



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS**

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL GANDUL (*Cajanus cajan*) Y
SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS NEOZELANDÉS EN LA
FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el Grado de

Magíster en Producción Animal

AUTOR

Ricardo Lenin Bastidas Espinoza

DIRECTOR

Ing.Zoot. M.Sc. Julio Usca

Santo Domingo de los Tsáchilas- Ecuador

Octubre – 2014

CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, **Ricardo Lenin Bastidas Espinoza**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, de acuerdo a la Ley de propiedad Intelectual, el presente Trabajo de investigación pertenecen a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ricardo Lenin Bastidas Espinoza

C.I. 120474201-7

INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el Ing. Ricardo Lenin Bastidas Espinoza, previo a la obtención del Grado de Magíster en Producción Animal, considerando que dicho trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Riobamba, a los 25 días del mes de Agosto del 2014

Ing. M.Sc. Julio Usca M

CI.

AGRADECIMIENTO

El Autor deja constancia de su agradecimiento por su valiosa colaboración a:

- Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), Santo Domingo de los Tsáchilas
- Escuela Superior Politécnica del Chimborazo
- Docentes de Posgrado (UTE)
- Ing. Msc. Julio Usca Méndez, Director de Tesis
- Ing. Msc. Patricio Guevara, Miembro Tribunal
- Ing. Msc. Gabriel Suarez Garrido, Biometrista
- Dra. Luz M. Martínez, Coordinadora posgrado
- Ing. Msc. Kléver Estupiñan
- Ing. Msc Jaime Vera Barahona
- Ing. Alexandra Barrera
- Padres
- Esposa
- Hermano (as)
- Compañeros de aula

DEDICATORIA

La presente Investigación es dedicada ante todo a Dios por ser mi inspiración en todas las etapas de mi vida.

Con gran satisfacción a mis padres; Edgar y Magaly, por su apoyo incondicional, brindándome entusiasmo y fortaleza necesaria para la culminación exitosa de esta meta propuesta.

A mis queridas hermanas; Sandra y Magaly, sobrinos, y de manera especial a mi hermano Leonardo que siempre conté con su apoyo humano, cualidad que lo caracteriza y que nos enorgullece a toda la familia.

A mi esposa Diana que me brindó confianza y estímulo, le expreso mis más profundos reconocimientos.

RICARDO BASTIDAS



**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL GANDUL (*Cajanus cajan*) Y
SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS NEOZELANDÉS EN LA
FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE**

ESTE PLAN DE GRADO FUE ACEPTADO EN SU PRESENTE FORMA POR EL CENTRO DE POSGRADOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL EN EL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTAR POR EL GRADO DE MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL.

**TESIS REVISADA Y APROBADA SU PUBLICACIÓN POR EL
SIGUIENTE TRIBUNAL:**

Ing. Msc. Julio Usca M.

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Luz María Martínez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Msc. Patricio Guevara C.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Msc. Gabriel Suárez.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

INDICE

| Contenido | Pág. |
|---|-------------|
| Portada..... | i |
| Índice de tablas..... | xii |
| Índice de figuras..... | xiv |
| Índice de anexos..... | xvi |
| Resumen..... | xvii |
| Summary..... | xix |
| CAPITULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1 EL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 2 |
| 1.3 Sistematización del problema..... | 2 |
| 1.4 Objetivos de la investigación..... | 3 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.5 Justificación de la Investigación..... | 4 |
| 1.6 Alcance de la Investigación..... | 4 |
| CAPÍTULO II..... | 6 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 6 |
| 2.1 El gandul..... | 6 |
| 2.1.1 Propiedades y uso del gandul..... | 6 |
| 2.1.2 Determinación de la composición química y digestibilidad del gandul en investigaciones realizadas..... | 7 |
| 2.2 Los alimentos..... | 10 |
| 2.2.1 Composición de los alimentos..... | 10 |
| 2.2.2 Digestibilidad..... | 11 |
| 2.2.2.1 Digestibilidad in vivo..... | 11 |
| A Factores que afectan la digestibilidad in vivo..... | 12 |

| | | |
|---------|--|-----------|
| 2.2.2.2 | Digestibilidad in situ..... | 12 |
| 2.2.2.3 | Métodos de digestión in vitro en monogástricos..... | 12 |
| 2.2.2.4 | Digestibilidad aparente frente a la verdadera..... | 13 |
| 2.2.2.5 | Digestibilidad por diferencia..... | 13 |
| 2.2.3 | La energía de los alimentos..... | 14 |
| 2.2.3.1 | Energía bruta (EB)..... | 14 |
| 2.2.3.2 | Energía digestible (ED)..... | 14 |
| 2.2.3.3 | Nutrientes digestibles totales (NDT)..... | 14 |
| 2.3 | El conejo..... | 14 |
| 2.3.1 | Ventajas de la crianza de conejos..... | 14 |
| 2.3.2 | Digestión del conejo..... | 15 |
| 2.3.2.1 | Diferencias entre cecotrofos y fecas..... | 15 |
| 2.3.3. | Alimentación de conejos..... | 16 |
| 2.3.3.1 | Energía..... | 17 |
| 2.3.3.2 | Proteína..... | 17 |
| 2.3.3.3 | Fibra..... | 17 |
| 2.3.4 | Requerimientos nutricionales del conejo..... | 18 |
| 2.4 | Optimo técnico y económico..... | 21 |
| | CAPÍTULO III..... | 22 |
| | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 22 |
| 3.1 | Localización y duración del Experimento..... | 22 |
| 3.1.1 | Obtención de la harina de forraje de gandul..... | 22 |
| 3.1.2 | Determinación de la digestibilidad y comportamiento biológico..... | 22 |
| 3.2 | Unidades Experimentales..... | 23 |
| 3.3 | Materiales, equipos e instalaciones..... | 23 |
| 3.4 | Tratamiento y diseño experimental..... | 24 |
| 3.4.1 | Primera fase..... | 24 |
| 3.4.2 | Segunda fase..... | 25 |
| 3.5 | Composición de las dietas experimentales..... | 26 |
| 3.6 | Mediciones experimentales..... | 27 |
| 3.6.1 | De laboratorio..... | 28 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| 3.6.2 | De campo..... | 28 |
| 3.7 | Sistema de variable..... | 29 |
| | Variables de laboratorio para la determinación de la digestibilidad | 29 |
| 3.7.1 | de la harina de forraje de gandul..... | |
| 3.7.1.1 | Coeficiente de Digestibilidad para la materia seca, %..... | 29 |
| 3.7.1.2 | Materia seca digestible, g/kg/MS..... | 29 |
| | Coeficiente de Digestibilidad (%) de la materia orgánica (MO), de | 29 |
| 3.7.1.3 | la proteína cruda (PC), de la fibra cruda (FC), del extracto etéreo | |
| | (EE)..... | |
| | Nutrientes digestibles (g/kg/MS) de la materia orgánica (MO), de la | 30 |
| 3.7.1.4 | proteína cruda (PC), de la fibra cruda (FC), del extracto etéreo | |
| | (EE) y del extracto libre de nitrógeno (ELN)..... | |
| 3.7.1.5 | NDT, %..... | 30 |
| 3.7.1.6 | Calorías/kg de energía digestible..... | 31 |
| | Variables de campo para la evaluación de la respuesta biológica | 31 |
| 3.7.2 | de la harina de forraje de gandul..... | |
| 3.7.2.1 | Peso inicial, kg..... | 31 |
| 3.7.2.2 | Peso final, kg..... | 31 |
| 3.7.2.3 | Ganancia de peso, kg..... | 32 |
| 3.7.2.4 | Consumo total de alimento, kg. MS..... | 32 |
| 3.7.2.5 | Conversión alimenticia..... | 32 |
| 3.7.2.6 | Peso a la canal, kg..... | 32 |
| 3.7.2.7 | Rendimiento a la canal, %..... | 32 |
| 3.8 | Análisis Estadísticos..... | 32 |
| 3.8.1 | Esquema del ADEVA..... | 33 |
| 3.9 | Procedimiento experimental..... | 34 |
| 3.9.1 | De la obtención de la harina de forraje de gandul..... | 34 |
| 3.9.2 | De la digestibilidad IN VIVO..... | 34 |
| 3.9.3 | De los análisis de laboratorio..... | 35 |
| 3.9.4 | Del comportamiento biológico..... | 35 |

| | | |
|------------------------------------|---|-----------|
| 3.9.4.1 | Programa Sanitario..... | 36 |
| 3.9.5 | Del óptimo biológico y económico..... | 37 |
| CAPÍTULO IV..... | | 38 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 38 |
| 4.1 | Calidad nutricional del gandul según edad de corte (días)..... | 38 |
| 4.1.1 | Calidad nutricional del gandul según edad de corte (días)..... | 38 |
| 4.1.1.1 | Humedad y materia seca, %..... | 38 |
| 4.1.1.2 | Proteína cruda, %..... | 40 |
| 4.1.1.3 | Fibra cruda, %..... | 42 |
| 4.1.1.4 | Extracto etéreo, %..... | 44 |
| 4.1.1.5 | Cenizas, %..... | 45 |
| 4.1.1.6 | Extracto libre de nitrógeno, %..... | 46 |
| 4.1.1.7 | Materia orgánica, %..... | 47 |
| 4.1.2 | Evaluación de la digestibilidad in vivo..... | 49 |
| 4.1.2.1 | Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la materia seca | 49 |
| 4.1.2.2 | Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la materia orgánica (g/kg)..... | 53 |
| 4.1.2.3 | Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la proteína cruda (g/kg)..... | 54 |
| 4.1.2.4 | Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la Fibra cruda (g/kg)..... | 55 |
| 4.1.2.5 | Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad del extracto etéreo (g/kg)..... | 57 |
| 4.1.2.6 | Extracto libre de nitrógeno digestible (g/kg)..... | 58 |
| 4.1.2.7 | Nutrientes digestibles totales, %..... | 58 |
| 4.1.2.8 | Energía digestible, Kcal/kgMS..... | 59 |
| 4.2 | Respuesta productiva (biológica) de conejos neozelandeses..... | 60 |
| 4.2.1 | Efecto de la edad de corte del gandul, días..... | 60 |
| 4.2.1.1 | Pesos y ganancias de peso, kg..... | 60 |
| 4.2.1.2 | Consumo de alimento (kg MS) y conversación alimenticia..... | 62 |
| 4.2.1.3 | Peso (kg) y rendimiento a la canal (%)..... | 64 |

| | | |
|---------|--|-----------|
| 4.2.2 | Efecto del nivel del gandul en la dieta, %..... | 64 |
| 4.2.2.1 | Pesos y ganancias de peso, kg..... | 64 |
| 4.2.2.2 | Consumo de alimento (kg MS) y conversación alimenticia..... | 68 |
| 4.2.2.3 | Peso (kg) y rendimiento a la canal (%)..... | 69 |
| 4.2.3 | Evaluación de la interacción (niveles x edad)..... | 70 |
| 4.2.3.1 | Pesos y ganancias de peso, kg..... | 70 |
| 4.2.3.2 | Consumo de MS y conversación alimenticia (kg)..... | 73 |
| 4.2.3.3 | Peso (kg) y rendimiento a la canal (%)..... | 77 |
| 4.2.4 | Mortalidad, N°..... | 78 |
| 4.2.5 | Determinación de los niveles óptimos biológico y económico de la harina de forraje de gandul..... | 79 |
| | CAPÍTULO V..... | 81 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 81 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 81 |
| 5.2 | Recomendaciones..... | 83 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 84 |
| | ANEXOS..... | 91 |

INDICE DE TABLAS

| TABLAS | Pág. |
|--|-------------|
| TABLA 2.1. Composición química del Gandul (Laboratorio de Bromatología de la FCP- UTEQ, 2008, citado por Herrera et al., 2008)..... | 7 |
| TABLA 2.2. Composición química de la harina de follaje de quinchoncho, (Trómpiz <i>et al.</i> , (2001)..... | 8 |
| TABLA 2.3. Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días) sobre la cantidad y calidad de biomasa producida por el frijol gandul (Amador y Rojas 2002)..... | 8 |
| TABLA 2.4. Contenido de materia seca y proteína cruda del follaje (Hojas+tallo), hojas y tallos del gandul en diferentes edades de corte (Martínez, 2002)..... | 9 |
| TABLA 2.5. Digestibilidad ileal y rectal de dietas con harina de follaje de gandul en cerdos en crecimiento (Macías y Ly 1999, citado por Ly 2004)..... | 10 |
| TABLA 2.6. Composición química del cecotrofo y fecas del conejo (Modificado de Lebas, 1981 y Proto, 1984 y Citado por Gecele, 2010)..... | 16 |
| TABLA 2.7. Requerimientos Nutricionales del Conejo (NRC, 1995)..... | 19 |
| TABLA 2.8. Influencia de la harina de follaje de quinchoncho en cortes de canal de cerdos (Trómpiz <i>et al.</i> , 2001)..... | 20 |
| TABLA 3.1. Condiciones Meteorológicas de las Zonas de Influencia (^{1/} Estación Experimental Pichilingue Quevedo, 2012; ^{2/} Estación Agrometeorológica FRN-ESPOCH 2012)..... | 23 |
| TABLA 3.2. Esquema del Experimento para determinar el valor nutritivo del gandul..... | 24 |
| TABLA 3.3. Esquema del experimento para el comportamiento biológico en la etapa de crecimiento y engorde..... | 26 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| TABLA 3.4 | Análisis calculado de las dietas experimentales para 90 días de corte..... | 27 |
| TABLA 3.5 | Análisis calculado de las dietas experimentales para 120 días de corte..... | 27 |
| TABLA 3.6 | Esquema del ADEVA..... | 33 |
| TABLA 4.1 | Composición química de la harina de forraje de gandul a diferentes edades de corte (Laboratorio de Nutrición animal FCP-ESPOCH 2012)..... | 39 |
| TABLA 4.2 | Evaluación de la digestibilidad del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) a 90 y 120 días de edad de corte (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 51 |
| TABLA 4.3 | Evaluación del ELN, NDT, y ED del gandul a 90 y 120 días de edad de corte (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 52 |
| TABLA 4.4 | Evaluación del Comportamiento Productivo de conejos bajo el efecto de la utilización de gandul cortado, secado y molido a diferentes edades de corte (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 66 |
| TABLA 4.5 | Evaluación del comportamiento productivo de conejos bajo el efecto de la utilización de diferentes niveles de gandul cortado, secado y molido (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 67 |
| TABLA 4.6 | Evaluación del Comportamiento Productivo de conejos bajo el efecto de la utilización de diferentes niveles de gandul cortado, secado y molido a diferentes edades y con distintos niveles de utilización en la dieta (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 76 |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURAS | | Pág. |
|----------------|---|-------------|
| Figura 4.1. | Contenido de Humedad y MS de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 40 |
| Figura 4.2. | Contenido de Proteína Cruda de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 41 |
| Figura 4.3. | Contenido de Fibra Cruda de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 43 |
| Figura 4.4. | Contenido de Extracto Etéreo de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 45 |
| Figura 4.5. | Contenido de Cenizas de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 46 |
| Figura 4.6. | Contenido de ELN de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 47 |
| Figura 4.7. | Contenido de Materia Orgánica de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia..... | 48 |
| Figura 4.8. | Peso final (kg) por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 71 |
| Figura 4.9. | Ganancia de peso (kg) por efecto de la edad del gandul(días) y el nivel de inclusión en la dieta (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 72 |
| Figura 4.10. | Consumo total de MS (kg) por efecto de la edad del gandul(días) y el nivel de inclusión en la dieta (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 74 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| Figura 4.11 | Conversión alimenticia por efecto de la edad del gandum (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 75 |
| Figura 4.12. | Peso a la canal (kg) por efecto de la edad del gandum (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 77 |
| Figura 4.13 | Rendimiento a la canal (%) por efecto de la edad del gandum (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012)..... | 78 |
| Figura 4.14 | Determinación del óptimo biológico de los niveles de inclusión de harina de gandum (%) obtenido a los 90 días, con respecto al rendimiento a la canal (%)..... | 79 |
| Figura 4.15 | Determinación del óptimo biológico de los niveles de inclusión de harina de gandum (%) obtenido a los 120 días, con respecto al rendimiento a la canal (%)..... | 80 |

INDICE DE ANEXOS

| ANEXOS | Pág. |
|--|-------------|
| <p>Anexo A. Análisis de Varianza para variables de digestibilidad de los nutrientes de la harina de forraje del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) a diferentes edades de corte (90 y 120 días) y Prueba de Duncan para la separación de medias (ESPOCH. Riobamba 2012).....</p> | 92 |
| <p>Anexo B. Base de Datos Relacional del comportamiento Biológico (productivo) de conejos Nueva Zelanda bajo el efecto de dos edades de corte y distintos niveles de harina de forraje de gandul durante crecimiento – engorde (45-90 días de edad) (ESPOCH. Riobamba 2012).....</p> | 99 |
| <p>Anexo C. Análisis de varianza de las variables productivas de conejos en las etapas de Crecimiento Engorde, alimentados con gandul secado y molido a diferentes edades de corte y con diferentes niveles de inclusión en la dieta (ESPOCH. Riobamba 2012).....</p> | 100 |
| <p>Anexo D. Composición de ingredientes de dietas experimentales del comportamiento biológico (productivo) de conejos Nueva Zelanda (ESPOCH. Riobamba 2012).....</p> | 106 |



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DEL GANDUL (*Cajanus cajan*) Y SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS NEOZELANDÉS EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE

Autor: Ricardo Bastidas
Director: Ing. Msc. Julio Usca
Fecha: Agosto 2014

RESUMEN

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó el valor nutritivo del gandul (*Cajanus cajan*) cortado a 90 y 120 días de edad con 12 conejos machos adultos Nueva Zelanda y el comportamiento productivo de 32 conejos machos de 45 días de edad durante crecimiento-engorde, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo factorial donde la edad de corte del gandul correspondió al factor A y el nivel de utilización de harina de forraje de gandul al factor B(0-7-14 y 21%), con dos repeticiones y dos conejos por repetición. Conforme cambia la edad de corte del gandul entre 90 y 120 días, disminuye la humedad (12.4 a 11.7%), la PC (16.45 a 14.59%), el EE (1.62 a 1.48%), el ELN (36.73 a 31.94%) y la MO (92.42 a 90.35%), pero se mejora en la concentración de minerales totales y el aumento de la FC. Los coeficientes de digestibilidad no registraron diferencias significativas, pero el CDMS, CDMO y CDFC, se mejoran conforme aumenta la edad de corte del gandul a 120 días (84.63; 84.20; 81.87%, en su orden), pero disminuye el CDPC (89.20 a 88.62%). Los mayores nutrientes digeribles ($P < .01$) lo obtuvieron PCD90d, FCD120d y ELND90d (146.74; 346.63; 319.99 g/kgMS). Las variables para el engorde: consumo de alimento (CA), ganancia de peso (GP), índice de conversión alimenticia (ICA) y rendimiento a la canal (RC) no

registraron diferencia significativa. Con diferencias significativas ($P < .0001$) el peso a la canal distingue al material con 90 días de corte como el mejor (0.94kg). La mejor época de corte para el aprovechamiento de la ED y de los NDT del gandul es a los 90 días en donde están los valores numéricos más altos. (3500.80 kcal/kgMS y 78.46%), respectivamente. El óptimo biológico se ubicó en los niveles de inclusión del gandul en 8.70 y 15% para los 90 y 120 días de corte respectivamente y el óptimo económico en los niveles del 3.91 y 13.35% para ambas edades de corte respectivamente.

Descriptor: Valor nutritivo, coeficiente de digestibilidad, harina de forraje de gandul, óptimo biológico y económico.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**DETERMINATION OF NUTRITIONAL VALUE OF GANDUL (*Cajanus cajan*)
AND ITS EFFECT ON THE FEED OF NEW ZEALAND RABBITS IN PHASE OF
GROWTH AND FATTENING**

Author: Ricardo Bastidas

Advisor: Ing. Msc. Julio Usca

Date: August 2014

SUMMARY

In the Polytechnic School of Chimborazo, we evaluated the nutritive value of pigeon pea (*Cajanus cajan*) cut to 90 and 120 days of age with 12 New Zealand adult male rabbits and the productive performance of 32 male rabbits 45 days of age during growing-fattening under a Completely Randomized Design (CRD) factorial arrangement where the age cutoff corresponded to factor A and the level of utilization of forage of pigeon pea flour to factor B (0-7-14 and 21%), with two replications and two rabbits per replicate. As you change the cutoff age of pigeonpea between 90 and 120 days, the humidity decreases (12.4 to 11.7%), PC (16.45 to 14.59%), EE (1.62 to 1.48%), ELN (36.73 to 31.94%) and MO (92.42 to 90.35%), but improvement in the total mineral concentration and increased FC. The digestibility coefficients did not record significant differences, but the CDMS, CDMO and CDFC, are improved with increasing age cutoff of pigeonpea to 120 days (84.63, 84.20, 81.87%, in that order), but decreases the CDPC (89.20 to 88.62%). The highest digestible nutrients were for PCD90d, FCD120d and ELND90d (146.74; 346.63; 319.99 g/kgMS). Variables for fattening: food consumption (FC), weight gain (WG), feed conversion ratio (FCR) and carcass yield (CY) did not record significant differences. With significant differences ($P < .0001$) to the carcass weight distinguishes the material cut 90 days as the best

(0.94 kg). The best time to cut the use of the ED and the NDT of pigeonpea is at 90 days where the highest values (3500.80 kcal / kgMS and 78.46%), respectively. The biological optimum started inclusion levels in pigeonpea 8.70 and 15% for 90 and 120 days respectively and cutting economic optimum levels of 3.91 and 13.35% for both cutting ages respectively.

Key words: Nutritional value, coefficient of digestibility, forage of pigeon pea flour, economic biological optimum.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La cría de animales de granja nace por la necesidad de proporcionarle al ser humano entre otros beneficios su carne, siendo la misma el fruto de la transformación de los nutrientes ingeridos por los animales a través de los pastos o residuos de cosechas agroindustriales como es el caso del conejo, siendo esta especie excelente convertidora de las proteínas del alimento que consume en carne de gran valor biológico necesaria para la buena nutrición del hombre, e importante alternativa además para satisfacer la cada vez creciente población de la humanidad (Lebas, Coudert, De Rochambeau, Thébault, 1996)

Para el uso de forrajes tropicales en la alimentación de conejos de forma eficaz, se requiere su conocimiento concreto de aspectos como digestibilidad, aceptabilidad en el consumo y valor nutritivo en general (Cheeke, 1992, citado por Mora, 2010).

Las investigaciones efectuadas han revelado que las leguminosas además de sus propiedades nutritivas, aumentan la riqueza de las gramíneas cuando esta se asocia a una leguminosa, e inclusive toleran las plagas y enfermedades las gramíneas en asocio con leguminosas arbustivas, para que un árbol sea considerado como forrajero debe presentar ventajas no solo nutricionales sino en términos de producción (Olivares, Jiménez, Rojas y Martínez, 2005).

Por los antecedentes antes indicados, planteo determinar el valor nutritivo del forraje de una leguminosa arbustiva como es el gandul o fréjol de palo, cortado en diferentes edades e incluido en forma de harina bajo diferentes niveles en la dieta de conejos en la fase de crecimiento y engorde.

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Se ha hecho de interés general buscar nuevas fuentes alimenticias en el trópico para ser utilizadas en la alimentación de conejos, sin que las mismas se vuelvan competencia para el ser humano, favoreciendo el estudio incansable y eficaz del valor nutricional de recursos alimenticios, mejorando así las dietas que se les suministra a los conejos (Nieves, Terán, Silva, y González, 2002).

En las tablas alimenticias utilizadas para la formulación de dietas para conejos se observan discrepancias que podríamos decir que son por las diferentes metodologías empleadas en la valoración de los ingredientes, sin existir una regulación de las técnicas empleadas por los diferentes laboratorios (Pérez, 1998).

