0,16	0,02	0,16	0,03	0,16	0,03	0,20	0,02	0,20	0,00	0,22	0,03	0,21	0,02	0,24	0,02	0,20	0,02	0,17	0,01	0,20	0,02	0,18	0,02	0,23	0,03	0,22	0,02
0,22	0,04	0,24	0,03	0,24	0,02	0,25	0,04	0,24	0,04	0,25	0,04	0,24	0,04	0,29	0,03	0,24	0,04	0,23	0,03	0,18	0,03	0,25	0,04	0,33	0,04	0,25	0,04
0,22	0,03	0,24	0,02	0,19	0,02	0,26	0,04	0,20	0,01	0,26	0,04	0,23	0,02	0,28	0,04	0,22	0,03	0,26	0,04	0,23	0,03	0,22	0,03	0,30	0,04	0,28	0,04
0,25	0,02	0,29	0,01	0,24	0,01	0,26	0,01	0,25	0,00	0,31	0,04	0,30	0,04	0,32	0,02	0,30	0,01	0,28	0,02	0,24	0,02	0,25	0,02	0,29	0,04	0,30	0,03
0,18	0,04	0,23	0,03	0,16	0,03	0,18	0,02	0,17	0,01	0,21	0,01	0,19	0,02	0,27	0,02	0,26	0,02	0,25	0,02	0,21	0,01	0,27	0,04	0,28	0,04	0,28	0,04
0,19	0,04	0,27	0,02	0,20	0,02	0,26	0,03	0,25	0,03	0,22	0,03	0,23	0,03	0,27	0,04	0,24	0,02	0,26	0,02	0,21	0,03	0,28	0,02	0,29	0,03	0,30	0,03

