



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

“EVALUACIÓN DE EDAD DE COSECHA Y NIVELES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA, MAÍZ Y TRIGO EN EL CRECIMIENTO DE CONEJOS DE CARNE (*Oryctolagus Cuniculus*) RAZA NEOZELANDES.

Tesis de Ingeniero Agropecuario

AUTORES:

López Benalcázar Darwin Leonardo
Ruales Orbes Juan Francisco

DIRECTOR:

Dr. Luis Nájera

Ibarra-Ecuador
2007

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

“EVALUACIÓN DE EDAD DE COSECHA Y NIVELES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA, MAÍZ Y TRIGO EN EL CRECIMIENTO DE CONEJOS DE CARNE (*Oryctolagus Cuniculus*) RAZA NEOZELANDES.

TESIS

Presentada al comité asesor como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA:

Dr.M.V Luis Nájera
DIRECTOR

.....

Ing. Raúl Barragán
ASESOR

.....

Ing. Eduardo Gordillo
ASESOR

.....

Ing. Germán Terán
ASESOR

.....

Ibarra-Ecuador
2007

Dedicatoria

A nuestros padres y hermanos que con su esfuerzo y cariño, fueron ejemplo de trabajo, justicia y dedicación en nuestra vida y la culminación de esta carrera universitaria.

Juan Francisco y Darwín

Agradecimiento

- A todos quienes conforman la FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES, de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por brindarnos una excelente formación académica.
- Al Dr. Luis Nájera, Director de Tesis, por su oportuna ayuda, en todo el periodo estudiantil y en la adecuada realización de este trabajo.
- A cada uno de nuestros asesores: Ing. Raúl Barragán, Ing. Eduardo Gordillo, Ing. Germán Terán, por su ayuda desinteresada, pertinente, y por ser más que maestros, unos buenos amigos.
- A nuestros amigos Manuel y Bachita por su apoyo incondicional y la facilitación del área física para la realización del trabajo experimental.
- A nuestro compañero Santiago Vargas, por su apoyo desinteresado presentado durante nuestro periodo estudiantil y el desarrollo de esta investigación.

Darwin y Juan Francisco

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN	
CAPITULO II	
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. La Hidroponía	4
2.2. El forraje Verde Hidropónico	4
2.2.1. Composición química y nutricional del FVH	6
2.2.2. Dosis de FVH recomendadas para diferentes especies	6
2.2.3. Producción de FVH	7
2.2.3.1. Métodos de producción de FVH	7
2.2.3.2. Selección de las especies de granos utilizados en FVH	8
2.2.3.3. Selección de la semilla	8
2.3. Maíz (<i>Zea Mays</i>)	8
2.3.1. Radícula y raíces seminales	9
2.3.2. Semillas	9
2.4. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	10
2.4.1. Radícula y raíces seminales	11
2.4.2. Semillas	11
2.5. Trigo (<i>Triticum durum</i>)	12
2.5.1. Radícula y raíces seminales	12
2.5.2. Semillas	12
2.6. Producción	13
2.6.1. Lavado de semilla	13
2.6.2. Remojo y germinación de las semillas	13
2.6.3. La germinación	14
2.6.3.1. Proceso de germinación	15
2.6.4. Dosis de siembra	16
2.6.5. Siembra en las bandejas	16
2.6.5.1. Dosis de siembra	16
2.6.6. Riegos de las bandejas	17
2.6.6.1. Riego con solución nutritiva	17
2.6.7. Cosecha y rendimientos	17

2.7.	Alimentación con FVH	18
2.8.	Instalaciones	18
2.8.1.	Características del invernadero tipo	18
2.8.2.	Ubicación	19
2.8.3.	Piso	19
2.8.4.	Modulación	19
2.8.5.	Bandejas	19
2.9.	Factores que influyen en la producción	20
2.9.1.	Calidad de semilla	20
2.9.2.	Iluminación	20
2.9.3.	Temperatura	20
2.9.4.	Humedad	21
2.9.5.	ph	21
2.9.6.	Conductividad	21
2.9.7.	Fertilización	22
2.10.	La alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).	22
2.10.1.	Rendimientos	23
2.11.	El conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) raza neozelandés.	23
2.11.1.	Valor nutritivo de la carne del conejo	24
2.11.2.	Requerimientos nutricionales del conejo	25
2.12.	Resultados obtenidos en conejos suministrando FVH	25

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Materiales fase 1	28
3.1.1.	Caracterización del área de estudio	28
3.1.2.	Materias primas	28
3.1.3.	Material experimental	29
3.2.	Métodos fase 1	29
3.2.1.	Factores en estudio	29
3.2.2.	Tratamientos	30
3.2.3.	Diseño experimental	30
3.2.4.	Características del experimento	30
3.2.4.1.	Esquema del análisis estadístico	31
3.2.4.2.	Variables evaluadas	31
3.3.	Manejo específico del experimento fase 1	31
3.3.1.	Construcción	31