Esta situación requiere el empleo de alternativas no solo novedosas, nutritivas sino también viables económicamente para la producción animal tropical, disminuyendo los costos en alimentación y asegurando además la supervivencia de los recursos naturales y ambientales en forma razonable.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la incidencia en la producción de conejos, el desconocimiento del valor nutritivo de los recursos forrajeros disponibles?.

1.3 Sistematización del problema

¿Cuáles son las características nutricionales de las leguminosas arbustivas según su estado fisiológico?.

¿En qué forma el conocimiento del valor nutritivo de una leguminosa arbustiva puede ser alternativa a los problemas de alimentación de conejos?

¿Qué incidencia tienen los niveles de inclusión de alguna leguminosa arbustiva en las dietas de conejos?

¿Cuál es la relación entre los costos por alimentación de conejos en la actualidad y los beneficios para el productor?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar el valor nutritivo del gandul (*Cajanus cajan*) a diferentes edades de corte y su efecto en la alimentación de conejos durante la fase de crecimiento y engorde.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición química de la harina de forraje de gandul (*Cajanus cajan*) y sus coeficientes de digestibilidad *in vivo* a diferentes edades de corte.
- Determinar el valor de la energía digestible del gandul (*Cajanus cajan*) a partir de las pruebas de digestibilidad *in vivo* a diferentes edades de corte.
- Evaluar la respuesta biológica en conejos Neozelandés al utilizar diferentes dietas con niveles de gandul (*Cajanus cajan*) a diferentes edades de corte.
- Determinar el óptimo biológico y económico al utilizar diferentes niveles de gandul (*Cajanus cajan*) a diferentes edades de corte en la alimentación de conejos.

1.5 Justificación de la investigación

Este trabajo se lo realizó porque se considera que el gandul (*Cajanus cajan*), y particularmente la harina de su forraje, podría ser una importante alternativa en la alimentación de conejos, pudiendo obtener información del aprovechamiento nutricional por parte de los conejos.

Conociendo que en nuestro País y en particular la provincia de Los Ríos hay cultivadas entre variedades de fréjol seco y tierno 1486 hectáreas, tanto en las categorías de monocultivos y cultivos asociados (III Censo Agropecuario del Ecuador), evidencia que estos sectores cuentan con las condiciones más favorables para el desarrollo de especies leguminosas. Aportando así a los productores cunícolas datos reales de nuestro país, en el uso de esta leguminosa arbustiva como es el gandul.

1.6 Alcance de la investigación

La utilización de esta materia prima (gandul) nos permitirá conocer luego del análisis bromatológico, el verdadero aporte nutricional en beneficio de la alimentación animal y en esta oportunidad observar lo que pasa con el comportamiento biológico de los conejos, cuando en su alimentación diaria se utiliza este alimento; mediante el suministro alimenticio, se podrá determinar la eficiencia y el índice de conversión alimenticia que presentan los animales luego de la etapa de engorde.

Por otro lado al determinar su valor proteico a una edad determinada, nos permite recomendar su mejor utilización para evitar el desperdicio del alimento, si el mismo va a ser aprovechado como forraje verde, mientras tanto, si es para preparar alimentos sólidos o balanceados, habrá que cumplir con el proceso de la preparación de las materias primas previa a su elaboración final.

Pero sin lugar a dudas lo más importante de todo su proceso investigativo, es que mediante su valoración nutritiva y considerando su aspecto productivo en los

semovientes, vamos a disponer de una fuente de información, que nos servirá para realizar futuros trabajos científicos y de esta manera recomendar la utilización del gandul porque es una materia prima fácil de producir y de esta manera obtener un buen alimento y a un menor costo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El gandul

Es una planta forrajera conocida con diferentes nombres en los países donde se la cultiva tales como: guandul, guandú, chícharo o frijol de palo, pudiendo este arbusto alcanzar una altura hasta de 4 m y entre otras características botánicas podemos citar que el color de sus vainas al alcanzar su madurez fisiológica (5 meses) es de amarillo o rojizo, pudiendo sus raíces llegar a profundizarse hasta 3 m, presentando tallos leñosos a medida que se incrementa su edad.

Distinguiéndose su clasificación taxonómica en el Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Orden: Fabales, Familia: Fabácea, Género: Cajanus, Especie: *C. cajan*, (Robledo, 2000).

Padilla, Colom, Díaz, Curbelo, y González (1998) al evaluar la altura (40, 60 y 90 cm) y momento de corte del gandul (90 y 120 días), recomiendan su cosecha a la edad de 120 días, y a 40 cm de corte desde el nivel del suelo aprovechando así su potencial productivo e incrementando su supervivencia, sin descuidar aspectos ligados a la época de siembra.

Por consiguiente la acumulación de su contenido mineral de hojas y tallos del gandul se ve influenciada por variables como: variedad, edad y altura de corte (Higuera, Ferrer, Boscán, Canelón, y Montiel, 2001).

2.1.1 Propiedades y usos del gandul

Las semillas secas del gandul además de ser utilizadas para la alimentación humana también es empleada en la alimentación animal por su elevado contenido nutricional, en especial el de proteína con un porcentaje entre el 18 y 25%, pudiendo reemplazar a otra leguminosa como la soya (Carballo, 2000., citado por

García y Rodríguez, 2005), y su forraje según investigaciones realizadas es suministrado para la alimentación animal (Padilla et al., 1998).

2.1.2 Determinación de la composición química y digestibilidad del gandul en investigaciones realizadas.

Herrera, Cabezas, Barcia y Toaquiza (2008) reportaron en su estudio, la composición química del gandul, como materia prima para la alimentación animal (TABLA 2.1).

TABLA 2.1 Composición química del gandul (Laboratorio de Bromatología de la FCP- UTEQ, 2008, citado por Herrera et al., 2008).

| Componente | Contenido |
|---------------------------|-----------|
| Humedad, % | 5.34 |
| Materia seca, % | 94.66 |
| Cenizas, % | 9.34 |
| Extracto etéreo, % | 5.27 |
| Proteína cruda, % | 25.27 |
| Fibra cruda, % | 39.14 |
| Energía Bruta, Kcal/kg/MS | 2111 |

Trompiz, Ventura, Esparza, Higuera, Padron y Aguirre (2001) evaluaron la sustitución parcial en el alimento balanceado por harina de follaje de quinchoncho o gandul (HFQ) en niveles de sustitución del (NS): 0%, 8%, 16% y 24% en cerdos para medir su rendimiento a la canal, concluyendo que se registró significancia del nivel de sustitución (NS) ($P < 0.05$) sobre sustitución del balanceado por harina de follaje de quinchoncho (HFQ), recomendándose el empleo de su harina en niveles de hasta 24% sin producir quebranto en el rendimiento de los cortes de la canal.

TABLA 2.2 Composición química de la harina de follaje de quinchoncho (Trómpiz et al., 2001).

| Análisis | Valor, % |
|------------------------|----------|
| Cenizas | 8.31 |
| Materia orgánica | 91.61 |
| FDN | 47.12 |
| FDA | 24.85 |
| Lignina | 4.06 |
| Proteína bruta, Nx6.25 | 17.36 |

FDN, Fibra detergente neutra; FDA, Fibra detergente ácida

Amador y Rojas (2002) quienes al estudiar edades al corte (60, 90 y 120 días) sobre la producción en cantidad y calidad de biomasa del frijol gandul (*Cajanus cajan*) en Managua, reportó los resultados que se muestran en la TABLA 2.3.

TABLA 2.3. Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días) sobre la cantidad y calidad de biomasa producida por el frijol gandul (Amador y Rojas, 2002).

| Edad al corte (Días) | Materia Verde (kg/ha) | Materia seca (kg/ha) | Hojas (%) | Tallos (%) | Proteína Bruta (Hojas+tallo) (%) | Fibra Bruta (Hojas+tallo) (%) |
|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------|------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 120 | 11173 | 4788 | 38.9 | 61.00 | 18.58 | 31.01 |
| 90 | 8210.8 | 2353.8 | 39.7 | 60.20 | 21.78 | 20.05 |
| 60 | 7149.1 | 2132 | 55.5 | 44.50 | 23.55 | 18.01 |

Martínez (2002) en su estudio de caracterización nutricional del gandul, basados en componentes de materia seca y proteína cruda, evaluó con intervalos de 20 días, edades al corte, desde los 60 hasta los 160 días, obteniendo los resultados presentes en la siguiente TABLA:

TABLA 2.4 Contenido de materia seca y proteína cruda del follaje (Hojas+tallo), hojas y tallos del gandul en diferentes edades de corte (Martínez, 2002).

| Días al Corte | Hojas | | Tallos | | Follaje | |
|------------------|-------|------|--------|------|---------|------|
| | MS | PC | MS | PC | MS | PC |
| | % | % | % | % | % | % |
| 60 | 34.9 | 18.8 | 31.4 | 10.7 | 30.8 | 15.4 |
| 80 | 37.2 | 25.2 | 34.4 | 9.4 | 30.9 | 19.5 |
| 100 | 39.0 | 27.0 | 26.6 | 11.4 | 31.6 | 18.8 |
| 120 | 36.7 | 15.4 | 27.9 | 5.3 | 29.4 | 12.6 |
| 140 | 45.3 | 16.2 | 32.3 | 5.0 | 34.3 | 11.1 |
| 160 | 39.3 | 19.4 | 33.5 | 8.8 | 31.7 | 14.0 |

MS, Materia seca; PC, Proteína cruda

Ly (2004) en su artículo describe el uso de follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina, considerando mediciones in vitro e in vivo, a nivel ileal y rectal, determinó una influencia negativa en los índices digestivos del gandul (*Cajanus cajan*) en cerdos en crecimiento cuando recibieron dietas con niveles crecientes de esta arbustiva como lo expone en la TABLA 2.5.

TABLA 2.5 Digestibilidad ileal y rectal de dietas con harina de follaje de gandul en cerdos en crecimiento (Macías y Ly 1999, citado por Ly 2004).

| | Harina de gandul,% | | |
|-------------------------------|--------------------|------|------|
| | 0 | 10 | 20 |
| Digestibilidad ileal,% | | | |
| Materia seca | 78.9 | 74.9 | 71.1 |
| Ceniza | 54.0 | 47.9 | 36.3 |
| Materia orgánica | 83.5 | 78.2 | 72.4 |
| Energía | 80.5 | 72.6 | 69.0 |
| Fibra cruda | 12.0 | 12.1 | 11.9 |
| Nitrógeno | 69.0 | 64.2 | 59.7 |
| Digestibilidad total,% | | | |
| Materia seca | 90.9 | 84.5 | 79.6 |
| Ceniza | 68.5 | 57.7 | 51.8 |
| Materia orgánica | 91.5 | 86.4 | 81.3 |
| Energía | 89.9 | 84.1 | 78.7 |
| Fibra cruda | 38.3 | 34.7 | 29.8 |
| Nitrógeno | 81.5 | 77.2 | 73.7 |

2.2 Los alimentos

2.2.1 Composición de los alimentos

Mora (2007) sostiene que los fabricantes de alimentos para animales, al igual que las personas dedicadas a la crianza de los mismos utilizan en la preparación de sus dietas materias primas agrupadas como proteicos, energéticos o minerales según su concentración del nutriente dominante, de ahí la importancia de la composición de los alimentos a partir de su análisis químico (análisis proximal y método de Van Soest), siendo el análisis proximal el más común utilizado para la determinación de la humedad y con la materia seca la obtención de la proteína (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y extracto libre de nitrógeno (ELN).

El antes mencionado autor también sostiene que el método de Van Soest se originó para la mejor determinación de la parte fibrosa de los forrajes como son: Fibra Acido Detergente (FAD), Fibra Neutro Detergente (FND) y Lignina Acido Detergente (LAD).

2.2.2 Digestibilidad

La digestibilidad de los alimentos se la realiza principalmente para medir en qué grado una especie específica aprovecha o absorbe los nutrientes presentes en dicho alimento (Maynard, 1980, citado por Padilla, 2008).

La digestibilidad no es otra que el nutriente que no ha sido excretado en las heces, siendo la parte absorbida expresada como coeficiente de digestibilidad (McDonald, 1995, citado por Aguirre, 2008)

La digestibilidad evalúa los nutrientes consumidos y los presentes en las heces (Maynard et al., 1989, citado por Vaca, 2003), a continuación se detallan los tipos de digestibilidad que se pueden medir.

2.2.2.1 Digestibilidad in vivo

Para el cálculo de la digestibilidad in vivo se requiere conocer previamente tanto la cantidad de alimento ingerido y heces excretadas como la composición química de ambos, y luego por diferencia se obtienen los nutrientes aparentemente aprovechados de la materia seca por la especie animal, representados como coeficientes de digestibilidad (Church y Pond, 1987; Maynard et al., 1986; Shimada, 1983, citado por Sanginés, 2001).

Para la determinación de la digestibilidad in vivo se utilizan jaulas metabólicas modificadas según en la especie animal a investigar, las mismas que deben reunir exigencias técnicas como: no permitir un exceso de libertad de movimiento del animal, básicamente solo debe limitarse a echarse y levantarse, y debe estar diseñada para que permitan coleccionar las heces libre de contaminación de orina (Maynard et al., 1986, citado por Sanginés, 2001).

A. Factores que afectan la digestibilidad in vivo

En rumiantes hay que considerar algunas causas que pueden influir en los resultados de la digestibilidad de uno u otro forraje y así podemos citar: la cantidad de alimento consumido, la cantidad de fibra y/o lignina en el alimento, diferencia entre las especies, deficiencias nutricionales, factores que afectan el apetito, frecuencia en la alimentación, preparación del alimento, efecto asociativo del alimento y la adaptación a cambios de la ración.

A pesar del costo que puede ser elevado en la determinación de la digestibilidad in vivo, principalmente ligado a la utilización de animales vivos, personal calificado que realice esta labor y los análisis de las muestras en el laboratorio aún este método sigue presentando mayor confiabilidad (Van Soest, 1982; Church y Pond, 1987, citado por Sanginés, 2001).

2.2.2.2 Digestibilidad in situ

Este tipo de técnica es una combinación entre la técnica in vivo (con la presencia de animales) con las llamadas in vitro (simula una digestión en ambientes de laboratorio, sin la presencia animal), pero con la particularidad que mediante una bolsa de nailon llamada también de fibra artificial, el alimento a evaluar recibe una pre digestión gástrica en condiciones de laboratorio, y seguidamente mediante un proceso quirúrgico se le introduce a los animales dicha bolsa con una cánula, recogiendo posteriormente dicha bolsa mezclada con las heces del animal (Ly y Lemus, 2007).

2.2.2.3 Métodos de digestión in vitro en monogástricos

Ramos (1995) en su investigación doctoral expone métodos de digestibilidad in vitro en conejos comparándolos con pruebas in vivo, afirmando que estas técnicas in vitro son una forma más rápida y económica de valoración nutritiva de materias primas, obteniendo así su digestibilidad o como una norma para controlar la calidad de los alimentos a utilizar para la formulación de dietas para conejos,

conservando principalmente el bienestar de los animales puesto que para estas técnicas no son requeridos.

El antes mencionado autor después de comparar cuatro métodos o técnicas diferentes, las mismas que consistían en números de pasos distintos, la que finalmente propuso se desarrolló en tres fases: las dos primeras tratando de simular una digestión pre-cecal con incubaciones con pepsina, ácido clorhídrico y pancreatina; la tercera reproduce una fermentación cecal con la inclusión de una incubación con un preparado a base de enzimas, presentando esta propuesta buena fiabilidad.

Ramos (1995) observó que en todos los nutrientes evaluados los resultados in vitro fueron superiores a los valores obtenidos in vivo, concluyendo que la técnica propuesta no logró una aceptable reproducción de lo que sucede en el sistema digestivo del conejo.

2.2.2.4 Digestibilidad aparente frente a la verdadera

El coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína se obtiene por diferencia entre el nitrógeno ingerido a través de la dieta y el presente en las heces, al deducir el contenido de nitrógeno fecal total se obtiene la digestibilidad verdadera, obteniendo así la cantidad de este nutriente aprovechado por el animal, siendo a la vez generalmente imposible aislar el nitrógeno fecal total del nitrógeno real del alimento, utilizándose como constante un estimado de 2 mg de nitrógeno por gr de materia seca ingerida como alimento para transformar a digestibilidad verdadera (Maynard, 1981, citado por Aguirre, 2008)

2.2.2.5 Digestibilidad por diferencia

Este método de determinación de la digestibilidad se lo aplica cuando se conoce la digestibilidad de un alimento o dieta (dieta basal), la misma que para la medición se la mezcla con el nuevo alimento de digestibilidad aún desconocida (Parra y Gómez, 2008).

2.2.3 La energía de los alimentos

2.2.3.1 Energía bruta (EB)

Se denomina energía bruta a la energía total de un alimento o ingrediente y entre uno y otro comúnmente no hay mayor diferencia. La energía bruta es la base para llegar a estimar la energía que es requerida por los animales para sus demandas fisiológicas (energía de un ingrediente o dieta). La energía bruta al ingresar al organismo animal por medio del alimento una porción se pierde en las heces y la otra es aprovechable, denominada a esta última energía digestible (Buñay, 2010).

2.2.3.2 Energía digestible (ED)

La energía digestible es la fracción de la energía bruta del alimento que no aparece en las heces, dicho de otra forma es la energía aprovechable por el animal, y comúnmente su estimación se realiza tanto por el análisis químico del alimento ingerido y de las heces, como por intermedio de los nutrientes digestibles totales (NDT) (Buñay, 2010).

2.2.3.3 Nutrientes digestibles totales (NDT)

Los nutrientes digestibles totales (NDT) expresados en porcentajes, es la digestibilidad aproximada de un alimento, es decir es la estimación de la energía que libera un ingrediente o alimento, considerando para su cálculo solo su composición orgánica (Mora, 2007).

2.3 El conejo

2.3.1 Ventajas de la crianza de conejos

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2000) define al conejo como un animal herbívoro que su alimentación se basa en pastos y granos, es una especie de fácil manejo y excelente

transformadora de todo lo que come en carne de buena riqueza nutritiva, además las heces que produce son muy utilizadas como abono en la agricultura.

Es una especie muy prolifera (10 a 12 crías por parto), con un periodo de gestación relativamente corto de 31 días y con 56 días dedicados a la lactancia, estando la hembra a los cinco o seis meses ya apta para iniciar su reproducción.

2.3.2 Digestión del conejo

El conejo al ser monogástrico presenta sus órganos prácticamente los mismos que el cerdo, pero con funciones fisiológicas distintas, practicando así la cecotrofia, que no es otra cosa que la producción de dos tipos de heces (duras y blandas) y realizando una segunda digestión en el estómago de una de ellas, la misma que después de atravesar el duodeno alcanza el colón.

Tanto el colon proximal como distal tienen distintas funciones, que a diferencia del colon distal en el proximal no realiza función alguna en la primera digestión, en cambio en la distal el quimo se recubre de una mucina y agua donde se forman bolitas blandas a manera de racimos.

Estas bolitas o cecotrofos son tomadas desde el ano por la boca del conejo, digiriéndolas al estómago y duodeno. Las heces duras se forman en el colon proximal gracias al enriquecimiento con celulosa, que luego de una deshidratación se forman las bolitas que avanzan hasta el intestino grueso (Mora, 2007).

2.3.2.1 Diferencias entre cecotrofos y fecas

Se han evidenciado diferencias tanto físicas como químicas al comparar estos dos tipos de heces (cecotrofos y fecas), refiriéndose a las características físicas se afirma que las fecas son bolitas expulsadas en una forma individual, teniendo una consistencia dura y secas, a diferencia de los cecotrofos que son expulsados en forma de racimos, de forma irregular y de consistencia blanda.

Al referirnos a la composición química se destaca el contenido proteico de los cecotrofos, que puede variar del 19 al 39%, siendo muy superior al de las fecas que fluctúa de 4 a 25% como se muestra en la TABLA 2.6, mediante la coprofagia (conducta de ingerir sus propias heces) permite al conejo realizar una segunda digestión del alimento que consume asegurando el máximo aprovechamiento de la vitamina B (Gecele, 2010).

TABLA 2.6 Composición química del cecotrofo y fecas del conejo (Modificado de Lebas, 1981 y Proto, 1984 y Citado por Gecele, 2010).

| CONTENIDO | | CECOTROFOS | | FECAS | |
|-----------------|-------|------------|-----------|-------|-----------|
| | | Prom | Rangos | Prom | Rangos |
| Materia seca | (%) | 29.5 | (38-16) | 58.3 | (47-70) |
| Proteína cruda | (%) * | 29.5 | (19-39) | 13.1 | (4-25) |
| Extracto etéreo | (%) * | 2.4 | (0,1-5,0) | 2.6 | (0,1-5,3) |
| Fibra cruda | (%) * | 22 | (10-34) | 37.8 | (15-60) |
| Cenizas | (%) * | 10.8 | (3-18) | 8.9 | (0,5-18) |
| Ext. No Nitrog. | (%) * | 35.1 | (25-45) | 37.7 | (30-46) |

* BASE 100% M.S

Ext. No Nitrog, Extracto No Nitrogenado

Prom, Promedio

2.3.3 Alimentación de conejos

Lebas (1992) hace referencia en su artículo a nociones básicas en la alimentación práctica de los conejos de engorde, citando a nutrientes importantes entre los que tenemos: la energía digestible, proteína y fibra.

2.3.3.1 Energía

Los conejos regulan la cantidad de alimento que ingieren diariamente en base al contenido de energía digestible (ED) del mismo, reduciendo su consumo al aumentar la concentración de este nutriente, observándose que solo por encima de los 2550 kcal de energía digestible/kg de materia seca del alimento puede haber un incremento en el consumo de alimento por el conejo, presentándose que con una disminución en la energía digestible del alimento puede estar relacionada con un incremento en el contenido de fibras lignificadas del mismo (Lebas, 1992).

2.3.3.2 Proteína

Lebas (1992) sostiene que a diferencia de la energía digestible el conejo no regula a través del consumo la ingesta deficiente de proteínas, mas bien disminuye el consumo y con ello su crecimiento perjudicando aún más su déficit proteico.

Pero el antes mencionado autor afirma que cuando la proporción de proteína digestible está por encima de los 48 a 50 gramos por cada 1000 kcal de energía digestible, este exceso de proteína ingerida presente en la sangre como aminoácidos deben ser eliminados por medio de la orina transformados previamente en úrea que constituye el compuesto de mayor interés en el metabolismo de la proteína.

La excreción del exceso de proteína debe realizarse satisfactoriamente, caso contrario puede producirse intoxicación, de allí la importancia del suministro de una proteína con gran valor biológico (que contengan todos los aminoácidos en cantidades adecuadas) (Lebas, 1992).

2.3.3.3 Fibra

Según Lebas (1992) afirma que las dietas destinadas a la alimentación de conejos deben tener un porcentaje mínimo de fibra, sin olvidar que en la

estimación de este nutriente generalmente se admite que es en base de la celulosa bruta, siendo un porcentaje de 10 – 11% como mínimo para favorecer un adecuado desempeño digestivo, pero un aporte de este nutriente entre el 13 – 14% en la alimentación de conejos en crecimiento ha demostrado ser aceptable. Por otra parte el mismo autor sostiene además que valores superiores de fibra en la dieta pueden alterar el aporte del valor de la energía digestible en el alimento produciendo cambios en el consumo del mismo.

2.3.4 Requerimientos nutricionales del conejo

Los requerimientos nutricionales del conejo pueden variar según su fenotipo, genotipo y condiciones medio ambientales. Para conejos en crecimiento los requerimientos nutricionales recomendados según el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC, 1995), se los presenta en la siguiente TABLA.

TABLA 2.7 Requerimientos nutricionales del conejo (NRC, 1995).

| NUTRIENTES | CONCENTRACION DE LA DIETA |
|---------------------------------|---------------------------|
| Proteína % | 18 |
| Energía Digestible, kcal/kg/MS. | 2800 |
| Fibra,% | 12 |
| Acido graso insaturado. % | <1.0 |
| <u>Aminoácidos</u> | |
| Arginina, % | 1.2 |
| Histidina, % | 0.35 |
| Isoleucina, % | 0.6 |
| Leucina, % | 1.08 |
| Lisina, % | 0.84 |
| Metionina, % | 0.6 |
| Fenilalanina, % | 1.08 |
| Treonina,% | 0.6 |
| Triptófano, % | 0.18 |
| Valina, % | 0.84 |

kcal/kg/MS, kilo caloría por kilogramo de materia seca.