0,17	0,03	0,25	0,03	0,18	0,04	0,17	0,01	0,20	0,02	0,19	0,03	0,18	0,03	0,19	0,03	0,16	0,03	0,22	0,03	0,18	0,03	0,18	0,04	0,19	0,03	0,20	0,03
0,24	0,02	0,29	0,03	0,21	0,04	0,25	0,01	0,28	0,02	0,17	0,00	0,19	0,01	0,15	0,04	0,14	0,05	0,26	0,03	0,21	0,04	0,27	0,03	0,32	0,03	0,30	0,03
5 SEMANA														6 SEMANA													
H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
0,23	0,04	0,20	0,02	0,27	0,04	0,26	0,03	0,22	0,03	0,25	0,05	0,23	0,04	0,22	0,04	0,25	0,05	0,24	0,04	0,20	0,03	0,26	0,06	0,24	0,05	0,22	0,05
0,18	0,05	0,19	0,03	0,23	0,05	0,25	0,02	0,27	0,05	0,27	0,02	0,25	0,03	0,20	0,02	0,24	0,05	0,31	0,04	0,22	0,05	0,27	0,06	0,25	0,02	0,23	0,03
0,23	0,04	0,28	0,05	0,29	0,05	0,31	0,03	0,32	0,05	0,25	0,07	0,27	0,05	0,24	0,05	0,31	0,06	0,33	0,04	0,24	0,05	0,31	0,06	0,30	0,05	0,25	0,05
0,25	0,04	0,30	0,05	0,35	0,03	0,30	0,03	0,30	0,05	0,20	0,04	0,24	0,04	0,28	0,04	0,33	0,01	0,31	0,02	0,24	0,03	0,29	0,03	0,29	0,04	0,26	0,04
0,25	0,04	0,31	0,04	0,31	0,03	0,31	0,03	0,28	0,03	0,31	0,04	0,30	0,04	0,25	0,04	0,36	0,03	0,34	0,02	0,30	0,04	0,30	0,03	0,27	0,03	0,26	0,04
0,23	0,03	0,31	0,04	0,31	0,04	0,29	0,05	0,31	0,04	0,31	0,05	0,28	0,03	0,23	0,04	0,31	0,04	0,30	0,05	0,28	0,04	0,29	0,06	0,27	0,04	0,25	0,03
0,29	0,03	0,25	0,05	0,28	0,04	0,32	0,02	0,25	0,03	0,27	0,04	0,28	0,04	0,28	0,03	0,27	0,03	0,29	0,03	0,27	0,04	0,29	0,05	0,24	0,04	0,26	0,04
0,22	0,05	0,19	0,03	0,26	0,04	0,27	0,02	0,19	0,03	0,20	0,03	0,23	0,03	0,28	0,03	0,26	0,03	0,21	0,03	0,23	0,03	0,26	0,03	0,27	0,03	0,28	0,03
0,29	0,04	0,29	0,03	0,29	0,03	0,32	0,03	0,26	0,06	0,24	0,04	0,26	0,04	0,30	0,04	0,27	0,05	0,28	0,04	0,28	0,04	0,29	0,03	0,29	0,04	0,29	0,04
7 SEMANA														8 SEMANA													
H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
0,21	0,05	0,21	0,03	0,24	0,05	0,22	0,04	0,23	0,03	0,16	0,03	0,27	0,03	0,26	0,04	0,31	0,03	0,31	0,02	0,27	0,03	0,20	0,03	0,34	0,03	0,23	0,03
0,20	0,04	0,18	0,03	0,2	0,02	0,18	0,05	0,25	0,02	0,23	0,02	0,27	0,03	0,26	0,03	0,28	0,04	0,27	0,04	0,26	0,03	0,25	0,03	0,30	0,03	0,19	0,03
0,22	0,05	0,24	0,05	0,27	0,05	0,27	0,03	0,29	0,04	0,26	0,04	0,30	0,04	0,30	0,05	0,33	0,03	0,39	0,03	0,30	0,03	0,28	0,04	0,34	0,04	0,29	0,04
0,23	0,05	0,21	0,02	0,22	0,05	0,27	0,04	0,28	0,04	0,27	0,04	0,27	0,04	0,27	0,03	0,28	0,03	0,28	0,04	0,27	0,03	0,29	0,03	0,29	0,03	0,25	0,04
0,26	0,04	0,23	0,03	0,27	0,03	0,23	0,02	0,28	0,03	0,28	0,02	0,30	0,02	0,26	0,01	0,32	0,02	0,30	0,02	0,25	0,02	0,25	0,02	0,34	0,02	0,23	0,02
0,27	0,05	0,23	0,04	0,20	0,03	0,26	0,03	0,23	0,03	0,28	0,03	0,27	0,04	0,22	0,04	0,25	0,04	0,26	0,04	0,26	0,03	0,19	0,02	0,33	0,03	0,26	0,03
0,29	0,04	0,30	0,04	0,22	0,02	0,29	0,04	0,34	0,04	0,24	0,03	0,35	0,04	0,25	0,03	0,29	0,05	0,30	0,03	0,24	0,03	0,23	0,03	0,35	0,06	0,35	0,04
0,28	0,03	0,24	0,04	0,18	0,03	0,23	0,02	0,27	0,03	0,19	0,02	0,28	0,04	0,24	0,03	0,26	0,04	0,29	0,02	0,24	0,03	0,27	0,04	0,26	0,04	0,33	0,03
0,30	0,04	0,26	0,06	0,22	0,05	0,32	0,04	0,24	0,05	0,21	0,03	0,32	0,03	0,28	0,03	0,32	0,04	0,31	0,03	0,20	0,04	0,27	0,03	0,34	0,07	0,36	0,04

Fuente: La Investigación

Anexo 33. Resultados experimentales de la variable conversión alimenticia en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Semanas	Trat. 1			Trat. 2			Trat. 3		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1 Sem.	10,86	19,75	11,93	12,36	15,91	13,00	13,50	21,88	10,43
2 Sem.	18,56	19,14	15,58	17,50	26,86	18,56	21,43	18,56	26,14
3 Sem.	33,00	29,20	48,25	29,67	25,38	24,33	18,20	21,86	16,00
4 Sem.	11,40	11,29	11,88	12,75	19,45	25,13	14,57	11,00	11,18
5 Sem.	38,20	31,50	20,82	74,00	46,40	21,09	24,33	29,83	22,20
6 Sem.	15,00	33,17	21,27	22,10	38,50	20,27	13,50	18,18	32,57
7 Sem.	13,85	15,64	15,36	25,38	20,40	24,88	32,57	23,50	13,56
8 Sem.	17,75	68,00	83,00	12,71	69,33	22,22	57,00	70,67	39,33

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor

Anexo 34. Resultados experimentales de la variable peso a la canal en la “Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba – Ecuador 2012”.

Tratamientos		Peso final	Peso a la canal
T1	R1	1180	730
	R2	950	660
	R3	1200	830
T2	R1	1190	750
	R2	950	610
	R3	1050	760
T3	R1	1100	770
	R2	990	700
	R3	1200	830

Fuente: La Investigación
Elaborado por: El Autor