3.3.2.	Siembra	32
3.3.3.	Riego	32
3.3.4.	Cosecha	32
3.3.5.	Toma de datos	32
3.3.5.1.	Cantidad de proteína	32
3.3.5.2.	Peso de FVH	32
3.4.	Materiales fase 2	33
3.4.1.	Materias primas e insumos.	33
3.4.2.	Material experimental	33
3.5.	Métodos fase 2	34
3.5.1.	Factores en estudio	34
3.5.2.	Tratamientos	34
3.5.3.	Diseño experimental	35
3.5.4.	Características del experimento	35
3.5.5.	Esquema del análisis estadístico	35
3.5.6.	Variables evaluadas	36
3.6.	Manejo específico del experimento fase 2	36
3.6.1.	Construcción	36
3.6.2.	Alimentación	36
3.6.3.	Plan sanitario	36
3.6.4.	Toma de datos	37
3.6.4.1.	Conversión alimenticia	37
3.6.4.2.	Rendimiento a la canal	37
3.6.4.3.	Consumo de alimento	38

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE 1

4.1.	Materia verde	39
4.2.	Materia seca	42
4.3.	% proteína	44

FASE 2

4.4.	Incremento de peso	49
4.4.1.	Incremento de peso animal a los 30 días	49
4.4.2.	Incremento de peso animal a los 60 días	51
4.4.3.	Incremento de peso animal a los 90 días	53
4.4.4.	Incremento de peso total	55

4.5.	Consumo de alimento	58
4.5.1.	Consumo de alimento a los 30 días	58
4.5.2.	Consumo de alimento a los 60 días	60
4.5.3.	Consumo de alimento a los 90 días	62
4.5.4.	Consumo de alimento total	64
4.6.	Conversión alimenticia	67
4.6.1.	Conversión alimenticia a los 30 días	67
4.6.2.	Conversión alimenticia a los 60 días	69
4.6.3.	Conversión alimenticia a los 90 días	72
4.6.4.	Conversión alimenticia total	74
4.7.	Calidad de carne	77
4.7.1.	Friedman para presentación	77
4.7.2.	Friedman para color	78
4.7.3.	Friedman para olor	79
4.7.4.	Friedman para consistencia	79
4.7.5.	Friedman para sabor	80

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

CAPITULO VII

7. RESUMEN

CAPITULO VIII

8. SUMMARY

CAPITULO IX

9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)

9.1.	Introducción	89
9.2.	Objetivos	89
9.3.	Marco legal	90
9.4.	Descripción del proyecto	91
9.4.1.	Áreas de influencia	91
9.4.2.	Caracterización del ambiente	91

9.4.3. Evaluación del impacto	92
9.4.4. Medidas de mitigación	95
9.4.5. Monitoreo	95

CAPITULO X

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1. Libros	96
10.2. Revistas.	97
10.3. Folletos	97
10.4. Tesis	98
10.5. Leyes	98
10.6. Recursos Electrónicos	99

CAPITULO XI

11. ANEXOS

11.1. Gráficos	102
11.2. Análisis económico	106
11.3. Registros	115
11.4. Fotografías	124

ÍNDICE DE CUADROS, TABLAS, FICHAS, GRÁFICOS Y FOTOGRAFÍAS

CUADROS

Cuadro N^o 1	Composición química y nutricional del FVH	6
Cuadro N^o 2	Dosis de FVH recomendadas para diferentes especies	7
Cuadro N^o 3	Clasificación taxonómica.	9
Cuadro N^o 4	Composición promedio de un cariósido de maíz	10
Cuadro N^o 5	Clasificación taxonómica.	10
Cuadro N^o 6	Composición promedio de un cariósido de cebada	11
Cuadro N^o 7	Clasificación taxonómica.	12
Cuadro N^o 8	Composición promedio de un cariósido de trigo	13
Cuadro N^o 9	Dosis de siembra	16
Cuadro N^o 10	Clasificación taxonómica	22
Cuadro N^o 11	Valor nutricional	23
Cuadro N^o 12	Valor nutritivo de la carne del conejo	24
Cuadro N^o 13	Requerimientos nutricionales del conejo	25
Cuadro N^o 14	Análisis fisicoquímicos de muestras de trigo	26
Cuadro N^o 15	Cambios en proteína en un cultivo de FVH de avena	27

Cuadros de materia verde

Cuadro N^o 16	Cuadro de medias	39
Cuadro N^o 17	Arreglo combinatorio	39
Cuadro N^o 18	Análisis de varianza	40
Cuadro N^o 19	Prueba de Tukey para tratamientos	40
Cuadro N^o 20	Prueba de DMS para especies	41
Cuadro N^o 21	Prueba de Tukey días de cosecha	41