En la TABLA 2.8, se muestran los valores del rendimiento de los principales cortes investigados desde el punto de vista de la influencia dietética, desde el punto de vista de sus valores absolutos. No se halló efecto significativo ($P < 0.05$) de los tratamientos sobre el rendimiento de estos cortes de la canal. Sin embargo, se apreció que las canales de los cerdos de los tratamientos donde se incluyó la HFQ mostraron una tendencia a mejores rendimientos en cortes magros, en relación con la canal fría, a medida que se incrementaba el porcentaje del follaje de quinchoncho en la dieta.

TABLA 2.8 Influencia de la harina de follaje de quinchoncho en cortes de canal de cerdos (Trómpiz et al., 2001).

| Cortes | Follaje de quinchoncho, % | | | |
|--------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| | - | 8 | 16 | 24 |
| Magros | 19.70 | 18.72 | 18.87 | 19.13 |
| Pernil | 7.81 | 7.51 | 7.58 | 7.71 |
| Chuleta | 6.00 | 5.53 | 5.63 | 5.70 |
| Copa | 2.88 | 2.80 | 2.86 | 2.72 |
| Brazuelo | 3.00 | 2.75 | 2.81 | 2.99 |
| Grasos | 12.46 | 12.15 | 11.38 | 11.75 |
| Papada | 12.98 | 0.94 | 0.90 | 0.94 |
| Tocineta | 3.00 | 2.89 | 2.85 | 2.70 |
| Recortes | 8.47 | 8.31 | 7.63 | 8.11 |
| Secundarios | 2.65 | 2.79 | 2.60 | 2.72 |
| Costillitas | 1.05 | 1.14 | 1.07 | 1.05 |
| Otros ¹ | 1.60 | 1.65 | 1.53 | 1.67 |

¹ Comprende patas, cola y huesos del cuello

Quinteros (1993) en su estudio de leguminosas arbustivas incluída el gandul en dietas para conejos, concluyó que es limitado su utilización pese a sus bondades nutricionales, sugiriendo que debe ser moderado su uso en conejos en crecimiento por presentarse principalmente bajas ganancias de peso.

2.4 Óptimo técnico y económico

Según Lanfrano y Helguera (2006) afirman que es importante saber diferenciar los términos técnico y económico en el análisis de un sistema de producción, siendo este conocimiento necesario y útil para que el productor pueda conocer la realidad de su negocio y así tomar decisiones, siendo así que el conocimiento del óptimo técnico o biológico es una valiosa herramienta para determinar en que nivel ascendente de un insumo empleado se ubica el máximo rendimiento en términos productivos.

El óptimo económico, en cambio identifica en que nivel de insumo utilizado se obtiene el máximo beneficio en términos económicos para el productor, en la mayoría de ocasiones el nivel de insumo óptimo biológico se ubica sobre el nivel de insumo óptimo económico.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y duración del experimento

3.1.1. Obtención de la harina de forraje de gandul

De acuerdo a la secuencia de la investigación, se debe señalar que la obtención de la Harina de forraje de gandul se la realizó en la Hacienda “Blanquita”, localizada en el Recinto Pice del Cantón Valencia en la Provincia de Los Ríos, ubicada geográficamente a 00°54'07" latitud sur y 79°24'34" longitud oeste, a 102 msnm.

3.1.2. Determinación de la digestibilidad y comportamiento biológico.

Para la prueba de digestibilidad, se implementaron las jaulas metabólicas en la Sección Cunicola del Programa de Especies Menores de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), instalaciones en las que además, se desarrolló la evaluación de la respuesta biológica de producción. El mencionado Programa de Investigación está localizado en la Panamericana Sur km 1½ y ubicada a una altitud de 2740 m.s.n.m. a 78°26' de Longitud Oeste y 1°25' de Latitud Sur.

Es preciso indicar que los análisis bromatológicos y de la valoración nutritiva para Digestibilidad, se realizaron en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la FCP – ESPOCH.

La duración del trabajo experimental fue de 205 días, distribuidos de la siguiente manera: siembra y cosecha del gandul 120 días; prueba de digestibilidad 19 días considerando 7 días de adaptación y 12 días en recolección de heces; la fase de crecimiento y engorde 45 días y análisis de laboratorio 21 días.

Las condiciones meteorológicas de las dos zonas se detallan en la TABLA 3.1.

TABLA 3.1 Condiciones meteorológicas de las zonas de Influencia (^{1/} Estación Experimental Pichilingue Quevedo, 2012; ^{2/} Estación Agrometeorológica FRN – ESPOCH, 2012).

| PARAMETROS | Hda.Blanquita ^{1/} | ESPOCH ^{2/} |
|-----------------------|-----------------------------|----------------------|
| Temperatura, °C | 24.70 | 13.8 |
| Humedad, % | 87.20 | 64.7 |
| Precipitación, mm | 1536.31 | 491 |
| Heliofanía, horas/luz | 855.10 | 163 |

FRN, Facultad de Recursos Naturales

3.2 Unidades experimentales

La presente investigación contempló dos fases, la primera que se refirió a la obtención de la harina del forraje del gandul y la determinación de su valor nutritivo, donde se utilizaron 12 conejos machos Neozelandés de un peso promedio de 1.870 kg.

Para la segunda fase de la investigación (respuesta biológica de los animales durante la etapa de crecimiento-engorde), se utilizaron 32 conejos machos destetados de raza Neozelandés de 45 días de edad y un peso promedio de 0.720 kg.

3.3 Materiales, equipos e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en el desarrollo de la presente investigación se dan conocer a continuación:

- 12 jaulas metabólicas
- 16 jaulas de 0.50 x 0.40 x 0.35 m.
- 16 comederos de tolva

- 16 bebederos de barro cosido
- 1 balanza de precisión.
- Alimento balanceado
- Equipo de laboratorio
- Equipo de limpieza
- Equipo de disección
- Botiquín de primeros auxilios
- Material desinfectante
- Productos desparasitantes
- Materiales de oficina
- Materiales de limpieza
- Tatuadora metálica
- Tinta china
- Registro de control
- Cámara fotográfica
- Computadora

3.4 Tratamiento y diseño experimental

3.4.1 Primera fase

Para la determinación del valor nutritivo del gandum a diferentes edades, se trabajó en base a una estadística descriptiva, donde el esquema del experimento para esta fase investigativa fue el siguiente:

TABLA 3.2 Esquema del experimento para determinar el valor nutritivo del gandum.

| FORRAJE | CODIGO | REPETICIONES | T.U.E | REP/TRATAM |
|----------------|--------|--------------|-------|------------|
| A los 90 días | G90 | 6 | 1 | 6 |
| A los 120 días | G120 | 6 | 1 | 6 |
| TOTAL | | | | 12 |

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

3.4.2. Segunda fase

Mientras tanto para determinar el comportamiento biológico de los semovientes Se evaluó el efecto de tres niveles a base de harina de forraje de gandul (7, 14 y 21%) para ser comparado con un tratamiento testigo (0 % gandul).

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A) en arreglo factorial, donde el factor A, corresponde a la edad del gandul (90 y 120 días de corte) y el Factor B, fueron los niveles de utilización del gandul cortado, molido e integrado a la formulación de alimento para conejos en crecimiento-engorde (7, 14 y 21 %), con dos repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de dos animales, es decir se utilizaron 4 animales en cada combinación de factores como se observa en el esquema del experimento (TABLA 3.3) siendo el modelo lineal aditivo el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor estimado de la Variable

μ = Media general

α_i = Efecto de la edad (90 y 120 días de corte)

β_j = Efecto del nivel de inclusión del gandul (0, 7, 14 y 21 %)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción (Edad de corte x Niveles de inclusión)

ϵ_{ijk} = Error experimental

TABLA 3.3 Esquema del experimento para el comportamiento biológico en la etapa de crecimiento y engorde.

| NIVELES HARINA DE GANDUL | EDAD | | NÚMERO DE REPETIONES | T.U.E | NÚMERO CONEJOS/ TRATAMIENTO |
|--------------------------------|---------------|----------------|-------------------------|-------|-----------------------------------|
| | DEL GANDUL | CÓDIGO | | | |
| HG0 | G90 | HG090 | 2 | 2 | 4 |
| | G120 | HG0120 | 2 | 2 | 4 |
| HG7 | G90 | HG790 | 2 | 2 | 4 |
| | G120 | HG7120 | 2 | 2 | 4 |
| HG14 | G90 | HG1490 | 2 | 2 | 4 |
| | HG120 | HG14120 | 2 | 2 | 4 |
| HG21 | G90 | HG2190 | 2 | 2 | 4 |
| | G120 | HG21120 | 2 | 2 | 4 |
| TOTAL | | | | | 32 |

T.U.E, Tamaño de la Unidad Experimental.

3.5 Composición de las dietas experimentales

Las dietas alimenticias que se emplearon en el presente experimento estuvieron constituidas en base a la distribución de los niveles de harina de forraje de gandum en el balanceado, en base a los porcentajes previamente establecidos, para este proceso investigativo; tal como lo damos a conocer en las siguientes TABLAS.

TABLA 3.4 Análisis calculado de las dietas experimentales para 90 días de corte.

| NUTRIENTES | NIVELES DE HARINA DE FORRAJE DE GANDUL (%) | | | | REQUERIMIENTOS CREC. Y ENGORDE |
|---------------|--|-------|-------|-------|--------------------------------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | |
| Proteína, % | 17.13 | 17.41 | 17.18 | 17.38 | 16.00 – 18.00 |
| ED, kcal/kgMS | 2607 | 2612 | 2687 | 2769 | 2.600 – 2.800 |
| Fibra, % | 11.8 | 12 | 12.86 | 12.97 | 12.00 – 14.00 |
| Grasa, % | 6.41 | 5 | 4.77 | 4.6 | 4.00 – 6.00 |

TABLA 3.5 Análisis calculado de las dietas experimentales para 120 días de corte.

| NUTRIENTES | NIVELES DE HARINA DE FORRAJE DE GANDUL (%) | | | | REQUERIMIENTOS CREC. Y ENGORDE |
|---------------|--|-------|-------|-------|--------------------------------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | |
| Proteína, % | 17.13 | 17.38 | 17.63 | 17.18 | 16.00 - 18.00 |
| ED, Kcal/kgMS | 2607 | 2606 | 2690 | 2792 | 2600 – 2800 |
| Fibra, % | 11.8 | 12.46 | 12.93 | 13.52 | 12.00 – 14.00 |
| Grasa, % | 6.41 | 4.98 | 4.86 | 4.76 | 4.0 – 6.00 |

3.6 Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que fueron consideradas en el desarrollo del presente trabajo investigativo son:

3.6.1 De laboratorio

- Análisis de Weende a los 90 días: humedad, materia seca, cenizas, Proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno
- Análisis de Weende a los 120 días: humedad, materia seca, cenizas, Proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno

Estadística comparativa para:

- Materia seca digestible, g/kg/MS
- Coeficiente de digestibilidad para la materia seca,%
- Materia orgánica digestible, g/kg/MS
- Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica, %
- Proteína cruda digestible, g/kg/MS
- Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda, %
- Fibra cruda digestible, g/kg/MS
- Coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda, %
- Extracto etéreo digestible, g/kg/MS
- Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo, %
- Extracto libre de nitrógeno, g/kg/MS
- Kcalorías de energía digestible
- NDT, %

3.6.2 De campo

- Peso inicial, kg
- Peso final, kg
- Ganancia de peso, kg
- Consumo total de alimento, kg. MS
- Conversión alimenticia
- Peso a la canal, kg
- Rendimiento a la canal, %
- Óptimos económico y biológico
- Mortalidad, No.

3.7 Sistema de variables.

3.7.1 Variables de laboratorio para la determinación de la digestibilidad de la harina de forraje de gandul.

3.7.1.1 Coeficiente de digestibilidad para materia seca %

Mediante esta variable se determinó la proporción en porcentaje de materia seca del alimento que fue aprovechada por el conejo, que no fue excretada por las heces y se supone entonces que ha sido absorbida.

A partir de este cálculo se obtuvieron los valores del resto de nutrientes presentes en el alimento (materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda y extracto etéreo), siendo el extracto libre de nitrógeno estimado por diferencia.

3.7.1.2 Materia seca digerible, g/kg/MS

Esta variable hace referencia de la cantidad en gramos de materia seca digerida por el animal por cada 1000 gramos (1 kg) de alimento en Tal Como Ofrecido (T.C.O)

3.7.1.3 Coeficientes de digestibilidad (%) de la materia orgánica (MO), de la proteína cruda (PC), de la fibra cruda (FC), del extracto etéreo (EE).

Estos coeficientes miden la proporción de nutrientes aprovechables por el conejo a partir de la materia seca presente en el alimento y en las heces. Aplicando para la obtención de los coeficientes de digestibilidad para cada nutriente la siguiente fórmula por ejemplo:

$$\text{CDPC (\%)} = \frac{\text{PC del alimento} - \text{PC de las heces}}{\text{PC del alimento}} \times 100$$

Donde:

CDPC: Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda

3.7.1.4 Nutrientes digestibles (g/kg/MS) de la materia orgánica, de la proteína cruda, de la fibra cruda, del extracto etéreo y del extracto libre de nitrógeno (ELN).

Estas variables hacen referencia de la cantidad en gramos del nutriente digerido por el animal por cada 1000 gramos (1 kg) de materia seca consumida.

3.7.1.5 NDT, %

Para la obtención de esta variable utilizada en la valoración nutritiva de un alimento tomamos como punto de partida el cálculo de los nutrientes digestibles parciales (PC, EE, FC, y ELN), y así tenemos un ejemplo de la Proteína Cruda Digestible.

$$\text{PCD (\%)} = \frac{\text{CDPC} \times \% \text{PC Del alimento}}{100}$$

Donde:

PCD: Proteína cruda digestible

CDPC: Coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda

%PC Del alimento: porcentaje de la proteína cruda del alimento

Finalmente se realizó el cálculo de los nutrientes digestibles totales y así tenemos la fórmula siguiente:

$$\text{NDT} = \text{PCD} + (\text{EED} \times 2.25) + \text{FCD} + \text{ELND}$$

Donde:

NDT: Nutrientes digestibles totales

PCD: Proteína cruda digestible

EED: Extracto etéreo digestible

FCD: Fibra cruda digestible

ELND: Extracto libre de nitrógeno digestible

3.7.1.6 Calorías/Kg de energía digestible

Para el cálculo de la energía digestible (ED) del conejo partimos primeramente de la Energía Bruta (EB) de alimento, calculándose en base a la siguiente ecuación:

$$EB \text{ (kcal/kg/MS)} = [(5.77 * PC) + (8.74 * EE) + (5 * FC) + (4.06 * ELN)]$$

Una vez ya realizados los cálculos necesarios se procedió a determinar la energía digestible mediante la siguiente fórmula:

$$ED \text{ (kcal/kg/MS)} = \frac{NDT * EB}{100}$$

Donde:

ED: Energía digestible

EB: Energía bruta

NDT: Nutrientes digestibles totales

3.7.2 Variables de campo para la evaluación de la respuesta biológica de la harina de forraje de gandul.

3.7.2.1 Peso inicial, kg

Consistió en pesar los animales una vez realizada la selección de los mismos al inicio del experimento, usando una balanza de precisión, los animales arrancaron el estudio con 45 días de edad.

3.7.2.2 Peso final, kg

Transcurridos los 45 días de la valoración biológica, se registró el peso de los conejos de los tratamientos en estudio, usando una balanza de precisión.

3.7.2.3 Ganancia de peso, kg

La ganancia de peso se determinó por diferencia, entre los pesos finales e iniciales registrados en la investigación.

3.7.2.4 Consumo total de alimento, kg. MS

Para determinar el consumo total de materia seca en kilogramos durante esta fase de investigación se consideró todo el alimento consumido por los animales durante los 45 días del experimento, multiplicado por el porcentaje de materia seca del alimento.

3.7.2.5 Conversión alimenticia

Esta variable hizo referencia de la cantidad de alimento que tuvo que consumir el conejo, para lograr un kilogramo de ganancia de peso.

3.7.2.6 Peso a la canal, kg

Esta variable constituye el componente principal de producción de carne, que excluye del peso vivo del animal, su cabeza, patas, vísceras y pelo (quinto cuarto).

3.7.2.7 Rendimiento a la canal, %

Para el desarrollo de esta variable se consideró el peso a la canal expresada en porcentaje.

3.8 Análisis estadísticos

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

Para el análisis de la digestibilidad in vivo de los nutrientes se aplicó estadística descriptiva: media, desviación estándar, rango mínimo y máximo.

Para el comportamiento biológico de los animales los datos se procesaron en el Sistema SAS System for Windows v.8, con la aplicación de Excel de MS-Office para:

- Análisis de varianza para las diferencias y para la regresión
- Análisis de correlación y regresión simple; y,
- Separación de medias, mediante la prueba de significación de Duncan a los niveles $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$.

3.8.1 Esquema del ADEVA

En la Tabla 3.6 se expone el esquema del ADEVA para el comportamiento biológico de los conejos neozelandés, cuando son alimentados con harina de gandul, durante las fases de crecimiento y engorde (45-90 días de edad).

TABLA 3.6 Esquema del ADEVA.

| FUENTE DE VARACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------------|--------------------|
| Total | 15 |
| Factor A (Edad del gandul) | 1 |
| Factor B (Nivel de gandul) | 3 |
| Interacción (A x B) | 3 |
| Error Experimental | 8 |

3.9 Procedimiento experimental

3.9.1 De la obtención de la harina de forraje de gandul

La siembra de los lotes del gandul se la realizó a una distancia de siembra de 1 m entre hilera x 1 m entre planta, utilizando 2 semillas por golpe, siendo realizado el raleo a los 15 días de la fecha de siembra con el propósito de dejar una planta por sitio; no se aplicó fertilización ni riego.

Una vez cumplida la edad del gandul (90 y 120 días) se realizó el corte del forraje de toda la planta íntegra (hojas + tallos) a 0.50 m del nivel del suelo, luego del cual se trituró con un molino tipo martillo, procediéndose seguidamente a su deshidratación solar por un período de cinco a diez días y por último se dio el proceso de tamizado como consecuencia del cual se obtuvo el producto final en este caso la harina de gandul.

Cabe recalcar que la preparación de los cultivos para cada edad de evaluación se realizó de la siguiente manera:

- 1) Establecimiento del lote de evaluación a 120 días DIA CERO
- 2) Evaluación a 120 días de corte
- 3) Establecimiento del lote de evaluación a 90 días DÍA TREINTA
- 4) Evaluación a 90 días de corte

Considérese que el mismo día se realizó el corte para la obtención de las harinas tanto a 90 como a 120 días de edad del Gandul.

Finalmente una vez obtenida la harina antes mencionada se realizó el análisis bromatológico, el mismo que nos permitió tener un punto de partida para el inicio del trabajo experimental.

3.9.2 De la digestibilidad IN VIVO

En el Programa de Especies Menores se realizó esta evaluación, donde fueron alojados los 12 conejos machos de la misma edad (6 animales para cada edad de

corte del gandul) en jaulas metabólicas individuales previamente acondicionadas para este propósito (permitiendo la separación de las heces y orina), siendo estos animales elegidos al azar.

Se adaptó a los conejos durante un periodo de 7 días a las jaulas metabólicas, suministrándoles el alimento experimental *ad libitum* correspondiente, con la finalidad que el animal se acostumbre a ese alimento, jaula y también para eliminar del tracto digestivo residuos de anteriores alimentos, se les dispuso además agua de bebida *ad libitum*.

Finalizado el periodo de adaptación se inició el periodo de recolecta de las heces, realizándose previamente el pesaje de los animales en estudio, se controló el suministro diario e individual del alimento, siendo ofertado en una cantidad total de 70g de materia seca/día/kg de peso metabólico ($W^{-0.75}$), en dos raciones y en horarios de 07h00 y 16h00 durante los 12 días de recolecta de heces.

Durante el ensayo se recolectaron las heces todos los días a la misma hora (16h00), pesándose al mismo tiempo todo el alimento sobrante.

3.9.3 De los análisis de laboratorio

En el laboratorio de Nutrición animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se ingresaron las heces de cada animal para su pesaje, las cuales se sometieron al muestreo respectivo, para obtener los resultados del análisis de Weende, los que permitieron el cálculo de la de digestibilidad de cada nutriente. La valoración energética (estimación de los valores de Energía Digestible, Extracto Libre de Nitrógeno digestible y Nutrientes digestibles totales), se derivaron de los datos de los análisis de laboratorio.

3.9.4 Del comportamiento biológico

Una vez que se obtuvo la harina de forraje de gandul se procedió a la preparación de las dietas experimentales, en base al proceso para la elaboración de

balanceados y de acuerdo a los porcentajes correspondientes a cada uno de los niveles previamente establecidos, dicho trabajo se llevó a cabo en la planta de balanceado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

El experimento se realizó en el Programa de Especies Menores e inició con la selección de los 32 animales por medio de un pesaje individual, posteriormente estos semovientes fueron identificados mediante numeración en la oreja derecha. Luego se procedió a ubicarlos en las respectivas jaulas en una densidad de dos animal por jaula. Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria de acuerdo al Diseño Completamente al Azar.

En lo relacionado al suministro de alimento los animales recibieron todos los días la cantidad de 100 gramos de balanceado, más el suministro de agua a voluntad con el propósito de cumplir con los requerimientos nutricionales de los conejos durante la etapa de crecimiento - engorde.

En lo referente a la recolección y la toma de los datos se trabajó mediante la ayuda de una balanza de 5 kilogramos de capacidad y 5 gramos de precisión. Los pesos de los animales se tomaron siempre en ayunas y de acuerdo a la planificación previamente establecida. En lo concerniente a la determinación del consumo de alimento se trabajó en base a lo suministrado y consumido, es decir, todos los días se recolectó los sobrantes del alimento, para establecer el consumo diario real por diferencia.

Se concluyó el experimento cuando los animales llegaron a los 90 días de edad, para proceder a su sacrificio con el propósito de determinar de esta manera el peso y el rendimiento a la canal.

3.9.4.1 Programa sanitario

Dentro del programa sanitario que se implementó para esta investigación, se realizó una limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos y materiales, con el propósito de garantizar la higiene de los semovientes, también se realizó una

desparasitación de todos los animales durante la etapa inicial, mediante el uso de Ivermectina al 1 %, con una dosis de 0.25 mililitros por vía subcutánea.

También se aplicó vitamina ADE inyectable, con una dosis de 0.5 mililitros. La limpieza y desinfección de las jaulas se realizó cada 15 días, utilizando yodo control, con la finalidad de prevenir el posible contagio de enfermedades principalmente del tipo parasitario.

3.9.5 Del óptimo biológico y económico

Para el cálculo del óptimo biológico para ambas edades de corte del gándul se realizó una regresión cuadrática, considerando la variable del rendimiento a la canal como variable dependiente (Y) y los niveles de inclusión de harina de forraje de gándul como variable independiente (X).

Con la ecuación obtenida de la regresión cuadrática del óptimo biológico se realizó el cálculo matemático del óptimo económico para ambas edades de corte del gándul, considerando para este fin el costo estimado del kilogramo de harina de forraje de gándul y el precio del kilogramo de carne de conejo como datos adicionales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Calidad nutricional del gandul según edad de corte (días)

4.1.1 Composición química

4.1.1.1 Humedad y materia seca, %

El comportamiento de las especies empleadas como forrajes y en general de las plantas, siempre se observa la tendencia a reducir su contenido de humedad como consecuencia del aumento de materia seca conforme aumenta la edad de la especie, considerando los procesos fisiológicos a los que se ven involucrados los tejidos en el proceso de envejecimiento de la planta.