Cuadros de materia seca

Cuadro N^o 22	Cuadro de medias	42
Cuadro N^o 23	Arreglo combinatorio	42
Cuadro N^o 24	Análisis de varianza	42
Cuadro N^o 25	Prueba de Tukey para tratamientos	43
Cuadro N^o 26	Prueba de DMS para especies	43
Cuadro N^o 27	Prueba de Tukey días de cosecha	43

Cuadros de porcentaje de proteína

Cuadro N^o 28	Cuadro de medias	44
Cuadro N^o 29	Arreglo combinatorio	45
Cuadro N^o 30	Análisis de varianza	45
Cuadro N^o 31	Prueba de Tukey para tratamientos	45
Cuadro N^o 32	Prueba de DMS para especies	46

Cuadro N° 33 Prueba de Tukey días de cosecha	46
Cuadros de resumen	
Cuadro N° 34 Resumen	47
Cuadro N° 35 Días de Cosecha a utilizar	48
Cuadro de peso a la canal	
Cuadro N° 36 Hoja de datos de pesos a la canal	48
Cuadros de incremento de peso a los 30 días	
Cuadro N° 37 Cuadro de medias	49
Cuadro N° 38 Arreglo combinatorio	49
Cuadro N° 39 Análisis de varianza	50
Cuadro N° 40 Prueba de Tukey para tratamientos	50
Cuadro N° 41 Prueba de DMS para forrajes	51
Cuadro N° 42 Prueba de Tukey para dosis.	51
Cuadros de incremento de peso a los 60 días	
Cuadro N° 43 Cuadro de medias	51
Cuadro N° 44 Arreglo combinatorio	52
Cuadro N° 45 Análisis de varianza	52
Cuadro N° 46 Prueba de Tukey para tratamientos	52
Cuadro N° 47 Prueba de DMS para forrajes	53
Cuadro N° 48 Prueba de Tukey para dosis.	53
Cuadros de incremento de peso a los 90 días	
Cuadro N° 49 Cuadro de medias	53
Cuadro N° 50 Arreglo combinatorio	54
Cuadro N° 51 Análisis de varianza	54
Cuadro N° 52 Prueba de Tukey para tratamientos	54
Cuadro N° 53 Prueba de DMS para forrajes	55
Cuadro N° 54 Prueba de Tukey para dosis.	55
Cuadros de incremento de peso total	
Cuadro N° 55 Cuadro de medias	55
Cuadro N° 56 Arreglo combinatorio	56
Cuadro N° 57 Análisis de varianza	56
Cuadro N° 58 Prueba de Tukey para tratamientos	56
Cuadro N° 59 Prueba de DMS para forrajes	57
Cuadro N° 60 Prueba de Tukey para dosis.	57

Cuadros de consumo de alimento a los 30 días

Cuadro N^o 61	Cuadro de medias	58
Cuadro N^o 62	Arreglo combinatorio	59
Cuadro N^o 63	Análisis de varianza	59
Cuadro N^o 64	Prueba de Tukey para tratamientos	59
Cuadro N^o 65	Prueba de DMS para forrajes	60
Cuadro N^o 66	Prueba de Tukey para dosis.	60

Cuadros de consumo de alimento a los 60 días

Cuadro N^o 67	Cuadro de medias	60
Cuadro N^o 68	Arreglo combinatorio	61
Cuadro N^o 69	Análisis de varianza	61
Cuadro N^o 70	Prueba de Tukey para tratamientos	61
Cuadro N^o 71	Prueba de DMS para forrajes	62
Cuadro N^o 72	Prueba de Tukey para dosis.	62

Cuadros de consumo de alimento a los 90 días

Cuadro N^o 73	Cuadro de medias	62
Cuadro N^o 74	Arreglo combinatorio	63
Cuadro N^o 75	Análisis de varianza	63
Cuadro N^o 76	Prueba de Tukey para tratamientos	63
Cuadro N^o 77	Prueba de DMS para forrajes	64
Cuadro N^o 78	Prueba de Tukey para dosis.	64

Cuadros de consumo de alimento total

Cuadro N^o 79	Cuadro de medias	64
Cuadro N^o 80	Arreglo combinatorio	65
Cuadro N^o 81	Análisis de varianza	65
Cuadro N^o 82	Prueba de Tukey para tratamientos	65
Cuadro N^o 83	Prueba de DMS para forrajes	66
Cuadro N^o 84	Prueba de Tukey para dosis.	66

Cuadros de conversión alimenticia a los 30 días

Cuadro N^o 85	Cuadro de medias	67
Cuadro N^o 86	Arreglo combinatorio	68
Cuadro N^o 87	Análisis de varianza	68
Cuadro N^o 88	Prueba de Tukey para tratamientos	68
Cuadro N^o 89	Prueba de Tukey para dosis.	69

Cuadros de conversión alimenticia a los 60 días	
Cuadro N° 90 Cuadro de medias	69
Cuadro N° 91 Arreglo combinatorio	70
Cuadro N° 92 Análisis de varianza	70
Cuadro N° 93 Prueba de Tukey para tratamientos	70
Cuadro N° 94 Prueba de DMS para forrajes	71
Cuadro N° 95 Prueba de Tukey para dosis.	71
Cuadros de conversión alimenticia a los 90 días	
Cuadro N° 96 Cuadro de medias	72
Cuadro N° 97 Arreglo combinatorio	72
Cuadro N° 98 Análisis de varianza	72
Cuadro N° 99 Prueba de Tukey para tratamientos	73
Cuadro N° 100 Prueba de DMS para forrajes	73
Cuadro N° 101 Prueba de Tukey para dosis.	73
Cuadros de conversión alimenticia total	
Cuadro N° 102 Cuadro de medias	74
Cuadro N° 103 Arreglo combinatorio	74
Cuadro N° 104 Análisis de varianza	74
Cuadro N° 105 Prueba de Tukey para tratamientos	75
Cuadro N° 106 Prueba de DMS para forrajes	75
Cuadro N° 107 Prueba de Tukey para dosis.	76
Cuadros de costos y calidad de carne	
Cuadro N° 108 Costos de producción por tratamiento	76
Cuadro N° 109 Costos de producción de 1 kg. de carne	77
Cuadro N° 110 Clasificación en orden de preferencia para presentación	77
Cuadro N° 111 Clasificación en orden de preferencia para color	78
Cuadro N° 112 Clasificación en orden de preferencia para olor	79
Cuadro N° 113 Clasificación en orden de preferencia para consistencia	79
Cuadro N° 114 Clasificación en orden de preferencia para sabor	80
Cuadro N° 115 Resumen	81
Cuadro N° 116 Tratamientos recomendados	81
Cuadro N° 117 Costos de Producción T1	106
Cuadro N° 118 Costos de Producción T2	106
Cuadro N° 119 Costos de Producción T3	107
Cuadro N° 120 Costos de Producción T4	107
Cuadro N° 121 Costos de Producción T5	108
Cuadro N° 122 Costos de Producción T6	108
Cuadro N° 123 Costos de Producción T7	109
Cuadro N° 124 Costos de Producción T8	109
Cuadro N° 125 Costos de Producción T9	110
Cuadro N° 126 Costos de Producción T10	110

TABLAS

Tabla N° 1 Matriz de Leopold	93
Tabla N° 2 Plan de manejo del área de conejos	94
Tabla N° 3 Cronograma de actividades	111
Tabla N° 4: Tabla de FVH a aplicar por semana	117

FICHAS

Ficha N° 1 Hoja de datos para cosecha día 11	112
Ficha N° 2 Hoja de datos para cosecha día 13	113
Ficha N° 3 Hoja de datos para cosecha día 15	114
Ficha N° 4 Hoja de datos para toma de pesos	115
Ficha N° 5 Hoja de datos para peso de alimento desperdiciado	116
Ficha N° 6 Hoja de cuestionario para degustación	118
Ficha N° 7 Resultados Laboratorio	119
Ficha N° 8 Resultados Laboratorio	120

GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Contenido de materia verde por tratamiento	41
Gráfico N° 2 Contenido de materia seca por tratamiento	44
Gráfico N° 3 Porcentaje de proteína por tratamiento	47
Gráfico N° 4 Incremento de peso por tratamiento	58
Gráfico N° 5 Consumo de alimento por tratamiento	67
Gráfico N° 6 Conversión alimenticia por tratamiento	76
Gráfico N° 7 Relación de materia seca y verde con tratamientos	106
Gráfico N° 8 Relación consumo de alimento incremento peso	107
Gráfico N° 9 Rendimiento de canal por tratamiento	108
Gráfico N° 10 Costos por tratamiento	109

FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1 Materiales para la producción de FVH	121
Fotografía N°2 Semillas	121
Fotografía N° 3 Desinfección y remojo de semilla	121
Fotografía N° 4 Proceso de germinación	122
Fotografía N° 5 Forraje verde hidropónico	122
Fotografía N° 6 Pesaje de materia fresca y muestras para laboratorio	123
Fotografía N° 7 Instalaciones de producción de forraje	124
Fotografía N° 8 Semilla pregerminada	124
Fotografía N° 9 FVH en proceso de secado	125
Fotografía N° 10 Forraje enfundado listo para la alimentación	125
Fotografía N° 11 Alimentación de animales	126
Fotografía N° 12 Pesaje de animales	126
Fotografía N° 13 Sacrificio de animales	127