Así es como el gandul con contenidos de humedad de 12.4 % disminuye progresivamente a 11.7% cuando el *Cajanus cajan* evoluciona de 90 a 120 días de edad (TABLA 4.1).

Herrera et al. (2008) hacen referencia a los resultados de composición química que obtuvieron al utilizar gandul en harina para incluir en dietas para aves, registrando composición química del follaje del *Cajanus cajan* que define contenidos de Materia seca de 94.66 %, aunque no precisan la edad de la planta cuando sometieron a secado y molido para agregar a sus dietas, sin embargo se puede asumir que esos registros podrían corresponder a edades superiores a los 120 días, por el bajo contenido de humedad que equivalen al 5.34 %.

Además debe considerarse que en suelos áridos de zonas con menos precipitaciones, concentra en su sustrato, bajos niveles de humedad, que junto a la época del año, bien pueden hacer variar esta concentración de materia seca.

TABLA 4.1 Composición química de la harina de forraje de gandul a diferentes edades de corte (Laboratorio de nutrición animal FCP – ESPOCH, 2012).

| Composición, % | 90 Días | 120 Días |
|-----------------------------|---------|----------|
| Humedad | 12.4 | 11.7 |
| Materia seca | 87.6 | 88.3 |
| Proteína cruda | 16.45 | 14.59 |
| Extracto etéreo | 1.62 | 1.48 |
| Ceniza | 7.58 | 9.65 |
| Fibra cruda | 37.62 | 42.34 |
| Extracto libre de nitrógeno | 36.73 | 31.94 |
| Materia orgánica | 92.42 | 90.35 |

Comparativamente con los resultados de la presente investigación y en función de las dos edades de corte (90 y 120 días), demuestra un relativo incremento de la materia seca debido precisamente al estado de maduración de la planta, cuya tendencia concuerda también con los resultados obtenidos por Amador y Rojas (2002) quienes al evaluar el efecto de la edad de corte (60, 90, y 120 días) sobre la cantidad y calidad de biomasa producida por el gandul reportan la materia seca en kg/ha con valores que difieren estadísticamente entre los 90 y 120 días en 2353.8 kgMS/ha y 4788kgMS/ha respectivamente.

Sugiriendo los mismos autores que a los 120 días de establecido el cultivo se debe practicar el primer corte para garantizar la explotación óptima de este cultivar, sugerencia a la vez precipitada puesto que estos valores agronómicos aún no nos aporta el verdadero valor nutritivo de este alimento para una especie en particular.

Como ilustración, los resultados de humedad y MS de la presente investigación se reportan en la figura 4.1.

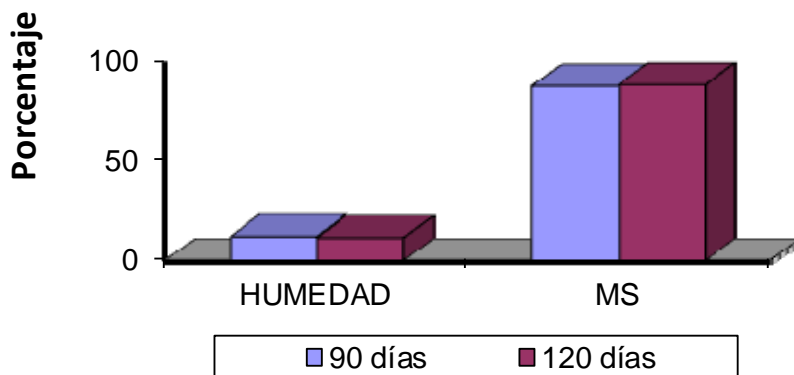


Figura 4.1. Contenido de humedad y MS de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

4.1.1.2 Proteína cruda, %

La evaluación de la concentración de nitrógeno y su equivalente en proteína cruda registra el 16.45% a los 90 días de edad del gandul, mientras que a los 120 días hay una disminución en el componente forrajero hasta 14.59% que obedece a la formación de componentes ligno-proteicos que como manifiesta Guevara (2006) en sus anotaciones de resúmenes de clase, la tendencia a la disminución de proteína en las especies forrajeras es el resultado de la involución que sufre la proteína para constituirse en la fracción de lignina, celulosa y demás componentes de paredes celulares, aportando de esta manera a la demanda de formación de estructuras de sostenimiento de los vegetales, más aun cuando el gandul es una especie semi arbustiva.

Los resultados de la presente investigación con registro de las dos edades de corte, definen una evolución coincidente a lo reportado por Martínez (2002) en su estudio de caracterización nutricional del gandul, en lo que se deduce que la proteína tiende a incrementarse de los 60 a 80 días de 15.4 a 19.5 % (en base fresca) declinando a partir de los 120 días (12.6%), con una tendencia a la disminución hasta los 140 días, edad en la que se estima un 11.1% de proteína.

El estudio de Trompiz et al. (2001) definieron una concentración de proteína dentro de la Composición química de la harina de follaje de quinchoncho (una variedad de fréjol gandul), que equivale al 17.36 %, aunque no se define la edad de la planta, pero se considera que puede coincidir con los 90 a 100 días edad del gandul.

En la siguiente figura se ilustra este comportamiento que denota una disminución de proteína conforme aumenta la edad del gandul.

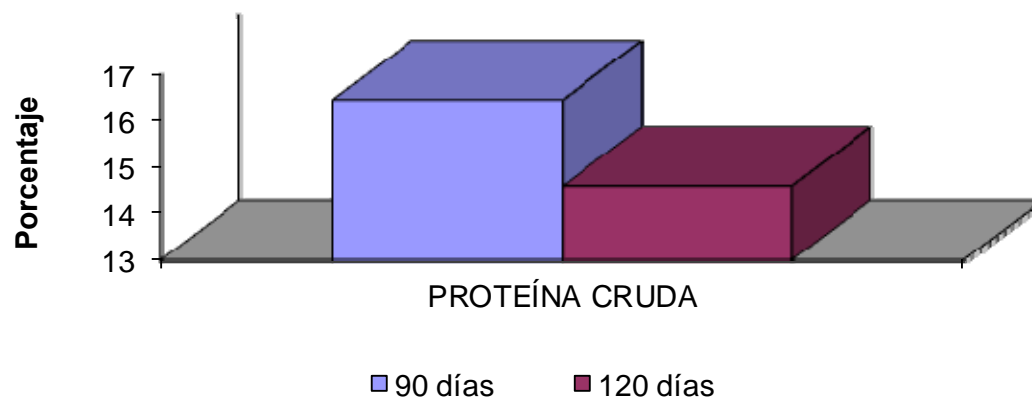


Figura 4.2 Contenido de proteína cruda de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

Los equivalentes de concentración proteica que reporta Herrera et al. (2008) están por el orden de 25.27 %, realmente una concentración alta que definitivamente podría deberse a la calidad de gandul de una variedad más promisoría. Además, al verificar su composición en MS, que fue más alta, de hecho va a conducirnos a una concentración de este nutriente y de los demás, con valores más altos.

Obedeciéndose el aumento de proteína del gandul en base fresca de 21.78% a menor edad de la planta (90 días) en comparación con 20.05% (120 días) a la

posible relación hoja-tallo, observándose un incremento en el porcentaje de las hojas a los 90 días de corte de esta leguminosa arbustiva las mismas que se incrementa a 39.7% al comparar con el 38.9% de las mismas a los 120 días de edad (Amador y Rojas, 2002).

Esta composición química en general de la harina del forraje del gandul contiene niveles aceptables de proteína en las dos edades de corte en estudio (90 y 120 días), para ser considerado como una fuente importante de alimento para conejos, si comparamos con el 12% de proteína cruda que debería tener un alimento para mantenimiento en esta especie (NRC, 1977).

4.1.1.3 Fibra Cruda, %

El comportamiento fisiológico de las especies forrajeras definen una transformación de los tejidos y principalmente de las paredes celulares que traducidos a la lignificación de la planta, esta, evoluciona en incrementos ponderados frente al avance en edad y a la necesidad de robustecimiento de la planta con la formación de tejidos de sostenimiento.

Es así que, en el presente estudio la fibra se incrementa de 37.62 a 42.34% cuando la edad cambia de 90 a 120 días, respectivamente; tendencia que es confirmada por Padilla (2002) que a la vez registró valores superiores a los encontrados en la presente investigación, indicando que cuando avanza la edad desde los 60 días con 32.75 % hasta los 150 días de corte con 60.29 % de fibra cruda con demostración de mayor lignificación de la planta arbustiva como es de esperar.

Una representación en barras, como la que se muestra a continuación en la siguiente figura ilustra el resultado de fibra en la presente investigación.

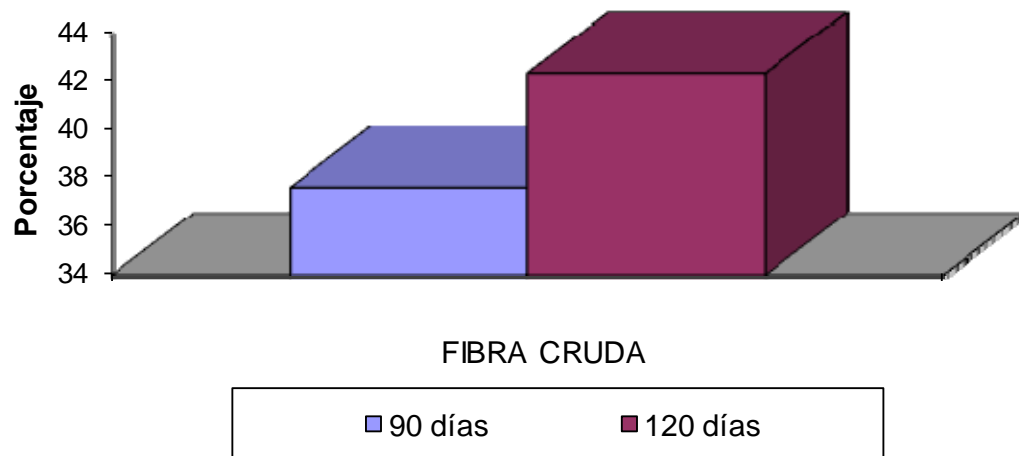


Figura 4.3 Contenido de Fibra Cruda de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

Herrera et al. (2008) identificaron el 39.14 % de este componente línico, un valor relativamente similar al del presente estudio, lo que también haría pensar que dependiendo del desarrollo de tallos, ramas y hojas podría estar influyendo sobre la calidad del forraje y por consecuencia, de la harina que se obtenga, ya que a mayor desarrollo de los tejidos de sostén, mayor cantidad de fibra cruda se ofertará al organismo animal.

Esto, en algunos casos puede ser beneficioso y en otros perjudiciales, según la especie a la que fuera dirigida su aplicación en las dietas, y en síntesis, la evaluación de la composición química del gandul proveniente de la zona seca de la costa, tiene un comportamiento relativamente similar al de los estudios realizados por Padilla (2002) que provienen de la zona de influencia de la Habana Cuba, y se podría conjeturar que en general dicen de una especie forrajera apta para la utilización en la alimentación animal particularmente de especies zootécnicas mayores.

Amador y Rojas (2002) en el análisis bromatológico de la biomasa en base seca del gandul sometido a tres edades al corte (60, 90, y 120 días) reporta aumento del porcentaje de fibra bruta al incrementarse la edad de corte del gandul de 90 a 120 días en 20.05% y 31.01% respectivamente, siendo inferiores estos porcentajes a los resultados obtenidos en las mismas edades de corte en el presente estudio (37.62 y 42.34% respectivamente), estando el comportamiento de la relación hoja-tallo en dependencia de la edad de la planta como lo demostraron los autores antes citados identificando la presencia de tallos a los 90 días al corte en 60.20% e incrementándose esta relación con forme madura fisiológicamente la planta a 61% a los 120 días al corte.

Químicamente la harina del forraje de gandul nos aporta un porcentaje de fibra importante si consideramos que el conejo es una especie con un requerimiento de fibra en su dieta elevado en comparación con otros monogástricos.

4.1.1.4 Extracto etéreo, %

El extracto etéreo o grasa involucra la presencia de pigmentos más vitaminas liposolubles, siendo consideradas que las grasas aportan 2.25 veces más energía en promedio que las proteínas y carbohidratos (Mora, 2007), identificándose así al Gandul a los 90 días con un aporte de 1.62% de este nutriente, y como consecuencia de la madurez de la planta, estos componentes disminuyen a 1.48 % cuando el gandul cumple los 120 días de corte (figura 4.4)

Herrera et al. (2008) al valorar forrajeras arbustivas, incluyeron el 5% de la harina de forraje de fréjol de palo (*Cajanus cajan*) en dietas para gallinas, identificando el 5.27% de extracto etéreo de este forraje procedente de las hojas, sin precisar la edad al corte, siendo superior a la harina de forraje de gandul de la planta entera en la presente investigación a los 90 y 120 días de corte.

En sí, en la presente investigación los forrajes presentan concentraciones de extracto etéreo similares a las dos edades de corte, por su misma naturaleza de tejidos verdes y la tendencia a su disminución siendo relativa se deriva también de la formación de tejidos de sostén, que es el producto de la mayor formación de lignina y celulosa conforme avanza la edad de la planta.

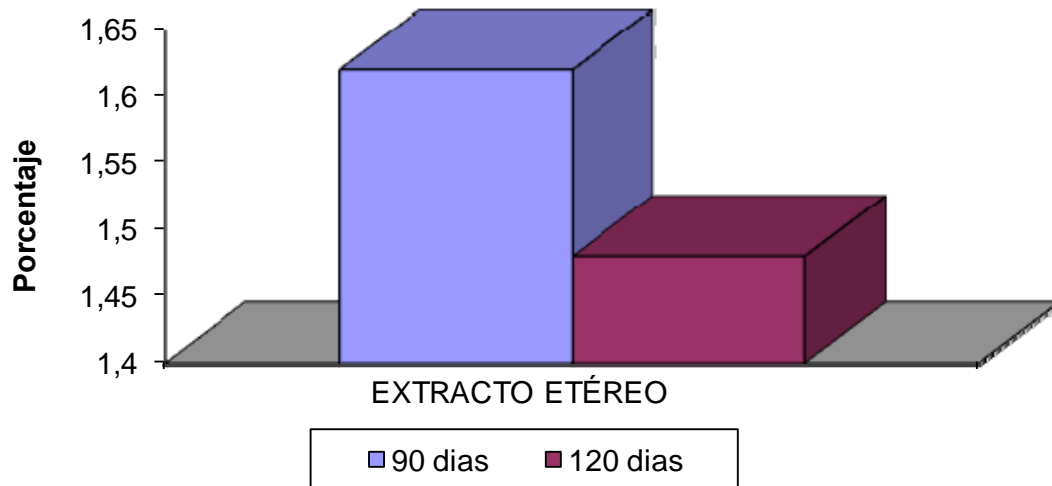


Figura 4.4 Contenido de extracto etéreo de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

4.1.1.5 Cenizas, %

La fracción de minerales totales en los que se incluyen los contenidos de sílice permite registrar un 7.58 % de cenizas para el gandul a los 90 días de edad de corte y como es lógico, conforme aumenta la edad a 120 días la lignificación de la planta semiarbustiva define importantes cantidades de tallo en su estructura vegetal en los que el sílice es parte de la formación de tejidos de sostén por lo que al parecer el 9.65% de cenizas que presente al gandul a esta edad, debe corresponder a una tendencia al incremento de minerales totales pero principalmente debido a la presencia de cenizas insolubles.

Padilla (2002) identificó 6.36 % de contenido de cenizas a los 90 días de edad de corte, aunque, este valor es inferior al de la presente investigación por una parte es relativo, si se considera que la fracción de minerales totales está íntimamente relacionada con la época de corte, la condición de lluvias en las inmediaciones del día de corte y probablemente oportunidad de fertilización orgánica e inorgánica, lo que hace que en la presente investigación se registren porcentajes de cenizas totales ligeramente superiores a los del estudio antes mencionado.

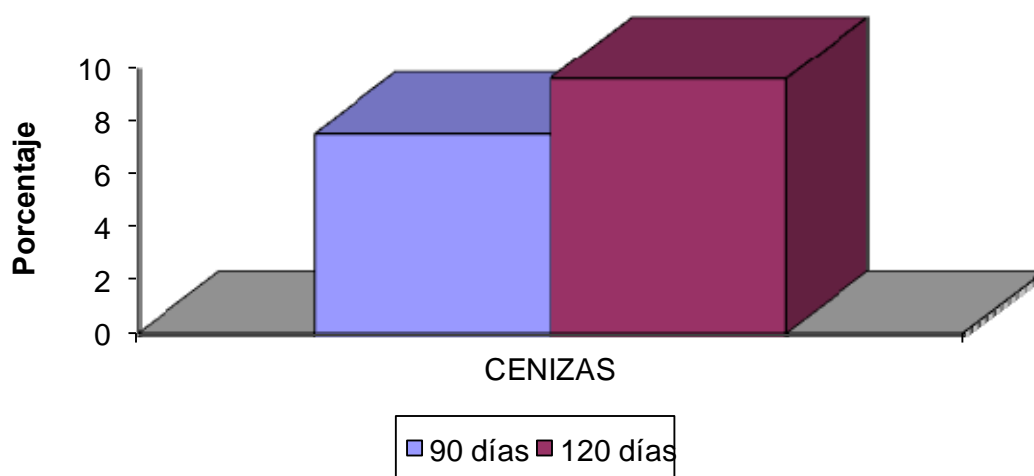


Figura 4.5 Contenido de cenizas de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

4.1.1.6 Extracto libre de nitrógeno, %

Si se considera que el ELN corresponde a la fracción que concentra el aporte nutricional que no contienen nitrógeno y que están relacionados con almidones y azúcares en consecuencia, el mayor aporte que el gandul hace a los 90 días es de 36.73% de estos compuestos no nitrogenados a diferencia de la concentración a los 120 días que corresponde al 31.94% deduciéndose que en 30 días de maduración de la planta el gandul pierde 4.79% de esta fracción, lo cual permite

anticipar así mismo, que habrá una influencia de la edad del gandul en la digestibilidad de la materia seca y materia orgánica que se citara más adelante.

Entonces es preciso considerar la variedad, el estado fenológico y la parte de la planta en la identificación real del aporte de ELN, pues si comparamos con el 55% de ELN requerido para el mantenimiento en un alimento para conejos según NRC (1977) esto equivale a que el forraje de gandul cortado a los 90 y 120 días de edad y hecho harina esté por debajo de los requerimientos en cuanto al nutriente antes mencionado.

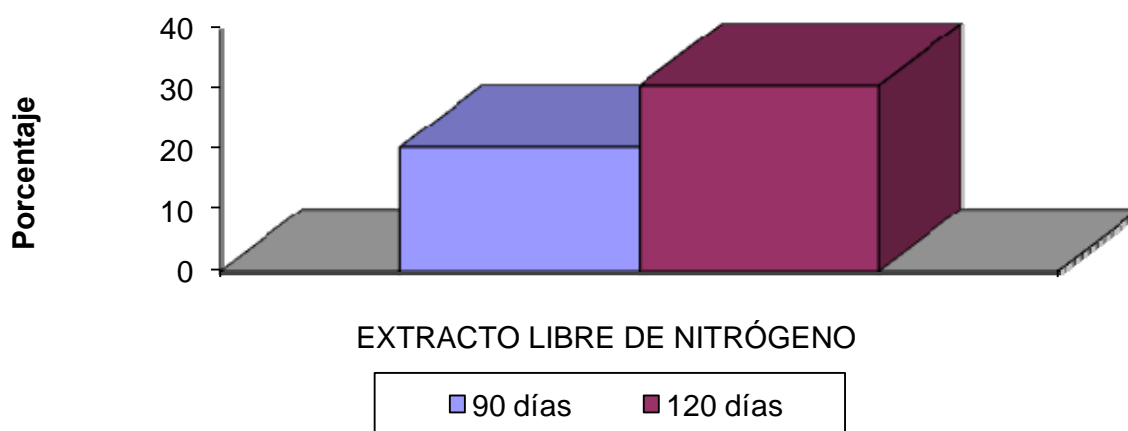


Figura 4.6 Contenido de ELN de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

4.1.1.7 Materia orgánica, %

De la misma manera que ocurre con los nutrientes descritos anteriormente, la fracción orgánica de la harina del gandul, siempre se manifiesta con mejor concentración como es obvio, en las muestras que fueron tomadas a los 90 días de corte (92.42 %), y al estar el contenido de materia orgánica ligado al porcentaje

de cenizas demuestra que la concentración de materiales directamente aprovechables, supera a los de los 120 días (90.35 %), siendo casi similar este aporte de materia orgánica al reportado por Herrera et al. (2008) quienes al emplear la harina de forraje de las hojas de gandul, obtuvieron el 90.66% de este nutriente, estando este aporte de materia orgánica por encima al de la morera (*Morus alba*) cuando al determinar el valor nutritivo de su follaje se identificó el 81.11% de este nutriente (Nieves, Terán, Silva, Araque, González y Uzcátegui ,2006), y a la vez similar al contenido de materia orgánica de uno de los árboles más extensamente cultivados en el mundo como es la leucaena (*Leucaena leucocephala*) a los 90 días de corte con un porcentaje del 92.50% (Martínez, 2002).

Esta identificación, hace que se pueda deducir que este componente dentro de la evaluación de la composición química, denote una buena calidad de la harina de gandul, (figura 4.7).

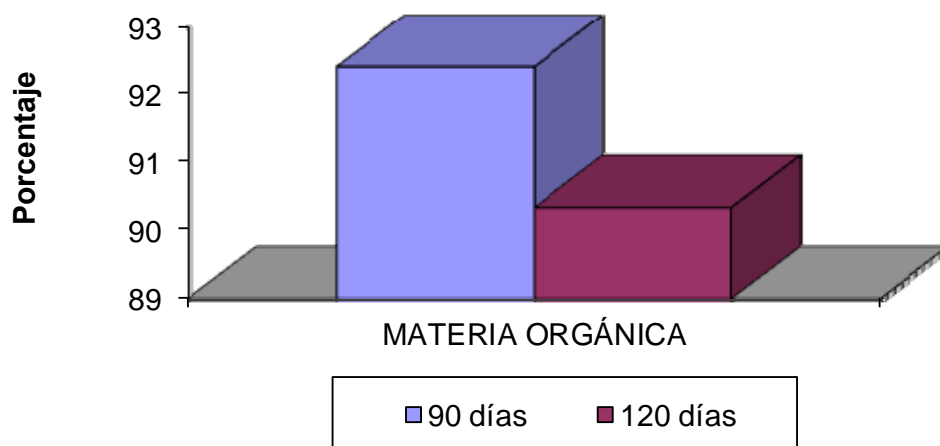


Figura 4.7 Contenido de materia orgánica de la harina de forraje de gandul cortado a 90 y 120 días de edad. Hacienda “Blanquita” Valencia.

4.1.2 Evaluación de la digestibilidad in vivo

4.1.2.1 Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la materia seca.

En la evaluación comparativa de 90 y 120 días de corte del gandul (TABLA 4.2.), no se registran diferencias significativas para el coeficiente de digestibilidad de la materia seca (CDMS) ($P > 0.6472$), correspondiendo un rango de aprovechamiento de este forraje del 83.51 a 84.63%, a estas edades de corte respectivamente, debiendo considerarse que la especie Cunicola, por su condición fisiológica de la presencia de ciego funcional y del fenómeno de coprofagia se logra un mayor aprovechamiento de los nutrientes presentes en la materia seca consumida; el aprovechamiento de 579.69 gramos ($P > 0.5926$) de materia seca (120 días) corresponden a la mayor fracción digerida por cada 1000 gramos de alimento consumido tal como ofrecido disponible por el conejo, en consecuencia frente a un consumo de 100 g de materia seca de gandul se esperaría que esta especie zootécnica aproveche, 84.63 gramos de materia seca.

Ly, Allen, Samkol y Castro (2008) reportaron los resultados de la evaluación de la calidad de suelo y animal (cerdos), utilizando follaje de *Cajanus cajan* con el 59 % de digestibilidad de la materia seca, mientras que las semillas (grano) alcanzan una digestibilidad de 80%. Lo anterior responde a la condición de la oferta de follaje verde y en el segundo caso el contenido de paredes celulares de los granos de gandul en tal como ofrecido va a mejorar notablemente su aprovechamiento por su condición de legumbre.

Las referencias reportadas por Ly et al. (2008) consideran una digestibilidad rectal de dietas con follaje arbóreo de gandul en cerdos en crecimiento de 76.8 %, cifra que se explica por la condición de monogástricos de los cerdos que trae como consecuencia una limitación en el aprovechamiento del gandul por la estructura de sus paredes celulares con altos contenidos de lignina y celulosa principalmente componentes de tejidos más resistentes que le sirven de sostén a esta especie arbustiva.

Resultados inferior a los de la presente investigación fueron obtenidos por Dihigo (2004) el cual al emplear alfalfa como fuente de alimento fibroso para conejos, en la determinación de digestibilidad de la materia seca in vitro obtuvo alrededor del 50% de aprovechamiento, utilizando el método clorhídrico-pepsina para simular la digestión estomacal del conejo.

González, Borrero y Quintero (1990) quienes al emplear heno de guandul como único alimento, determinaron la digestibilidad de la materia seca en conejos, reportando un valor del 69.06%, considerando los mencionados autores a tal resultado como bueno, cuya digestibilidad es inferior a la obtenida en el presente experimento con valores de 83.51 y 84.63% para las edades de corte del guandul a los 90 y 120 días respectivamente, al ser suministrado en forma de harina a los conejos, haciendo presumir que la buena digestibilidad de la MS en ambas edades de corte presentará un importante aprovechamiento nutritivo de los otros componentes de este alimento por esta especie.

TABLA 4.2 Evaluación de la digestibilidad del gandul (*Cajanus cajan*) a 90 y 120 días de edad de corte (ESPOCH. Riobamba 2012).

| Variable | 90 días | 120 días | Promedio | CV | Prob |
|---|----------|----------|----------|-------|--------|
| Consumo total, g MS | 423.72 | 446.69 | 435.21 | ---- | ---- |
| Coefficiente de digestibilidad de la materia seca, (%). | 83.51 | 84.63 | 84.07 | 4.87 | 0.6472 |
| Materia seca digestible, (g/kg). | 562.51 | 579.69 | 571.09 | 9.42 | 0.5926 |
| Coefficiente de digestibilidad de la materia orgánica, (%). | 83.46 | 84.20 | 83.83 | 4.92 | 0.7636 |
| Materia orgánica digestible, (g/kg). | 771.39 | 760.78 | 766.08 | 4.96 | 0.6387 |
| Coefficiente de digestibilidad de la proteína cruda, (%). | 89.20 | 88.62 | 88.91 | 3.38 | 0.7409 |
| Proteína cruda digestible, (g/kg). | 146.74 b | 129.29 a | 138.01 | 3.48 | 0.0001 |
| Coefficiente de digestibilidad de la fibra cruda, (%). | 78.18 | 81.87 | 80.02 | 6.78 | 0.2658 |
| Fibra cruda digestible, (g/kg). | 295.10 b | 346.63 a | 320.36 | 6.51 | 0.0014 |
| Coefficiente de digestibilidad de extracto etéreo, (%). | 65.13 | 63.18 | 64.15 | 12.22 | 0.6751 |
| Extracto etéreo digestible, (g/kg). | 10.55 | 9.35 | 9.95 | 12.39 | 0.1223 |

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <P <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

TABLA 4.3 Evaluación del ELN, NDT y ED del gandul (*Cajanus cajan*) a 90 y 120 días de edad de corte (ESPOCH. Riobamba 2012).

| Variable | 90 días | 120 días | Promedio | CV | Prob |
|---|----------|----------|----------|------|--------|
| Extracto libre de nitrógeno digestible, (g/kg). | 319.99 a | 275.61 b | 297.80 | 4.08 | 0.0001 |
| Nutrientes digestibles totales (%). | 78.46 | 77.26 | 77.86 | 5.06 | 0.6097 |
| Energía digestible Kcal/kgMS | 3500.80 | 3386.90 | 3443.86 | 5.08 | 0.2862 |

Prob >0,05 No existen *Diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA*

Prob <0,05 *Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA*

Prob <0,01 *Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA*

4.1.2.2 Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la materia orgánica (g/kg).

En base a las mismas consideraciones que se sustentó el análisis de los resultados de la materia seca (TABLA 4.2.), respecto al consumo total y también a un equivalente en g/kg; la materia orgánica denota un rango de aprovechamiento de 83.46 a 84.20% (CDMO) ($P > 0.7636$) para 90 y 120 días de corte en su orden cuando la prueba considera al gandul, secado y molido como alimento de prueba.

Considerando el aprovechamiento del forraje en tal como ofrecido la digestibilidad de la materia orgánica precisa una disminución de aprovechamiento al avanzar la edad de corte de 90 a 120 días. Mientras la planta es más joven, el forraje de gandul permite 771.39 g/kgMS de aprovechamiento de la materia orgánica en base seca y al evaluar el corte de 120 días la materia orgánica digestible disminuye a 760.68 g/Kg de materia seca consumida, aunque no se registran diferencias estadísticamente significativas entre las dos edades.

Cuando Ly et al. (2008) evaluaron dietas en cerdos con presencia de follajes arbóreos como la leucaena, el pasto mar pacífico y específicamente con gandul, identificaron una digestibilidad rectal de la materia orgánica inferior que va de 74.4 a 78.6% (gandul).

Nieves et al. (2002) quienes evaluaron la digestibilidad in vivo de nutrientes de dietas en forma de harina en conejos con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* (10, 20, 30, y 40% de inclusión en la dieta basal), reportaron valores de digestibilidad de la materia orgánica de 70.21; 65.23; 64.75 y 58.87% respectivamente para los niveles de inclusión antes citados, siendo tales resultados de aprovechamiento de este nutriente inferiores a los de la presente investigación cuando se empleó harina de forraje de gandul cortado a los 90 y 120 días de edad (83.46 y 84.20% en su orden) y suministrado a los conejos, e igual bajos aprovechamientos de materia orgánica los obtuvieron Nieves et al. (2006)

al determinar la digestibilidad del follaje de morera en conejos, reportando el 63.94% para este nutriente, evidenciando una asimilación de los nutrientes de la materia orgánica en mayor medida por la harina de forraje de gandul, característica de este alimento que permite predecir un buen aprovechamiento por esta especie, para los componentes de la materia orgánica.

4.1.2.3 Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la proteína cruda (g/kg).

Aunque la caracterización de la digestibilidad rectal (colecta total de heces) de todos los componentes nutricionales del pasto gandul son importantes, cuando nos referimos al coeficiente de digestibilidad de proteína cruda (CDPC), resalta la trascendente importancia de la concentración y digestibilidad de los compuestos nitrogenados constituyentes de la proteína con mayor oportunidad para el forraje secado y molido proveniente de los 90 días de corte y con un equivalente de 89.20% de digestibilidad, cuyas diferencias aleatorias ($P > 0.7409$) identifican a las muestras de 120 días con un coeficiente del 88.62%.

Dadas las características relacionadas con la oferta de materia seca el equivalente de la proteína cruda digestible persiste en la ventaja del aprovechamiento del gandul a los 90 días de corte, lo que junto a la mayor concentración de proteína (nitrógeno), permite el aprovechamiento de 146.74 gramos de proteína digestible por cada 1000 gramos de materia seca consumida, lo que no ocurre con los 129.29 gramos aprovechados de nitrógeno que se redujo a los 120 días de corte, considerando además que a esta edad la proteína disminuyó y se incrementó la fibra. Para esta relación las diferencias son altamente significativas entre las dos edades de aprovechamiento del pasto gandul ($P < 0.0001$).

Nieves et al. (2002) utilizando distintos niveles de *Leucaena leucocephala* a la dieta basal de conejos Nueva Zelanda de 45 días de edad, llegaron a comprobar que la DMS, DMO y DPC fueron más altas (76.41; 81.75 y 77.51 %) cuando los

conejos recibieron la dieta basal solamente y hubo menor ($P < 0.05$) digestibilidad de las fracciones evaluadas en las dietas que contenían leucaena. En la presente investigación, la digestibilidad de la MS y de la MO, nunca bajaron de 83 %, mientras que la DPC estuvo por el orden del 88 % como se verá más adelante.

González et al. (1990) utilizaron heno de guandul y determinaron la digestibilidad de la proteína cruda en conejos, obteniendo el 78.8 % de aprovechamiento para este nutriente, siendo inferior a la digestibilidad reportada para este nutriente en la presente experimento, con valores de 89.20 y 88.91%, a los 90 y 120 días de corte del forraje del gandul, y que posiblemente la preparación del alimento, o su composición química hayan influido para tal mejora de los presentes resultados.

Ly et al. (2008) utilizando cerdos para la determinación de la digestibilidad rectal del pasto gandul para el nitrógeno está en la referencia de 74.2% y cuando probaron otros pastos arbóreos como la leucaena, registraron 76.2% de digestibilidad de los componentes nitrogenados, referencias que permiten sintetizar la gran oportunidad que ofrece el pasto gandul tanto para el aprovechamiento de los 90 como de los 120 días registrado en el presente experimento; las condiciones de esta arbustiva superan notablemente a las registradas en la anterior investigación y de igual forma a los reportados por Nieves et al. (2006) quienes al determinar la digestibilidad de la morera en conejos identificó hasta el 74.54% de aprovechamiento para la proteína cruda y coincidiendo también con los 136g/kgMS de proteína digestible, evidenciando que, al igual que otros nutrientes del gandul presentan un valor nutritivo considerable, con buenos resultados como fuente de proteína vegetal.

4.1.2.4 Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad de la fibra cruda (g/kg).

Sin obviar la información de oferta de materia seca total para 90 y 120 días de corte se resalta el coeficiente de digestibilidad de fibra cruda (CDFC) con un valor más alto para las muestras de 120 días de edad (81.87%), sin diferencias significativas con el coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda del pasto gandul

a los 90 días de corte (78.18%); considerando que la concentración de fibra es más alto conforme aumenta la edad del pasto, y traducido por una mayor disponibilidad de fibra en la oferta total.

Resultará importante entonces traducir las diferencias altamente significativas ($P < 0.0014$), que se registra para la fibra cruda digestible, cuando a los 90 días el gandul es aprovechado por cada kg de materia seca consumida en 295.10 gramos de fibra cruda digestible, mientras a los 120 días su aprovechamiento es de 346.63 gramos (TABLA 4.2).

Al comparar con los registros de Ly et al. (2008) y tomando en cuenta que la investigación consistió en una oferta a cerdos de la planta sin procesamiento (TCO), su aprovechamiento es limitado a 36.5% para el gandul y 38.0 % para leucaena, confirmando el bajo aprovechamiento obtenido por Macías y Ly (1999), citado por Ly 2004 quien al evaluar dietas con niveles de harina de follaje de gandul (0, 10 y 20%) en cerdos en crecimiento reportó porcentajes de digestibilidad total de MS, MO y FC, y al referirse al nivel más elevado de inclusión (20%) obtuvo el 79.6, 81.3 y 29.8% de aprovechamiento para los nutrientes antes mencionados, resultados que fueron deducidos cuya condición fisiológica de organismos monogástricos definidos solo les permite el aprovechamiento de la fibra presente en el follaje y con menos tendencia de consumo de ramas y tallos, lo que no ocurre con el organismo de los conejos cuyo ciego funcional y la actividad cecotrófica, permiten desenvolver una actividad roedora (a pesar de su condición herbívora), que aprovecha las cortezas de ramas tallos de manera agresiva que conlleva a incrementar la capacidad de aprovechamiento de la fibra cruda disponible.

La tendencia del aumento en el aprovechamiento de la fibra cruda por el conejo al incrementarse el porcentaje de este nutriente con la edad de corte de 90 a 120 días del gandul, tiene una ligera similitud al comportamiento de los conejos cuando en la evaluación de la digestibilidad del follaje de morera presentó incrementos del aprovechamiento de fibra cruda a medida que el porcentaje de la misma en la dieta experimental se incrementó con la inclusión de esta leguminosa

del 30% al 100% con valores promedios de digestibilidad de 41.99% y 67.90% respectivamente (Nieves et al., 2006).

Según el aporte y digestibilidad de la fibra cruda obtenidos por la harina del forraje de esta leguminosa hace posible su recomendación en dietas de conejos.

4.1.2.5 Coeficiente de digestibilidad (%) y digestibilidad del extracto etéreo (g/kg).

Como una referencia eminentemente complementaria se incluye en la (TABLA 4.2) se afirmarí que el coeficiente de digestibilidad del Extracto etéreo, no supera el 65.13% (CDEE) ($P > 0.6751$) a los 90 días de corte y como es lógico ante la madurez de la planta la casi imperceptible concentración de grasa sigue disminuyendo y esta condición define un porcentaje de digestibilidad de este nutriente en 63.18%; referencias que traducidas a la habilidad fisiológica de aprovechamiento, en las muestras de 90 días se alcanzan un extracto etéreo digestible de 10.55 g/kg de la materia seca consumida, siendo superior a los 9.35 gramos a aprovechables a los 120 días de corte del gandul sin que estas diferencias numéricas marquen diferencias estadísticas entre sus medias.

En el alimento en estudio, su bajo aporte y aprovechamiento de extracto etéreo, que generalmente reciben el nombre de grasas cuando son sólidos a temperatura ambiente y aceites cuando son líquidos, no lo convierten en un producto rico en este nutriente, pero que según Fernández (1995), la adición de lípidos empleados en la alimentación animal independientemente de su origen (animal y vegetal) mejora la concentración energética de una dieta fibrosa para conejos, con la ventaja de tipo nutritivo que serían la mejora en la absorción de vitaminas liposolubles y el aporte extra de ácidos grasos esenciales, que a decir de Casado, Biglias, Moya y Cervera (2005) afirman que cuando se modifica el tipo de grasa (animal y vegetal) en la dieta para conejos no se ve afectada de forma significativa la digestibilidad de la mayor parte de los constituyentes de la dieta, que en su estudio además de las fuentes energéticas incluyó heno de alfalfa en la formulación, con una inclusión de 250 g/kgMS, obteniendo valores de

digestibilidad para este nutriente entre 62.3 y 68.7%, ligeramente superior al aprovechamiento obtenido por la harina de forraje de gandul como único alimento del presente estudio, y como referencia aunque de lejana cronología- cabe mencionar el criterio de Jarrín (1992) que considera a los pastos en general que no representan en sus tejidos significativas concentraciones de grasa y que su determinación tanto como la estimación de las características de digestibilidad, resultan poco aproximadas si se considera que los componentes etéreos resumen hasta los arrastres de los pigmentos y vitaminas liposolubles que concentradas aun de esta manera parecería que corresponde al reducido porcentaje de grasa presente en los pastos.

Pudiéndose recurrir a fuentes energéticas, independientemente de su origen para que complementen las necesidades de grasa que demanda esta especie y que utilizando la harina de forraje de gandul en la dieta es insuficiente.

4.1.2.6 Extracto libre de nitrógeno digestible (g/kg).

Al evaluar el aprovechamiento de este nutriente y expresado en gramos por kilogramo de materia seca consumida, se reporta una significativa disminución del extracto libre de nitrógeno, conforme aumenta la edad del gandul, con diferencias estadísticas altamente significativa al nivel $P < 0.0001$, a 90 días de corte se obtiene una mejor concentración de este nutriente (319,99 g/kg), observándose a los 120 días de aprovechamiento de este nutriente una disminución a 275,61 gramos por kilogramo de materia seca consumida (TABLA 4.3), mostrando un gran aprovechamiento energético por esta especie animal de este nutriente (carbohidratos digestibles), a los 90 días de la edad de corte del gandul, cuando es cortado su forraje (hojas mas tallo), secado, molido y suministrado al conejo como único alimento de prueba.

4.1.2.7 Nutrientes digestibles totales, %

Los nutrientes digestibles totales (NDT) que según Guevara (2008) para efecto de cálculo consiste en la sumatoria de los nutrientes digestibles parciales

(proteína cruda digestible, extracto etéreo digestible, fibra cruda digestible y extracto libre de nitrógeno digestible), sin considerar la ceniza por ser material inorgánico; en la evaluación de las dos edades de corte de esta planta forrajera arbustiva como es el gandul de la presente investigación, observándose en la TABLA 4.3, que no presentó diferencia significativa ($P>0.6097$) en el análisis de los Nutrientes digestibles totales, identificándose concentraciones de 78.46 % para el gandul cortado a los 90 días de edad y de 77.26% a la edad de 120 días de corte.

Los resultados obtenidos en el presente estudio de NDT es una medida aproximada de la digestibilidad del gandul; que según Mora (2007) un mayor valor de NDT teóricamente indicará un mayor valor nutritivo para dicho alimento, siendo los forrajes los alimentos que más varían en su digestibilidad disminuyendo gradualmente según su estado de madurez; concordando con el comportamiento observado del gandul en la presente investigación presentando valores de NDT ligeramente inferiores al aumentar la edad de corte de la planta de 90 a 120 días de edad.

4.1.2.8 Energía digestible, Kcal/kgMS

Los valores obtenidos de energía digestible (ED) del gandul en las dos edades de corte evaluadas, mantiene la misma tendencia que demostraron los NDT, para definir un aporte de ED de 3500.80 kcal/kgMS, cuando la planta arbustiva se cortó a los 90 días de edad, mientras que al aumentar los días al corte (120 días) su capacidad de aporte de ED, disminuye a 3386.90 kcal/kgMS, sin presentar diferencia significativa ($P>0.2862$) entre sus medias como puede observarse en los resultados que se reportan en el Cuadro 4.3, evidenciando un atractivo aporte energético para los conejos, de esta leguminosa arbustiva siendo superior al obtenido por importantes leguminosas tropicales como la morera de hasta 2830kcal/ kgMS de ED (Nieves et al., 2006).

Según Mora (2007) las cifras de digestibilidad que se emplean son altamente cuestionables por las limitaciones del análisis proximal, pudiéndose considerar

como menciona el mismo autor que la ED y el NDT de un alimento son equivalentes, siendo interconvertida la ED a NDT considerando 4.4 Kcal de ED por gramo de NDT.

Estando los valores encontrados de energía digestible de la harina de forraje de gandul (HFG) a las dos edades de corte cubriendo los requerimientos del conejo como se evidencia en la TABLA 2.9, se constituye así esta materia prima apropiada para ser incluida en la alimentación para conejos.

4.2 Respuesta productiva (biológica) de conejos Neozelandeses

4.2.1 Efecto de la edad de corte del gandul, días

4.2.1.1 Pesos y ganancias de peso, kg

La investigación se inicia con pesos de 0.703 kg., para el grupo de conejos que se sometieron a dietas con gandul cortado a los 90 días, secado y molido, y sin diferencias significativas con los pesos iniciales de 0.738 kg para las unidades experimentales relacionadas con la presencia de gandul cortado a los 120 días de edad .

Al finalizar el ensayo los conejos registraron pesos de 1.91 a 1.89 kg., (90 y 120 días de corte respectivamente), manteniéndose diferencias casuales entre las medias de los dos grupos; para dar como consecuencia una ganancia de peso de 1.22 a 1.15 kg., denotando de esta manera que la utilización de gandul a los 90 días de corte permite tener relativos mejoramientos de peso y ganancia de peso, aunque las diferencias se ratifican como no significativas ($P>0.1613$; $P>0.8095$; $P>0.5121$) en su orden para peso inicial peso final y ganancia de peso (Probabilidad TABLA 4.4)

Quintero (1993) utilizando conejos destetos de 30 días de edad de la raza Nueva Zelanda blancos, probó dietas con follaje de gandul, suplementados con sorgo durante la fase de ceba, iniciándose el ensayo con pesos de 460g., para lograr al

finalizar el engorde 1.09kg., lo cual demuestra que el aprovechamiento del gandul precisa la utilización de una dieta completa que garantice el aporte nutricional completo; pues, la oferta de solo gandul con sorgo no es suficiente para garantizar un consumo suficiente que cubra los requerimientos nutricionales del conejo. Por esta razón en el presente estudio los pesos son superiores a los del ensayo realizado por (Quintero, 1993).

La ganancia de peso, por consecuencia resulta restringida para el experimento realizado por Quintero (1993) al identificar 11.3 g., de ganancia diaria. El mismo autor en el estudio comparó con un grupo testigo a base de balanceado completo, registrando 23 g., diarios de ganancia de peso en los conejos sometidos a este ensayo. Esta referencia concuerda cercanamente con las ganancias de peso diarias de los dos grupos de 90 y 120 días al identificar 27 y 26 g., correspondientemente de ganancia de peso diaria. (TABLA 4.4).

Dihigo, Savón, Forte y Martínez (2004) identificaron pesos finales de hasta 2.61 kg en conejos alimentados con una dieta a la que se le añadió el 20 % de harina de follaje de mucuna y las ganancias de peso fueron de 38.7 g/día, en conejos de los 60 a los 95 días de edad. En el presente experimento, se registraron 1.22 kg a 90 días del gandul y 1.15 kg cuando se utilizó harina de gandul a 120 días de edad, en 45 días de prueba con conejos de 45 días de edad, es decir que diariamente se registraron ganancias diarias de 27 y 25 gramos/día, cabe señalar que el gandul es una especie arbustiva de leguminosa que por su constitución, presenta una importante cantidad de ramas, que puede hacerle menos aprovechable para convertirlo en carne.

González et al. (1990) aunque de lejana cronología pero no menos importante, con conejos de la raza Nueva Zelanda blanco, destetados a los 35 días, emplearon heno de guandul para reemplazar el concentrado comercial, iniciándose el ensayo con pesos de 733.3 a 791.6 gramos, y culminando la etapa de engorde con ganancias finales de pesos de 1103.34 hasta 1458.3 gramos de promedios, traduciéndose a incrementos diarios de entre 13.86 y 33.74 gramos de peso, observándose un leve incremento en ganancia de peso final a las

reportadas en la presente investigación que fue de 1.15 a 1.22 kg a los 120 y 90 días de corte del gandul respectivamente, estando a la vez las ganancias diarias de peso de la presente investigación (25 a 27 gramos/día) en el rango obtenidas por el anterior ensayo citado, siendo preciso indicar que en aquel experimento sí se indicó los niveles de inclusión los cuales serán considerados más adelante, pero no se expuso la composición química del gandul ni las circunstancias agronómicas consideradas de esta arbustiva.

4.2.1.2 Consumo de alimento (kgMS) y conversión alimenticia.

La oferta diaria de materia seca equivalente a 90 g permitió un consumo total de 3.64 kgMS en los conejos del grupo de 90 días de corte, sin diferencias significativas ($P>0.8143$), respecto al consumo total de 3.70 kgMS, que demostraron los conejos del grupo 120 días de corte (TABLA 4.4).

Los resultados obtenidos por Quintero (1993) definen un consumo de 2.925 kgMS total los mismos que relacionados con la ganancia de peso total deducen una conversión de 4.68; es decir, que para lograr un kilo de ganancia de peso total, el conejo debe ingerir 4.68 kgMS, lo que comparativamente con los resultados del presente ensayo se produce una tendencia de un incremento en el requerimiento de materia seca por kg de ganancia de peso aproximadamente en un 38.05 % que podría representar una mejora atractiva de la productividad que se ha logrado con el presente ensayo.

González et al. (1990) empleando conejos de la raza Nueva Zelanda blanco, destetados a los 35 días, y heno de gandul como reemplazo en el concentrado comercial registraron consumos de materia seca entre 93.9 y 131.3 g/día, obteniendo así valores de conversión alimenticia entre 3.23 y 6.35, y comparando con los registrados en el presente experimento al utilizar harina de forraje de gandul en la dieta, se observa un bajo consumo de materia seca en el presente experimento, que traducidos a las mismas unidades fueron 80 a 82 g/día para el gandul cortado a los 90 y 120 días respectivamente, que posiblemente esté influenciado en un mayor aporte de energía de las dietas del presente ensayo,

destacándose además que con la inclusión de la harina de forraje de gandul se necesitó menos consumo de materia seca para lograr un incremento de 1 kg de peso, reportándose conversiones entre 3.39 y 3.68 al tomar como referencia las dos edades de corte estudiadas.

Comparativamente con la producción de carne de conejo que ensayaron Palma y Hurtado (2010) probando balanceado comercial más niveles de mango permitieron superar los resultados obtenidos en el presente estudio al registrar 2.41 de conversión alimenticia; eficiencia que obedece al aporte nutricional del balanceado mas la concentración de carbohidratos de fácil digestión, minerales y vitaminas que aportó el mango, lo que marca una diferencia de desventaja en el presente experimento al utilizar gandul que representa a un forraje arbustivo con baja digestibilidad.

Por su parte, Dihigo et al. (2004) argumentan que se debe convertir en prioridad para la ciencia la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias para ser incluidas en la alimentación de conejos, así como su valoración nutritiva, permitiendo el uso de estas fuentes en una forma más eficientes por el cunicultor.

Los resultados en esta variable contrastan con las conversiones que identificaron Dihigo et al.(2004) quienes las conversiones alimenticias registradas van desde 2.45 con la dieta basal, a 2.80 cuando se incluyó el 30 % de harina de follaje de mucuna y se presentan dos aspectos que resaltar: el primero relacionado con la mejor calidad del follaje de mucuna, por definir conversiones mucho más eficientes y la segunda que al utilizar en la alimentación de conejos, materiales que no son tradicionales, los valores de productividad van disminuyendo progresivamente en forma inversamente proporcional.

Como consecuencia del comportamiento en relación a la ganancia de peso en el presente estudio, se observa que hay una mejor oportunidad de aprovechamiento del gandul cortado a los 90 días secado y molido e integrado a la dieta completa que permitió el registro de una conversión equivalente a 3.39 mientras en el grupo de 120 días de corte del gandul las conversiones desmejoran relativamente a 3.68

por lo que mientras más tempranamente se aproveche este forraje arbóreo se va a garantizar un mejor rendimiento en la ganancia de peso de los animales.

4.2.1.3 Peso (kg) y rendimiento a la canal (%).

Constituyendo la canal como el componente principal de producción de carne que excluye cabeza, patas, vísceras y pelo (quinto cuarto), se obtienen canales de 0.94 kg para el grupo de gandul cortado a los 90 días y que equivale al 49.21 % de rendimiento a la canal, mientras que con gandul a 120 días de corte, el rendimiento baja a 47.09 % (TABLA 4.4), valores inferiores a los reportados tanto por González et al. (1990) los cuales al utilizar heno de gandul como reemplazo en el concentrado comercial de dietas para conejos bajo niveles altos de inclusión, reportaron rendimientos a la canal de entre 48.2 a 55.4%, y a los publicados por Espejo, Sánchez y Nouel et al. (2000) quienes estudiaron el efecto de la sustitución de alimento balanceado comercial por bloques multinutricionales a base de soya(BMS) y quinchoncho o gandul(BMQ) ofrecidos *ad libitum* a conejos, concluyendo los autores que el rendimiento a la canal fue mejor con el bloque multinutricional a base de quinchoncho (BMQ: 61.92 y BMS: 60.89% respectivamente), dejando evidente tendencia en el presente experimento a desmejorar esta variable, conforme aumenta la edad de corte de este forraje arbustivo, condición que limita el aprovechamiento de la materia orgánica, por sus características de forraje grosero.

4.2.2 Efecto del nivel del gandul en la dieta, %

4.2.2.1 Pesos y ganancias de peso, kg

La utilización del gandul en la alimentación de los conejos que iniciaron la prueba con pesos de 0.72 ± 0.031 kg, sin diferencias $P > 0.364$ entre las medias de las medias de niveles de gandul, para al finalizar el ensayo, registrar efectos beneficiosos de pesos finales que denotan que a medida que se incrementa el nivel de gandul cortado y molido a la dieta de los conejos, los pesos finales tienden a mejorar hasta el nivel 21 %, aunque sin diferencias significativas.

Como se muestra en los resultados del TABLA 4.5 así, cuando se alimentó conejos sin gandul en la formulación de dietas, se llegó a pesos finales de 1.84kg, pero cuando se utilizó gandul al 7 % dentro de la formulación, las unidades experimentales llegaron a pesos finales de 1.93 kg, lo cual demuestra el grado de mejoramiento de los pesos finales a los 90 días de edad de los animales y esta tendencia se mantiene relativamente hasta el nivel de 21 % de gandul, al observar que los pesos de los conejos llegan al final de la prueba a 1.96 kg. Es de resaltar el registro de los pesos finales del grupo de conejos con 14 % de gandul, que por alguna razón de carácter fisiológica, ajena al gandul, provocaron pesos finales menores a los esperados dentro de la tendencia que se anotó en la descripción anterior.

González et al. (1990) quienes al emplear niveles de heno de guandul de 25, 50 y 75%, para reemplazar el concentrado comercial en dietas de conejos de engorde, reportaron los mayores pesos al final del experimento para el tratamiento al 25% de inclusión del heno, con valores promedios de 2191.6 gramos, seguido del tratamiento testigo y de los tratamientos con el 50 y 75% de inclusión, con valores de 2116.6; 1991.66; 1870.0 gramos respectivamente, con una tendencia a disminuir con el incremento del 50 al 75% de inclusión, dejando en evidencia que los pesos finales obtenidos con la inclusión de harina de forraje de gandul a su máximo nivel de inclusión (21%) para la presente investigación (1.96 kg) mejora esta variable del comportamiento biológico.

Las ganancias de peso por tanto, se derivan como de rendimiento positivo cuando se utiliza gandul cortado, molido y adicionado a la dieta para conejos, al registrar incrementos ponderados de mejor respuesta en ganancia de peso en todos grupos de conejos que recibieron los niveles de gandul, por lo que se puede asegurar que recurrir a la adición de gandul en la formulación de las dietas para conejos en crecimiento-engorde, se llega a mejorar esta variable de ganancia de peso y al parecer la calidad de la fibra del forraje arbustivo, no representa limitación para el organismo del conejo, que en aprovechamiento de su condición anátomo-fisiológica por la presencia de ciego funcional, podría estar permitiendo un buen aprovechamiento de la fibra y sus paredes celulares.

TABLA 4.4 Evaluación del comportamiento productivo de conejos bajo el efecto de la utilización de gandul cortado, secado y molido a diferentes edades de corte (ESPOCH. Riobamba 2012).

| Variable | Edad de corte, días | | Promedio | D.E. | Prob |
|-----------------------------|---------------------|--------|----------|-------|--------|
| | 90 | 120 | | | |
| Peso Inicial, (kg). | 0.702 | 0.738 | 0.72 | 0025 | 0.1613 |
| Peso Final, (kg). | 1.91 | 1.89 | 1.90 | 0.014 | 0.8095 |
| Ganancia de peso, (kg). | 1.22 | 1.15 | 1.18 | 0.049 | 0.5121 |
| Ganancia de peso día, (kg). | 0.027 | 0.025 | 0.026 | 0.001 | 0.5121 |
| Consumo de alimento, (kg). | 3.64 | 3.70 | 3.67 | 0.042 | 0.8143 |
| Conversión alimenticia | 3.39 | 3.68 | 3.53 | 0.205 | 0.2823 |
| Peso a la canal, (kg). | 0.94 a | 0.89 b | 0.91 | 0.035 | 0.0001 |
| Rendimiento a la canal,(%) | 49.21 | 47.09 | 47.89 | 1.499 | ---- |

Pob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

TABLA 4.5 Evaluación del comportamiento productivo de conejos bajo el efecto de la utilización de diferentes niveles de gandum cortado, secado y molido (ESPOCH. Riobamba 2012).

| Variable | Nivel de Gandul, % | | | | Promedio | D.E. | Prob |
|-----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|----------|-------|--------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | | | |
| Peso Inicial, (kg). | 0.71 | 0.69 | 0.71 | 0.75 | 0.72 | 0.031 | 0.364 |
| Peso Final, (kg). | 1.84 | 1.93 | 1.86 | 1.96 | 1.90 | 0.051 | 0.8349 |
| Ganancia de peso, (kg). | 1.125 | 1.23 | 1.17 | 1.20 | 1.18 | 0.030 | 0.8751 |
| Ganancia de peso día, (kg). | 0.025 | 0.027 | 0.026 | 0.026 | 1.18 | 0.004 | 0.8751 |
| Consumo de alimento, (kg). | 3.63 | 3.61 | 3.45 | 3.98 | 3.67 | 0.272 | 0.4321 |
| Conversión alimenticia | 3.59 | 3.35 | 3.42 | 3.78 | 3.53 | 0.231 | 0.6500 |
| Peso a la canal, (kg). | 0.86 b | 0.94 a | 0.92 a | 0.94 a | 0.91 | 0.040 | 0.001 |
| Rendimiento a la canal, (%) | 46.74 | 48.70 | 49.46 | 47.96 | 47.89 | 2.848 | '---- |

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

De otro lado, hay que resaltar que los niveles aplicados en el experimento, aparentemente no fueron complejos para el aprovechamiento de las unidades experimentales, puesto que las diferencias no fueron significativas ($P > 0.8751$).

4.2.2.2 Consumo de alimento (kg MS) y conversión alimenticia.

Como se manifestó en la descripción de los resultados por efecto de la edad de corte, con el manejo de 100 g de balanceado con distintos niveles de gandul, se condujo a un registro de consumo de 3.67 kg de MS consumida, con una aparente tendencia a incrementar los consumos, conforme se adiciona más porcentaje de gandul a la formulación de las dietas. En la TABLA 4.5, veremos que con 7 % de gandul, el consumo es de 3.61 kg MS, mientras que con el 21 % este comportamiento denota un incremento en la avidez de consumo, al llegar a deglutir 3.98 kg MS, comportamiento que denota que el nivel de gandul, no fue un impedimento para que el conejo tienda a consumir más frente al incremento del nivel de gandul y que el aporte nutricional de las dietas, aún con el incremento de la fibra ofertada, no limitó su consumo.

Esta tendencia de aumento del consumo de materia seca frente al incremento del nivel de gandul en la dieta, no reportaron González et al. (1990) quienes registraron una reducción del consumo de materia seca conforme el nivel de remplazo de guandul en la dieta se incrementaba, obteniendo valores de 131.3; 109.8; y 93.9 gramos de materia seca consumida para los niveles de heno de 25, 50 y 75% respectivamente, pudiéndose considerar la posibilidad que niveles máximos a partir del 21% de inclusión en la dieta puedan deprimir la ingesta de materia seca, siendo necesario respaldar tal aseveración con el correspondiente estudio.

Como consecuencia de los resultados del presente experimento, se deduce una capacidad para incrementar un equivalente de ganancia de peso de un kilogramo,

con mayor eficiencia en la condición de dietas con el 7 y con 14 % de gandul, cortado, molido y adicionado a la dieta de conejos, sus conversiones demuestran lo aseverado, al reportar resultados de 3.35 y 3.42 de conversión alimenticia, desmejorándose a 3.59, cuando el nivel de gandul se incrementó a 21 %, tendencia similar a la reportada por González et al. (1990) que identificaron desmejoras en la conversión alimenticia conforme incrementa el nivel de gandul en la dieta de conejos al 25, 50 y 75%, con valores de conversión alimenticia de 3.35; 3.42; y 3.78 respectivamente. El testigo sin gandul en el presente estudio, reporta una conversión de 3.59, sin que las diferencias sean estadísticamente significativas entre las medias de tratamientos ($P>0.05$).

4.2.2.3 Peso (kg) y rendimiento a la canal, %

Por los resultados de peso a la canal, que se consignan en la TABLA 4.5, se llega a determinar que con diferencias significativas ($P<0,001$), la canal que está constituida sin la cabeza, patas, pelo ni vísceras (Quinto Cuarto), llega a un resultado que parte de 0.86 kg (dietas con gandul 0 %), pasando por 0,94 kg para los ejemplares que consumieron dietas con el 7 a 21% de gandul. Estos resultados definen que la presencia de gandul en la alimentación de conejos permite mantener respuestas superiores en peso a la canal comparados con los pesos del tratamiento estándar sin gandul en la dieta.

En general, cuando los conejos consumieron dietas sin gandul (Testigo), se dedujo un rendimiento del 46.74 %, para registrar 48.70 a 49.46 % cuando se sometió la alimentación con 7 y con 14 % de gandul cortado, molido e integrado a la dieta formulada como los mejores tratamientos para esta variable.

Sin superar el 49.46% del rendimiento a la canal de los ejemplares en el presente estudio, fueron a la vez inferiores a los obtenidos por González et al. (1990) quienes al evaluar niveles de 25, 50 y 75% de heno de gandul en el reemplazo de concentrado comercial, registraron rendimientos a la canal más altos a medida que el nivel de reemplazo de heno de gandul reducía obteniendo el 54.7% de esta variable como el mejor rendimiento para el 25% de inclusión.

Los equivalentes porcentuales expresados en el rendimiento a la canal, dejan entrever que los pesos del quinto cuarto, probablemente influyeron en la manifestación de esta variable, por cuanto los resultados definen en forma aparente que conforme aumenta el nivel de gandul, los pesos del quinto cuarto, representan menor merma de peso e influyeron en la manifestación del rendimiento a la canal. No cabe duda que la precisión de los cortes para excluir cabezas podrían haber influido en los valores diferenciales que definieron en más o en menos el peso de la canal y los contenidos de los componentes viscerales, entre los que la materia por digerir y las excretas, en unos ejemplares fueron mayores que en otros, cuando en forma visual se observó, lo que en definitiva influyó en la apreciación de los pesos y rendimientos a la canal.

4.2.3 Evaluación de la interacción (niveles x edad)

4.2.3.1 Pesos y ganancias de peso, kg

Los conejos se sometieron a un régimen de alimentación que incluyó en sus dietas gandul cortado, secado y molido en diferentes niveles que fueron integrados a la formulación, llegando a los 45 días de ensayo, a demostrar un comportamiento productivo de pesos finales que no denotaron diferencias significativas al nivel $P > 0.0743$, lo que representa a que la adición de gandul hasta el 21 %, no afectó al desenvolvimiento de los conejos, que presentaron pesos de 1.86 ± 0.22 kg, aunque deben citarse los mejores pesos que lograron los ejemplares de la combinación de gandul a 90 días de aprovechamiento con 2.07 kg con el 14% de inclusión y 120 días de corte con el 7 % de inclusión (figura 4.8).

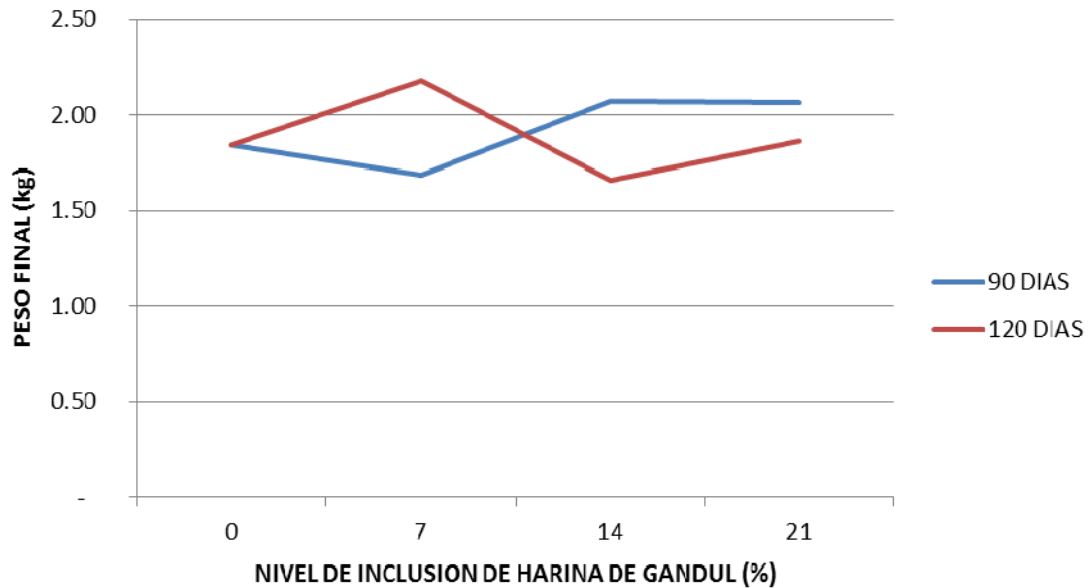


Figura 4.8 Peso final (kg) por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012).

Dando así como resultado ganancias de peso que presentaron diferencias $P < 0.077$ y con valores que se mantienen como los mejores y que oscilan entre 1.38 kg a los 90 días de corte y 1.44 kg, cuando el gandul fue cortado a los 120 días de corte frente a 1.03 kg de ganancia de peso de los conejos del 7 % a 90 días de corte. La oportunidad de aprovechamiento de este forraje tosco está demostrando cuando más edad se registró en la planta arbustiva.

De manera general, se advierte que la ganancia de peso de los conejos que recibieron 14 y 21 % de harina de gandul en la dieta, tiende a disminuir con forme aumenta en edad la planta de 90 a 120 días, lo que no ocurre con las ganancias de peso de 0 y de 7 % de gandul en la alimentación de los conejos neozelandeses, como se aprecia en la figura 4.9, .de la interacción.

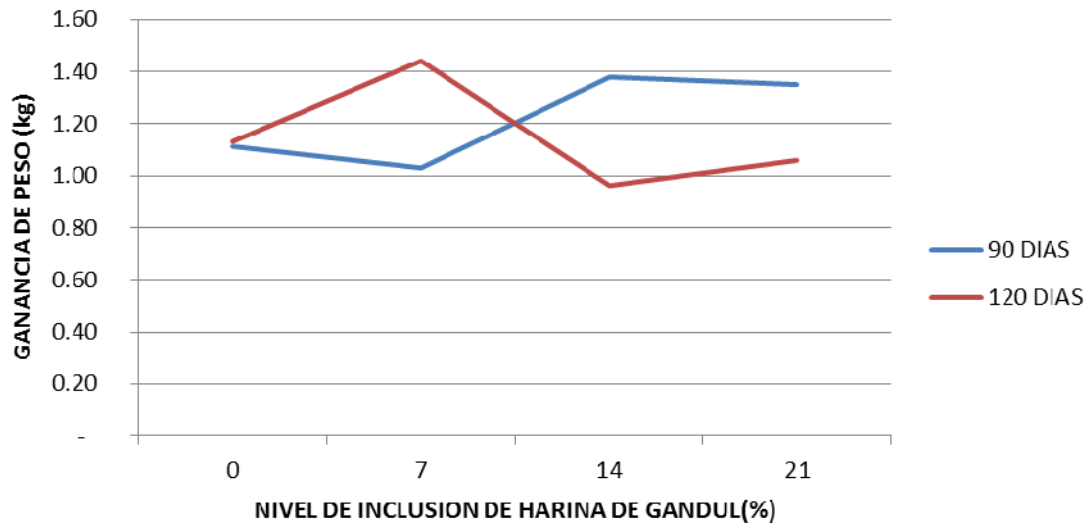


Figura 4.9 Ganancia de peso (kg) por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012).

Esto tiene una explicación importante si se considera que mientras aumenta el tiempo de corte, al mismo tiempo de que el conejo tiende a aprovechar las cortezas de los tallos que aparentemente denotan una condición interesante de gustosidad o palatabilidad por la demostración de su consumo, también fue aprovechando el corte tierno que se produce en las partes bajas de la planta y en los nacimientos de las ramas, en las que se verificaron renuevos de hojas que al ser integradas en el material molido, representó a un aporte nutricional que redundó en la ganancia de peso registrada.

Lo que surge como importante es que a mayor edad, el nivel de inclusión del material procesado de gandul de 120 días, disminuye a la posibilidad de utilización del 7 % en la dieta ofertada, mientras que con el molido de gandul a 90 días de corte, permite una utilización incremental de hasta el 14 y 21 %, como se puede observar en los resultados reportados en la TABLA 4.6.

No hay referencias de autores que confirmen este comportamiento, pero vale la pena considerar en futuras investigaciones, evaluar la calidad nutritiva del gandul en las diferentes partes de la planta arbustiva, siempre en función de la edad de corte, situación que permitiría reconocer lo que se está aseverando en el resultado del presente ensayo experimental.

4.2.3.2 Consumo de MS y conversión alimenticia (kg).

El consumo de 3.99 ± 0.30 kg de MS que se observa del comportamiento animal, demuestra que a 90 y 120 días de corte del *Cajanus cajan*, no es una limitante para su consumo, lo que en interacción con los niveles de inclusión en la formulación, se define un consumo total de materia seca que va desde 3.29 kg con gandul de 120 días, a 3.99 kg cuando este material fue obtenido del procesamiento de la planta arbustiva a 120 días de edad (TABLA 4.6).

Este comportamiento tiene mucha relación con la condición fisiológica del conejo que conjuntamente a tener en su aparato digestivo un ciego funcional muy aparente para el aprovechamiento de forrajes groseros o duros, la excreción nocturna que caracteriza la coprofagia, se asume, que permite un aprovechamiento de reutilización de la materia fecal.

Por lo que se puede deducir, al interaccionar la edad con los niveles de gandul, no se produce un efecto significativo ($P > .7088$), que determine una influencia apreciable en los cambios de consumo de materia seca y esto es obvio al considerar que en el manejo de la alimentación se proporcionó una misma ración a cada unidad experimental y ante un aumento en la edad del gandul, relativamente hay un incremento en el consumo para los niveles 14 y 21 %, mientras que para 0 y 7 % la variación se presenta en disminución frente al aumento de la edad del gandul. En cualquier caso los consumos como se reportaron anteriormente, son relativamente similares (figura 4.10)

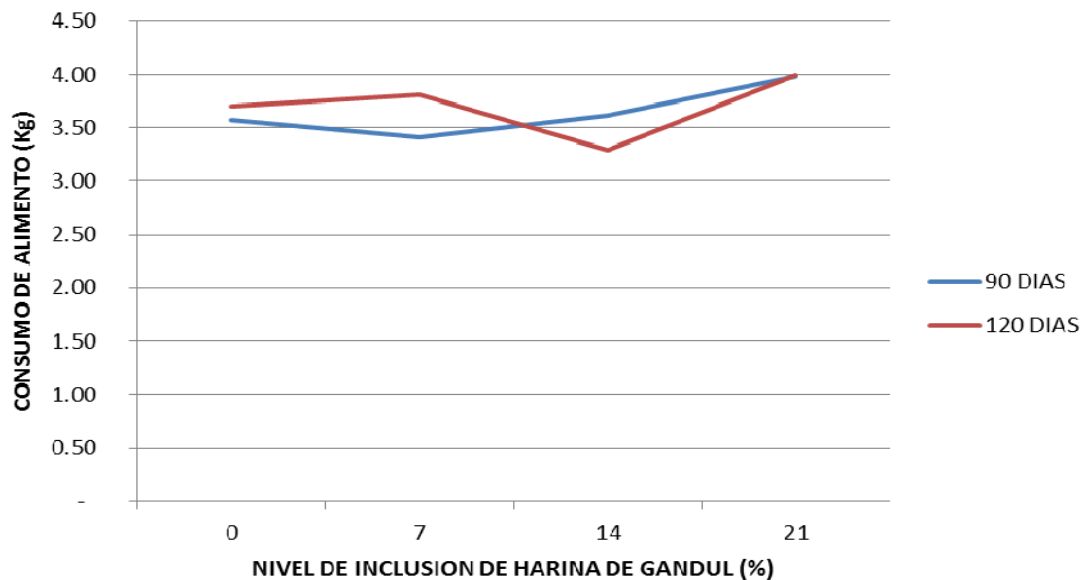
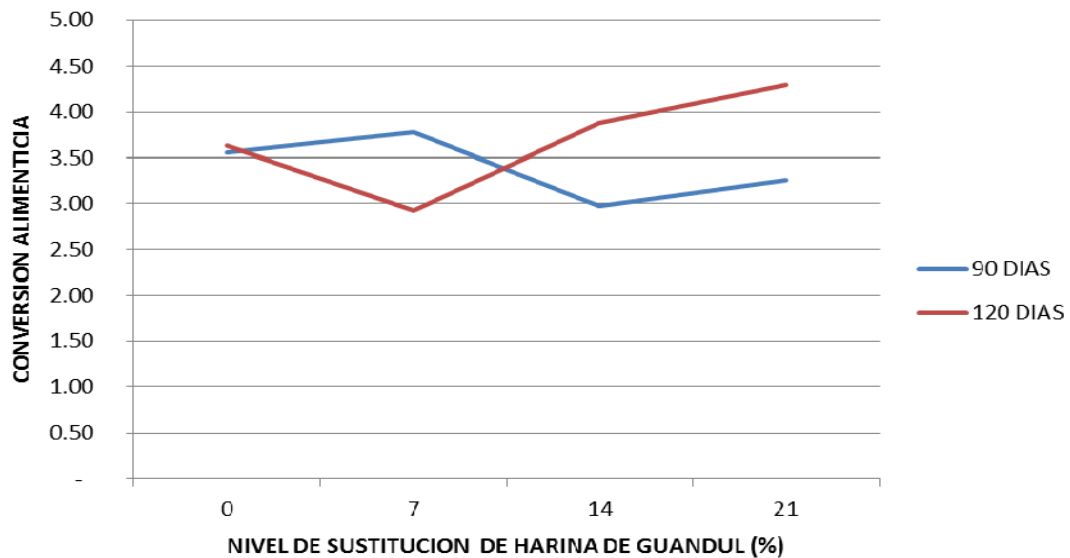


Figura 4.10 Consumo total de MS (kg) por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (ESPOCH. Riobamba 2012).

De la relación entre el consumo de materia seca y la ganancia de peso total, se deduce la demanda del conejo hasta finalizar el ensayo, para lograr un equivalente de ganancia de peso. Dicho de otra manera, los conejos que consumieron raciones de alimento con la inclusión del 14 % de gandul a 90 días de corte y los que fueron alimentados con el 7 % de este material de gandul a los 120 días, fueron los que requirieron de 2.97 y 2.93 kg de materia seca para lograr un kilogramo de ganancia de peso, cifras que presentaron diferencias eminentemente casuales ($P > 0,096$), entre las medias de conversión alimenticia de las demás combinaciones de edad de corte x niveles de gandul.

En el grupo de unidades experimentales que estuvieron bajo la influencia de la utilización de gandul a 120 días de edad, se puede advertir que conforme aumenta el nivel de utilización en la dieta, se denota un desmejoramiento de la eficiencia de conversión del alimento en ganancia de peso (TABLA 4.6.).

Posiblemente con la disminución relativa del consumo total de materia seca, se derivó una mejor conversión para los ejemplares que consumieron dietas sin gandul y la de 7 % de este material de prueba, pero en términos generales, al aumentar la edad del gandul los conejos de estos niveles citados anteriormente,



tienden a incrementar la conversión alimenticia, como se observa en la ilustración de la figura 4.11.

Figura 4.11 Conversión alimenticia por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012)

TABLA 4.6 Evaluación del comportamiento productivo de conejos bajo el efecto de la utilización de diferentes niveles de gandul cortado, secado y molido a diferentes edades y con distintos niveles de utilización en la dieta (ESPOCH. Riobamba 2012).

| Variable | 90 días | | | | 120 días | | | | Promedio | CV | D.E | Prob |
|-----------------------------|---------|--------|-------|-------------------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|------|--------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 0 | 7 | 14 | 21 | | | | |
| Peso Inicial, (kg). | 0.73 | 0.65 | 0.71 | 0.71 | 0.70 | 0.74 | 0.70 | 0.80 | 0.72 | 6.51 | 0.07 | 0.2304 |
| Peso Final, (kg). | 1.84 | 1.685 | 2.07 | 2.065 | 1.84 | 2.18 | 1.66 | 1.86 | 1.90 | 11.06 | 0.22 | 0.0743 |
| Ganancia de peso, (kg). | 1.11 | 1.03 | 1.38 | 1.35 | 1.13 | 1.44 | 0.96 | 1.06 | 1.18 | 17.22 | 0.21 | 0.0770 |
| Consumo de alimento, (kg). | 3.57 | 3.41 | 3.62 | 3.98 | 3.7 | 3.81 | 3.29 | 3.99 | 3.67 | 12.05 | 0.30 | 0.7088 |
| Conversión alimenticia | 3.56 | 3.78 | 2.97 | 3.26 | 3.63 | 2.93 | 3.88 | 4.30 | 3.53 | 14.27 | 0.57 | 0.0960 |
| Peso a la canal, (kg). | 0.89a | 0.82 b | 1.00a | 0.99 ^a | 0.83b | 1.01a | 0.84b | 0.88b | 0.92 | 2.11 | 0.08 | 0.0001 |
| Rendimiento a la canal, (%) | 48.37 | 48.66 | 48.55 | 47.94 | 44.99 | 46.22 | 46.85 | 45.58 | 47.15 | 3.05 | 1.44 | ---- |
| Mortalidad, No | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | ---- | ---- | ---- | ---- |

Prob >0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob <0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

4.2.3.3 Peso (kg) y rendimiento a la canal, %.

Con una variabilidad del 2.11 % expresada en el coeficiente de variación del peso a la canal, se mantiene la homogeneidad de los datos en la interacción de la edad y el nivel del gandul y como se describió esta variable en cada factor por separado, la canal de conejos se expresa en pesos de menor rango estadístico, a las canales de conejos de las combinaciones (edad corte x nivel), 90-7 (0.82 kg); 120-0 (0.83 kg); 120-14 (0.84 kg) y 120-21 (0.88 kg), con diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$) respecto a las respuestas en esta variable de las combinaciones restantes, entre las que se destacan los niveles de 14 y 21 % de gandul cortado a 90 días (1.0 y 0.99 kg, respectivamente) y los ejemplares de 7 % con gandul de 120 días de corte (1.01 kg).

Con un efecto significativo ($P < .0001$), se reconoce que los pesos a la canal experimentaron un mejoramiento en los niveles 14 y 21 %, cuando el gandul fue cortado a menor edad. Esto no ocurrió con los conejos de los niveles 0 y 7%, en los que los pesos a la canal no tuvieron interacción significativa (figura 4.12).

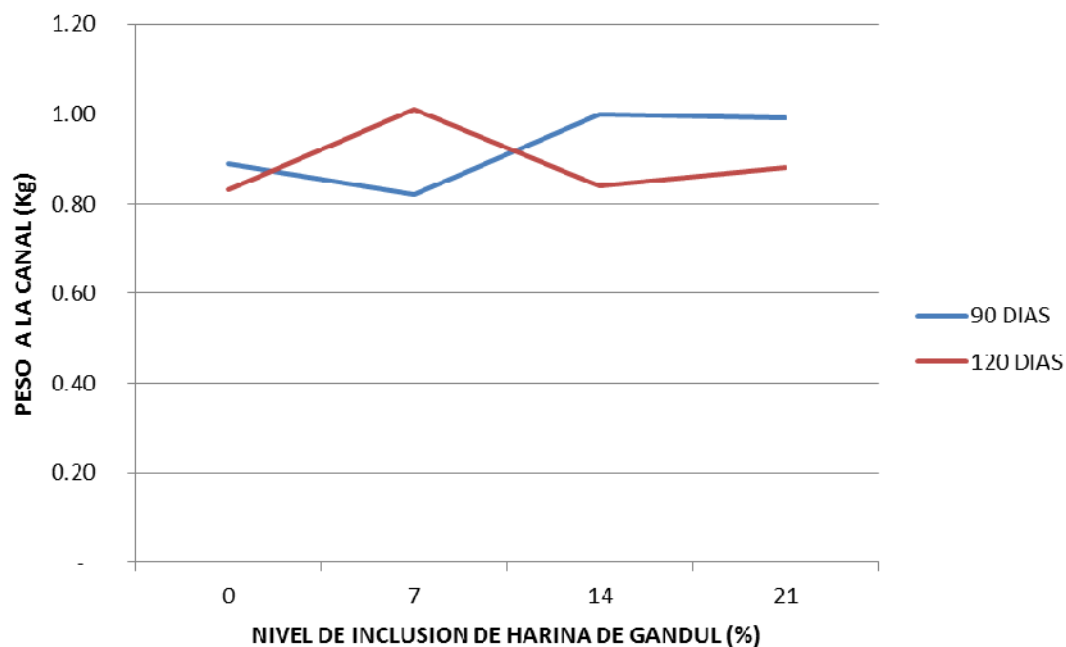


Figura 4.12 Peso a la canal (kg) por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012).

La relación de este peso de la canal con el peso final y multiplicado por 100, permite identificar a rendimientos que están representados por $\bar{X} \pm S$ equivalente a $47.15 \pm 1.44 \%$.

Para esta variable, la figura 4.13, demuestra que cuando la edad de corte aumenta de 90 a 120 días, los rendimientos a la canal, desmejoraron para todos los niveles de inclusión de harina de forraje de gandul, destacándose el nivel del 7% de inclusión de harina como el que proporcionó el mejor rendimiento a la canal (48.66%) a los 90 días de corte del gandul.

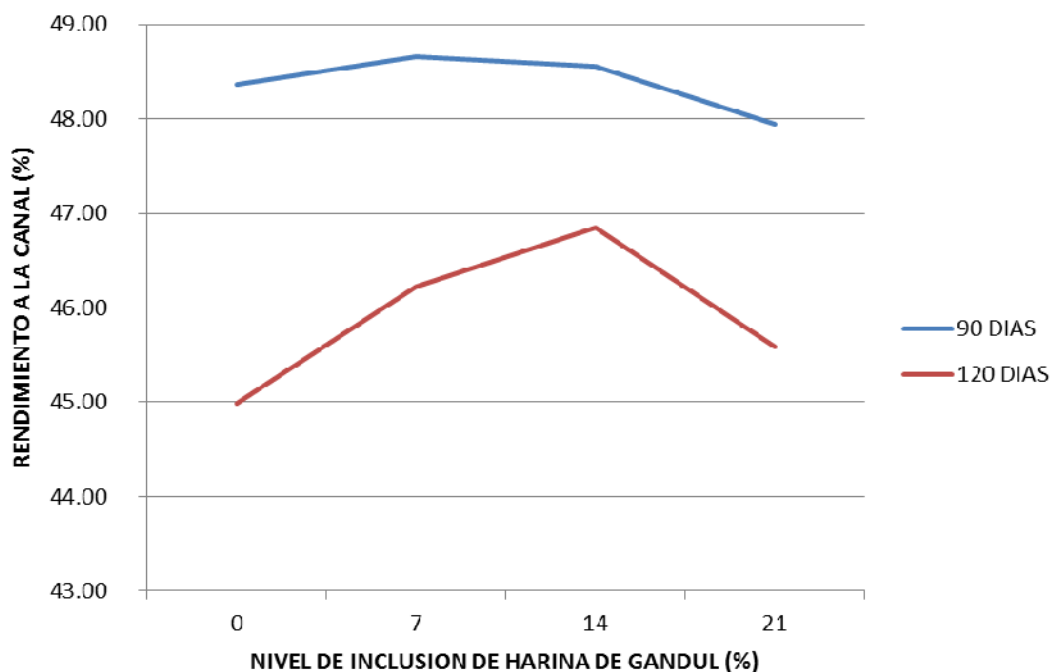


Figura 4.13 Rendimiento a la canal (%) por efecto de la edad del gandul (días) y el nivel de inclusión en la dieta (%) (ESPOCH. Riobamba 2012).

4.2.4 Mortalidad, n°

Es importante citar el registro de mortalidad de un ejemplar del nivel 7% de gandul cortado a 90 días de corte y que clínicamente demostró un estado de diarrea aguda y muerte por anorexia, causa que no pudiera atribuirse a la prueba ya que las demás unidades experimentales no tuvieron ningún síntoma de esta patología

o disturbio entérico y todos los ejemplares concluyeron la experimentación con un estado clínico satisfactorio.

4.2.5 Determinación de los niveles óptimos biológico y económico de la harina de forraje de gandul.

En la actualidad se ha hecho un reto para el cunicultor identificar la mejor propuesta tecnológica que satisfaga su necesidad económica (óptimo económico) y propósito productivo requerido (óptimo biológico), es así que mediante la aplicación del análisis de regresión se obtuvieron los niveles óptimos de harina de forraje de gandul a los 90 y 120 días de corte e incluidos en las dietas de conejos neozelandés en la fase de crecimiento y engorde.

Para la característica productiva evaluada (rendimiento a la canal) el nivel óptimo biológico de harina de forraje de gandul para cada edad de corte evaluada (90 y 120 días) fue del 8.7 y 15% respectivamente (figuras 4.14 y 4.15 -), pudiéndose observar en estas figuras que a los niveles antes indicados se maximiza el rendimiento a la canal de los conejos.

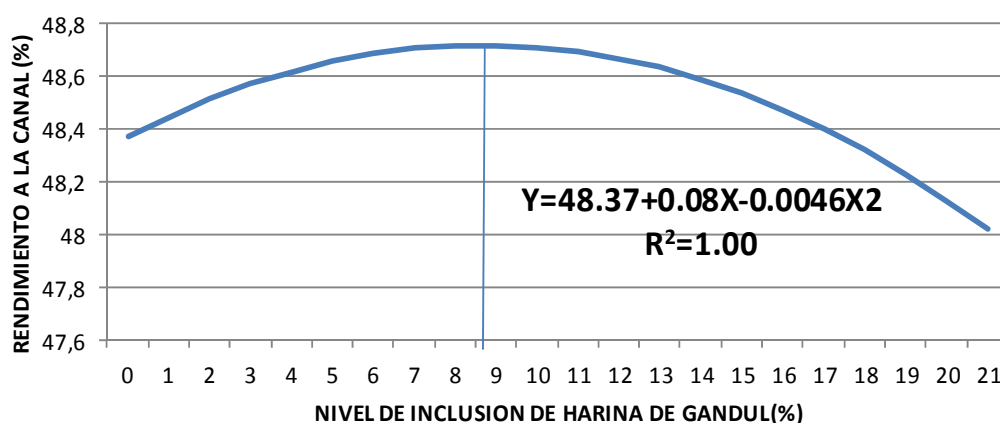


Figura 4.14 Determinación del óptimo biológico de los niveles de inclusión de harina de gandul (%) obtenido a los 90 días, con respecto al rendimiento a la canal (%).

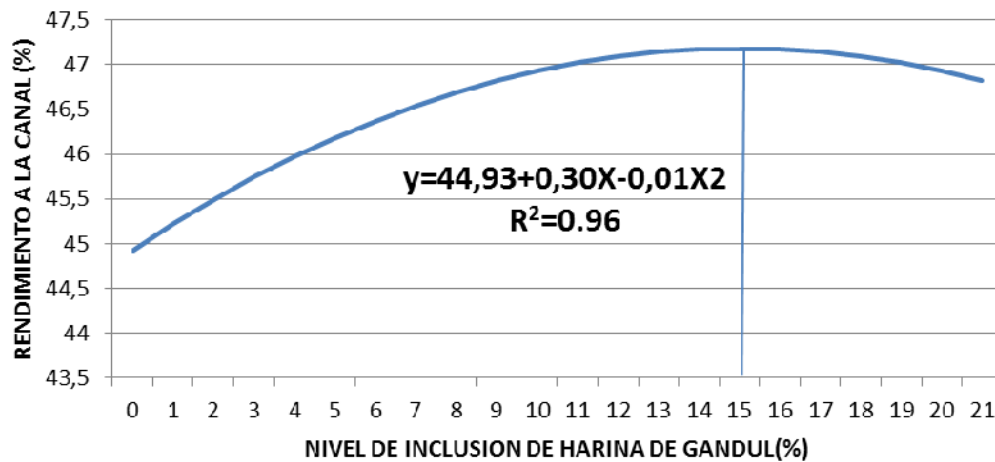


Figura 4.15 Determinación del óptimo biológico de los niveles de inclusión de harina de gandul (%) obtenido a los 120 días, con respecto al rendimiento a la canal (%).

Desde el aspecto económico los niveles de inclusión de harina de forraje de gandul con los que se identificó los máximos beneficios (óptimo económico) en base a datos claves como el precio/kg de la harina de este forraje y el precio/kg de la carne de conejo fueron del 3.91 y 13.35% para los 90 y 120 días de corte respectivamente.

La presente evaluación del comportamiento biológico y económico servirá de apoyo al cunicultor en la toma de decisiones apropiadas y que no solo los aspectos técnicos productivos sean considerados, sino que para maximizar sus ganancias los aspectos económicos son de igual importantes, estando en la presente investigación los niveles óptimo económico por debajo de los niveles que presentaron las mejores respuestas biológicas, concordando con la afirmación que "Podrían eventualmente coincidir, pero el óptimo económico nunca está por encima del óptimo técnico" (Lanfrano y Helguera ,2006, p.1).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De los resultados analizados se pueden advertir las siguientes conclusiones:

1. Conforme cambia la edad de corte del *Cajanus cajan* entre 90 y 120 días, disminuye la humedad, proteína cruda, extracto etéreo, materia orgánica y extracto libre de nitrógeno, pero se incrementa la fibra cruda en un 11.15%.
2. Las medias de los Coeficientes de Digestibilidad de los nutrientes de la harina de forraje de gandul (*Cajanus cajan*) presentaron similar comportamiento entre las dos edades de corte, mientras que la evaluación entre las medias de los nutrientes digestibles reflejaron para la proteína cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno diferencias estadísticas.
3. La edad de corte del gandul que presenta el más alto aprovechamiento de la energía digestible y de los NDT del gandul es a los 90 días de edad, con un comportamiento similar en promedio a la otra edad de corte en estudio (3443.86 kcal/kgMS y 77.86%), respectivamente.
4. El aporte y la digestibilidad de los nutrientes estudiados confirman que la harina de forraje de gandul a 90 y 120 días de corte, es apropiada su uso en dietas para conejos.
5. El comportamiento biológico de los conejos fue similar cuando se utilizó en la dieta la harina de forraje de gandul cortado a ambas edades.
6. La inclusión de harina de forraje de gandul a los 90 y 120 días de edad de corte en dietas para conejos no afectó las variables de peso, ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia.

7. Al cortar el gandul a 90 y 120 días de edad e incluirlo en la dieta de conejos neozelandeses en forma de harina bajo diferentes niveles, permite una variación estadística altamente significativa ($P < 0,0001$) en el peso a la canal de esta especie.
8. En peso a la canal de conejos se registró interacción significativa, que permitió que los niveles de inclusión de harina de gandul de 14 y 21 %, definan las respuestas más satisfactorias cuando el gandul fue cortado a menor edad.
9. Durante el desarrollo de la investigación no se presentó mortalidad por efecto de la edad y niveles de gandul y los conejos finalizaron la experimentación con apariencia y estado sanitario satisfactorios.
10. La optimización del rendimiento a la canal (óptimo biológico) a los 90 y 120 días de corte del gandul se la obtuvo con los niveles de inclusión de la harina de este forraje en el alimento de conejo a un 8.7 y 15% respectivamente.
11. Los niveles económicamente óptimos (óptimo económico) de inclusión de harina de este forraje en el alimento de conejos para los 90 y 120 días de corte fueron del 3.91 y 13.35% en su orden.

5.2 Recomendaciones

En base a las conclusiones que se resumieron anteriormente, se arriban a las siguientes recomendaciones:

1. Emplear Harina de forraje de gandul en la alimentación de conejos, el mismo que puede ser cortado en ambas edades, por su digestibilidad (NDT) y contribución en energía digestible.
2. Investigar la evolución del valor nutritivo del *Cajanus cajan* a edades superiores de corte y evaluando por separado los componentes de tallos, ramas, hojas, vainas y su calidad en paredes celulares, ya que en el presente trabajo se utilizó toda la parte verde (hojas más tallos).
3. Investigar la utilización de este forraje arbustivo para alimentación de otras especies zotécnicas con habilidad para el ramoneo con fines de aprovechamiento y abaratamiento de la producción por ser una especie arbustiva con importante aporte nutricional.
4. Realizar otras investigaciones con diferentes épocas de corte para poder tener una mayor cantidad de información la cual nos permitirá realizar ecuaciones que pueda predecir el comportamiento y aporte nutricional de esta leguminosa cuando las épocas de corte varíen.
5. Utilizar las referencias de la presente investigación, con fines de optimización en la utilización del gandul, con precisión y garantía en la formulación de dietas para conejos Nueva Zelandia.
6. Emplear la harina de forraje de gandul a los 90 días de corte, en un 3.91% de nivel de inclusión en la dieta para conejos neozelandeses, maximizando así las ganancias económicas del productor (óptimo económico).

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, J. (2008). *Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes*. Recuperado el 20 de mayo de 2013, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1502/1/17T0874.pdf>

Amador, M y Rojas, B. (2002). *Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días) sobre la cantidad y calidad de biomasa producida por el frijol Gandul (Cajanus cajan (L.) Millps), en suelo franco arenoso zona seca de Managua*. Recuperado el 15 de junio de 2013, de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01a481.pdf>

Buñay, J. (2010). *Validación del método cenizas ácido insoluble para determinar digestibilidad en alimento balanceado frente al método de recolección total*. Recuperado el 18 de junio de 2013, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/723/1/56T00241.pdf>

Casado, C., Biglias, S., Moya, V. y Cervera, C. (2005). *Efecto del tipo y nivel de oxidación de la grasa empleada en el pienso sobre su digestibilidad en conejos de cebo*. Recuperado el 15 de mayo 2013, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2877189>

Censo Nacional Agropecuario del Ecuador (2002). *Resultados Nacionales y Provinciales del III Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado el 21 de marzo de 2013, de http://www.magap.gob.ec/sinagap/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=236

Dihigo, L., Savón, L., Forte, C. y Martínez, M. (2004). *Efecto de la sustitución de la alfalfa por niveles de harina de follaje de mucuna (Stizolobium niveum) en*

dietas para conejos en crecimiento ceba. *Revista computarizada de producción porcina*, volumen 12 (numero 3), 200-203.

Dihigo, L. (2004). Efecto de la fuente de alimentos fibrosos para conejos y el tiempo de incubación en la digestibilidad de la materia seca in vitro. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, (38), 185-188.

Espejo, M., Sánchez, R. y Nouel, G. (2000). *Bloques nutricionales en la alimentación de conejos en crecimiento. II. Ganancia de peso vivo, conversión alimenticia, rendimiento en canal y costos por alimentación. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos*. Recuperado el 17 de mayo de 2013, de http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/memorias/ponencias_53-73.pdf

Estación Experimental Pichilingue. (2011). Reportes Agrometeorológicos. Quevedo, Ecuador.

Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales –Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2011). Riobamba, Ecuador.

FAO. (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Recuperado el 17 de mayo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s22.htm#TopOfPage>

Fernández, C. (1995). Efecto de la incorporación de grasa en piensos fibrosos sobre la utilización digestiva de la dieta, crecimiento y calidad de la canal de conejos en cebo. Tesis Univ. Politécnica de Madrid, 104 p.

- García, W y Rodríguez, J. (2005). *Evaluación de tres niveles de harina de gandul (Cajanus cajan) como alternativas de proteína en dietas en las fases de crecimiento y acabado de cerdos confinados*. Recuperado el 11 de marzo de 2013, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2349/1/4692.pdf>
- Gecele, P. (2010). *Fisiología digestiva del conejo adulto*. Universidad de Chile, Volumen 8 (Número 2), (1986). Recuperado el 11 de marzo de 2013, de <http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4876/4762>
- González, J., Borrero, G. y Quintero, V. (1990). *Evaluación de tres niveles de reemplazo del concentrado comercial por guandul (Cajanus cajan L.) en conejos de ceba*. Acta agron. Vol. (1-2) 196-200- 1990 http://www.revista.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15463/16233
- Guevara, P. (2002). *Técnicas de Análisis de Laboratorio para alimentos de consumo animal*. 1ra edición. Riobamba, Ecuador.
- Guevara, P. (2006). *Resúmenes de Clase Bromatología*. Esc.Ing.Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
- Guevara, P. (2008). *Introducción y aspectos generales de la valoración de alimentos*. Módulo Maestría en Producción Animal, Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador, 113p
- Herrera, M., Cabezas, R., Barcia, M. y Toaquiza, I. (2008). *Alimentación de gallinas de campo mestizas con harina de morera, matarratón y gandul*. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Recuperado el 12 febrero de 2013, de http://www.uteq.edu.ec/u_investigacion/uict/pdf/gallinas.pdf

- Higuera, A., Ferrer, O., Boscán, D., Canelón, A. y Montiel, M. (2001). Efecto de la altura y el tiempo de corte sobre el contenido mineral de hojas y tallos de tres variedades de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) millsp. Con fines de alimentación animal. *Revista FCV-LUZ*, Vol. XI (número 6), 491-500
- Jarrin, A. (1992). Composición química de los alimentos Zootécnicos Ecuatorianos. Normas para la formulación de dietas. Editorial Cobos.
- Lanfrano, B y Helguera, L. (2006). Optimo técnico y económico. *Revista INIAP*, N° 8, 1-5. Recuperado el 28 de noviembre de 2013, de http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_205.pdf
- Lebas, F. (1992). *Alimentación práctica de los conejos de engorde*. Recuperado el 19 julio de 2013, de http://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1992m6v17n97/cunicultura_a1992m6v17n97p161.pdf
- Lebas, F., Coudert, P., De Rochambeau, H. y Thébault, R. (1996). *El conejo: cría y patología (Colección FAO; producción y sanidad animal)*, N° 19. Recuperado el 29 marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/014/t1690s/t1690s.pdf>.
- Ly, J. (2004). Uso de follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. La Habana, Cuba. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* Vol. 11 (No.2)
- Ly, J y Lemus, C. (2007). Las pruebas de digestibilidad en la evaluación de nuevos recursos alimentarios para cerdos. *IX Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos*. Montevideo, Uruguay.
- Ly, J., Allen, J., Samkol, P. y Castro, M. (2008). Evaluación de la digestibilidad de Follaje arbóreo tropical en cerdos mediante el uso de la técnica de bolsa móvil. *Revista computarizada de Producción Porcina*, volumen 15 (No 3), 271-276

- Martínez, R. (2002). Caracterización nutricional del Gandul (*Cajanus cajan*), basado en sus componentes químicos, desaparición *In situ* y cinética digestiva. Tesis Maestría. Recuperado el 15 de abril de 2013, de http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Rosa%20Martinez%20Pamatz.pdf
- Mora, D. (2010). Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. *Redalyc*, vol 21 (no.2), 357-366
- Mora, I. (2007). Nutrición animal. Tercera reimpresión de la 1 ed, Universidad Estatal a distancia, San José, Costa Rica 120p
- Nieves, D., Terán, O., Silva, L. y González, C. (2002). Digestibilidad in vivo de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de *Leucaena Leucocephala* para conejos de engorde. *Scielo*, Vol. XII-Suplemento 2, 408-411
- Nieves, D., Terán, O., Silva, L., Araque, H., González, C. y Uzcátegui, W. (2006). Digestibilidad de Nutrientes del follaje de Morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. *Scielo*, Vol. XVI, (número 4), 364-370
- National Research Council. (1995). Nutrient requirements of laboratory animals. 4th revised edition. Ed. National Academy Press. Washington D.C.
- National Research Council. (1997). Nutrient Requirements of Rabbits. Second Revised Edition. Nutrient Requirements of Domestic Animals series. Washington D.C. National Academy of Sciences. 30p
- Olivares, J., Jiménez, R., Rojas, S. y Martínez, H. (2005). Uso de leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. *REDVET. Revista electrónica de veterinaria*, Vol. VI, (num. 5), 1-19

- Padilla, C. (2002). Caracterización bromatológica de granos y forrajes de leguminosas temporales *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureus*, *Stizolubium niveum* sembradas a finales de la estación lluviosa. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, volumen 36, (No 4) 409-416.
- Padilla, C., Colom, S., Díaz, M., Curbelo, F. y González, A. (1998). Altura y momento de corte en gandul (*Cajanus cajan*) para la producción de forraje. *Revista cubana de ciencia agrícola*. Vol 37, (No 1) 91-95.
- Padilla, M. (2008). Valoración energética de diferentes tipos de soya (*Glycine max*) utilizado en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de Grado "E.S.PO.CH" Riobamba – Ecuador. Recuperado el 6 de mayo de 2013, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1671/1/17T0829.pdf>
- Palma, O y Hurtado, E. (2010). Comportamiento productivo de conejos durante el período de crecimiento-engorde alimentados con frutos de mango (*Mangifera indica*) en sustitución parcial del alimento balanceado comercial. *Revista UDO Agrícola* Vol 9 (4): 968-971.
- Parra, J y Gómez, A. (2008). Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina. Universidad nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal. Recuperado el 27 de mayo de 2013, de <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-141/resumen/body/v14n1a12.html>
- Quinteros, V. (1993). Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos. Departamento de Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd5/3/vict1.htm>
- Ramos, M. (1995). Aplicación de técnicas enzimáticas de digestión *in vitro* a la valoración nutritiva de piensos de conejos. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria. Tesis Doctoral. 159p

- Robledo, L. (2000). Gandul (*Cajanus cajan*). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía . Recuperado el 20 de junio de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/31118870/Cajanus-Cajan-Gandul>
- Sanginés, L. (2001). Potencial nutricional del follaje de *Buddleia skutchii* (hojas y peciolos) en la alimentación de ovinos y análisis de las variables ruminales Universidad de Colima, Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias 52 pág. Recuperado el 03 de junio de 2013, de digeset.uco.mx/tesais_posgrado/Pdf/Leonor%20Sangines%20Garcia.pdf
- Trompiz, J., Ventura, M., Esparza, D., Higuera, A., Padron, S. y Aguirre, Z. (2001). Efecto de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de follaje de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L) Millsp), sobre el comportamiento productivo en cerdos en etapa de engorde. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XI, (Nº 5), 391-396.*
- Vaca, J. (2003). Análisis de dos sistemas de producción ecológica utilizando novillos Nelore y criollo Chaqueño en el área integrada de Santacruz-Bolivia. Tesis Doctoral. 287p. Recuperado el 16 de junio de 2013, de helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/353/13208421.pdf?sequence=1
- Van Soest, (1982). Nutritional ecology of the ruminant. . O & B Books Corvallis, Oregon, U.S.A. 267 p.

ANEXOS

A. Análisis de Varianza para variables de digestibilidad de los nutrientes de la harina de forraje del gandul (*Cajanus cajan*) a diferentes edades de corte (90 y 120 días) y Prueba de Duncan para la separación de medias (ESPOCH. Riobamba 2012).

a. Coeficiente de Digestibilidad de la MS (CDMS)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr >F |
|----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 3.7296750 | 3.7296750 | 0.22 | 0.6472 |
| trat | 1 | 3.7296750 | 3.7296750 | 0.22 | 0.6472 |
| Error | 10 | 167.5990167 | 16.7599017 | | |
| Total correcto | 11 | 171.3286917 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|------------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDMS Media |
| 0.021769 | 4.869664 | 4.093886 | 84.06917 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 5.266 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 84.627 | 6 | 120 |
| A | 83.512 | 6 | 90 |

b. Materia seca digestible (MSD)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr >F |
|----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 885.97267 | 885.97267 | 0.31 | 0.5926 |
| trat | 1 | 885.97268 | 885.972675 | 0.31 | 0.5926 |
| Error | 10 | 28998.22015 | 2899.82202 | | |
| Total correcto | 11 | 29884.19283 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | MSD Media |
|------------|----------|----------|-----------|
| 0.029647 | 9.429212 | 53.85000 | 571.0975 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 69.27 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 579.69 | 6 | 120 |
| A | 562.51 | 6 | 90 |

c. Coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica (CDMO)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr >F |
|----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 1.6354083 | 1.6354083 | 0.10 | 0.7631 |
| trat | 1 | 1.63540833 | 1.63540833 | 0.10 | 0.7631 |
| Error | 10 | 170.4532833 | 17.0453283 | | |
| Total correcto | 11 | 172.0886917 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDMO Media |
|------------|----------|----------|------------|
| 0.009503 | 4.924721 | 4.128599 | 83.83417 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 5.311 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 84.203 | 6 | 120 |
| A | 83.465 | 6 | 90 |

d. Materia Orgánica Digestible (MOD)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr >F |
|----------------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 337.92853 | 337.92853 | 0.23 | 0.6387 |
| trat | 1 | 337.9285333 | 337.9285333 | 0.23 | 0.6387 |
| Error | 10 | 14415.97343 | 1441.59734 | | |
| Total correcto | 11 | 14753.90197 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|-----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | MOD Media |
| 0.022904 | 4.956178 | 37.96837 | 766.0817 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 48.84 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 771.39 | 6 | 90 |
| A | 760.78 | 6 | 120 |

e. Coeficiente de Digestibilidad de la Proteína cruda (CDPC)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr >F |
|----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 1.04430000 | 1.04430000 | 0.12 | 0.7409 |
| trat | 1 | 1.04430000 | 1.04430000 | 0.12 | 0.7409 |
| Error | 10 | 90.33450000 | 9.03345000 | | |
| Total correcto | 11 | 91.37880000 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|------------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDPC Media |
| 0.011428 | 3.380463 | 3.005570 | 88.91000 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 3.866 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 89.205 | 6 | 90 |
| A | 88.615 | 6 | 120 |

f. Proteína cruda digestible (PCD)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 913.856533 | 913.856533 | 39.66 | <.0001 |
| trat | 1 | 913.8565333 | 913.8565333 | 39.66 | <.0001 |
| Error | 10 | 230.422633 | 23.042263 | | |
| Total correcto | 11 | 1144.279167 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|-----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | PCD Media |
| 0.798631 | 3.477970 | 4.800236 | 138.0183 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 6.175 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|---------|-------------------------|------|
| A | 146.745 | 6 | 90 |
| B | 129.292 | 6 | 120 |

g. Coeficiente de Digestibilidad de la Fibra cruda (CDFC)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 40.8483000 | 40.8483000 | 1.39 | 0.2658 |
| Error | 10 | 294.0442667 | 29.4044267 | | |
| Corrected Total | 11 | 334.8925667 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|------------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDFC Media |
| 0.121974 | 6.776396 | 5.422585 | 80.02167 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 81.867 | 6 | 120 |
| A | 78.177 | 6 | 90 |

h. Fibra Cruda Digestible (FCD)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 8276.62687 | 8276.62687 | 19.01 | 0.0014 |
| Error | 10 | 4352.76722 | 435.27672 | | |
| Corrected Total | 11 | 12629.39409 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|-----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | FCD Media |
| 0.655346 | 6.512366 | 20.86329 | 320.3642 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 346.63 | 6 | 120 |
| B | 295.10 | 6 | 90 |

i. Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo (CDEE)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 11.4465333 | 11.4465333 | 0.19 | 0.6751 |
| trat | 1 | 11.44653333 | 11.44653333 | 0.19 | 0.6751 |
| Error | 10 | 614.2201667 | 61.4220167 | | |
| Total correcto | 11 | 625.6667000 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|------------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDEE Media |
| 0.018295 | 12.21607 | 7.837220 | 64.15500 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 10.08 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 65.132 | 6 | 90 |
| A | 63.178 | 6 | 120 |

j. Extracto Etéreo Digestible (EED)

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 1 | 4.33200833 | 4.33200833 | 2.85 | 0.1223 |
| Error | 10 | 15.20148333 | 1.52014833 | | |
| Total correcto | 11 | 19.53349167 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|-----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | EED Media |
| 0.221773 | 12.39035 | 1.232943 | 9.950833 |

| | |
|------------------|-------|
| Número de medias | 2 |
| Rango crítico | 1.586 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|---------|-------------------------|------|
| A | 10.5517 | 6 | 90 |
| A | 9.3500 | 6 | 120 |

k. Extracto Libre de Nitrógeno Digestible

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Model | 1 | 5907.865633 | 5907.865633 | 40.09 | <.0001 |
| Error | 10 | 1473.468367 | 147.346837 | | |
| Corrected Total | 11 | 7381.334000 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|-------------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDELN Media |
| 0.800379 | 4.076108 | 12.13865 | 297.8000 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|---------|-------------------------|------|
| A | 319.988 | 6 | 90 |
| B | 275.612 | 6 | 120 |

I. Nutrientes Digeribles Totales

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|-------------|------------|---------|--------|
| Model | 1 | 4.3080083 | 4.3080083 | 0.28 | 0.6097 |
| Error | 10 | 155.1448833 | 15.5144883 | | |
| Corrected Total | 11 | 159.4528917 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|-----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | NDT Media |
| 0.027017 | 5.059150 | 3.938844 | 77.85583 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 78.455 | 6 | 90 |
| A | 77.257 | 6 | 120 |

m. Energía Digestible

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|------------|------------|---------|--------|
| Model | 1 | 38880.9136 | 38880.9136 | 1.27 | 0.2862 |
| Error | 10 | 306337.274 | 30633.7273 | | |
| Corrected Total | 11 | 345218.187 | | | |

| | | | |
|------------|----------|----------|------------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | CDMO Media |
| 0.112627 | 5.082224 | 175.0249 | 3443.865 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

| Duncan Agrupamiento | Media | Número de observaciones | trat |
|---------------------|--------|-------------------------|------|
| A | 3500.8 | 6 | 90 |
| A | 3386.9 | 6 | 120 |

Anexo B. Base de Datos Relacional del comportamiento Biológico (productivo) de conejos Nueva Zelanda bajo el efecto de dos edades de corte y distintos niveles de harina de forraje de gandul durante crecimiento – engorde (45-90 días de edad) (ESPOCH. Riobamba 2012).

| | | | PESO INICIAL | | PESO FINAL | |
|-----|----|------|------------------------|-------|-----------------|-------|
| Ep | Dp | #Obs | Media | DS | Media | DS |
| 90 | 0 | 2 | 0.730 | 0.028 | 1.845 | 0.021 |
| 90 | 7 | 2 | 0.655 | 0.035 | 1.685 | 0.360 |
| 90 | 14 | 2 | 0.715 | 0.007 | 2.070 | 0.183 |
| 90 | 21 | 2 | 0.710 | 0.098 | 2.065 | 0.219 |
| 120 | 0 | 2 | 0.705 | 0.007 | 1.845 | 0.007 |
| 120 | 7 | 2 | 0.740 | 0.056 | 2.185 | 0.021 |
| 120 | 14 | 2 | 0.705 | 0.044 | 1.665 | 0.148 |
| 120 | 21 | 2 | 0.805 | 0.007 | 1.865 | 0.346 |
| | | | GANANCIA DE PESO | | CONSUMO TOTAL | |
| Ep | Dp | #Obs | Media | DS | Media | DS |
| 90 | 0 | 2 | 1.115 | 0.049 | 3.570 | 0.056 |
| 90 | 7 | 2 | 1.030 | 0.325 | 3.410 | 0.523 |
| 90 | 14 | 2 | 1.380 | 0.212 | 3.625 | 0.304 |
| 90 | 21 | 2 | 1.355 | 0.120 | 3.980 | 0.325 |
| 120 | 0 | 2 | 1.135 | 0.007 | 3.705 | 0.544 |
| 120 | 7 | 2 | 1.445 | 0.035 | 3.810 | 0.466 |
| 120 | 14 | 2 | 0.960 | 0.197 | 3.290 | 0.169 |
| 120 | 21 | 2 | 1.060 | 0.353 | 3.995 | 0.742 |
| | | | CONVERSIÓN ALIMENTICIA | | PESO A LA CANAL | |
| Ep | Dp | #Obs | Media | DS | Media | DS |
| 90 | 0 | 2 | 3.560 | 0.113 | 0.890 | 0.000 |
| 90 | 7 | 2 | 3.780 | 0.608 | 0.880 | 0.000 |
| 90 | 14 | 2 | 2.970 | 0.707 | 0.990 | 0.014 |
| 90 | 21 | 2 | 3.265 | 0.021 | 1.005 | 0.007 |
| 120 | 0 | 2 | 3.630 | 0.552 | 0.835 | 0.007 |
| 120 | 7 | 2 | 2.930 | 0.283 | 1.015 | 0.007 |
| 120 | 14 | 2 | 3.880 | 0.594 | 0.840 | 0.014 |
| 120 | 21 | 2 | 4.300 | 0.651 | 0.875 | 0.049 |
| | | | RENDIMIENTO A LA CANAL | | | |
| Ep | Dp | #Obs | Media | DS | | |
| 90 | 0 | 2 | 51.785 | 15.03 | | |
| 90 | 7 | 2 | 47.995 | 0.97 | | |
| 90 | 14 | 2 | 45.820 | 1.61 | | |
| 90 | 21 | 2 | 44.935 | 7.66 | | |
| 120 | 0 | 2 | 44.855 | 0.91 | | |
| 120 | 7 | 2 | 48.575 | 5.98 | | |
| 120 | 14 | 2 | 61.920 | 9.12 | | |
| 120 | 21 | 2 | 53.115 | 44.05 | | |

Anexo C. Análisis de varianza de las variables productivas de conejos en las etapas de Crecimiento Engorde, alimentados con gandum secado y molido a diferentes edades de corte y con diferentes niveles de inclusión en la dieta (E.S.P.O.CH. Riobamba 2012).

a. Peso Inicial

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 7 | 0.02504375 | 0.00357768 | 1.62 | 0.2560 |
| Error | 8 | 0.01765000 | 0.00220625 | | |
| Total corregido | 15 | 0.04269375 | | | |

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|--------|----|------------|------------|---------|--------|
| Ep | 1 | 0.00525625 | 0.00525625 | 2.38 | 0.1613 |
| Dp | 3 | 0.00806875 | 0.00268958 | 1.22 | 0.3640 |
| Ep*Dp | 3 | 0.01171875 | 0.00390625 | 1.77 | 0.2304 |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | pi Media |
|------------|----------|----------|----------|
| 0.586591 | 6.518055 | 0.046971 | 0.720625 |

| Duncan Agrupamiento | Número de Media | observaciones | trat |
|---------------------|-----------------|---------------|------|
| A | 0.73875 | 8 | 120 |
| A | 0.70250 | 8 | 90 |

| Duncan Agrupamiento | Número de Media | observaciones | trat |
|---------------------|-----------------|---------------|------|
| A | 0.75750 | 4 | 21 |
| A | 0.71750 | 4 | 0 |
| A | 0.71000 | 4 | 14 |
| A | 0.69750 | 4 | 7 |

b. Peso final

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 7 | 0.49199375 | 0.07028482 | 1.58 | 0.2660 |
| Error | 8 | 0.35495000 | 0.04436875 | | |
| Total corregido | 15 | 0.84694375 | | | |

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|--------|----|------------|------------|---------|--------|
| Ep | 1 | 0.00275625 | 0.00275625 | 0.06 | 0.8095 |
| Dp | 3 | 0.03796875 | 0.01265625 | 0.29 | 0.8349 |
| Ep*Dp | 3 | 0.45126875 | 0.15042292 | 3.39 | 0.0743 |

| | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | pf Media |
| 0.580905 | 11.06805 | 0.210639 | 1.903125 |

| Duncan Agrupamiento | Número de | | |
|---------------------|-----------|---------------|------|
| | Media | observaciones | trat |
| A | 1.9163 | 8 | 90 |
| A | 1.8900 | 8 | 120 |

| Duncan Agrupamiento | Número de | | |
|---------------------|-----------|---------------|------|
| | Media | observaciones | trat |
| A | 1.9650 | 4 | 21 |
| A | 1.9350 | 4 | 7 |
| A | 1.8675 | 4 | 14 |
| A | 1.8450 | 4 | 0 |

c. Ganancia De Peso

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 7 | 0.46440000 | 0.06634286 | 1.59 | 0.2636 |
| Error | 8 | 0.33320000 | 0.04165000 | | |
| Total corregido | 15 | 0.79760000 | | | |
| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
| Ep | 1 | 0.01960000 | 0.01960000 | 0.47 | 0.5121 |
| Dp | 3 | 0.02835000 | 0.00945000 | 0.23 | 0.8751 |
| Ep*Dp | 3 | 0.41645000 | 0.13881667 | 3.33 | 0.0770 |

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE gp Media
0.582247 17.22222 0.204083 1.185000

| Duncan Agrupamiento | Número de Media | observaciones | trat |
|---------------------|--------------------|---------------|------|
| A | 1.2200 | 8 | 90 |
| A | 1.1500 | 8 | 120 |
| Duncan Agrupamiento | Número de Media | observaciones | trat |
| A | 1.2375 | 4 | 7 |
| A | 1.2075 | 4 | 21 |
| A | 1.1700 | 4 | 14 |
| A | 1.1250 | 4 | 0 |

d. Consumo Total De Alimento

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|--|--------|---------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 7 | 0.89299375 | 0.12757054 | 0.65 | 0.7080 |
| Error | 8 | 1.56955000 | 0.19619375 | | |
| Total corregido | 15 | 2.46254375 | | | |
| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
| Ep | 1 | 0.01155625 | 0.01155625 | 0.06 | 0.8143 |
| Dp | 3 | 0.60231875 | 0.20077292 | 1.02 | 0.4321 |
| Ep*Dp | 3 | 0.27911875 | 0.09303958 | 0.47 | 0.7088 |
| R-cuadrado Coef Var Raiz MSE cta Media | | | | | |
| 0.362631 12.05888 0.442938 3.673125 | | | | | |
| Número de | | | | | |
| Duncan Agrupamiento | Media | observaciones | trat | | |
| A | 3.7000 | 8 | 120 | | |
| A | 3.6463 | 8 | 90 | | |
| Número de | | | | | |
| Duncan Agrupamiento | Media | observaciones | trat | | |
| A | 3.9875 | 4 | 21 | | |
| A | 3.6375 | 4 | 0 | | |
| A | 3.6100 | 4 | 7 | | |
| A | 3.4575 | 4 | 14 | | |

e. Conversión Alimenticia

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 7 | 3.06384375 | 0.43769196 | 1.71 | 0.2332 |
| Error | 8 | 2.04325000 | 0.25540625 | | |
| Total corregido | 15 | 5.10709375 | | | |
| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
| Ep | 1 | 0.33930625 | 0.33930625 | 1.33 | 0.2823 |
| Dp | 3 | 0.43711875 | 0.14570625 | 0.57 | 0.6500 |
| Ep*Dp | 3 | 2.28741875 | 0.76247292 | 2.99 | 0.0960 |

| | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | ca Media |
| 0.599919 | 14.27872 | 0.505377 | 3.539375 |

| Duncan Agrupamiento | Número de Media | observaciones | trat |
|---------------------|--------------------|---------------|------|
| A | 3.6850 | 8 | 120 |
| A | 3.3938 | 8 | 90 |

| Duncan Agrupamiento | Número de Media | observaciones | trat |
|---------------------|--------------------|---------------|------|
| A | 3.7825 | 4 | 21 |
| A | 3.5950 | 4 | 0 |
| A | 3.4250 | 4 | 14 |
| A | 3.3550 | 4 | 7 |

f. Peso A La Canal

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|-----------------|----|------------|------------|---------|--------|
| Modelo | 7 | 0.07837500 | 0.01119643 | 29.86 | <.0001 |
| Error | 8 | 0.00300000 | 0.00037500 | | |
| Total corregido | 15 | 0.08137500 | | | |

| Fuente | GL | S.C. | C.M. | F-Valor | Pr > F |
|--------|----|------------|------------|---------|--------|
| Ep | 1 | 0.01000000 | 0.01000000 | 26.67 | 0.0009 |
| Dp | 3 | 0.01772500 | 0.00590833 | 15.76 | 0.0010 |
| Ep*Dp | 3 | 0.05065000 | 0.01688333 | 45.02 | <.0001 |

| | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | pc Media |
| 0.963134 | 2.113497 | 0.019365 | 0.916250 |

| Duncan Agrupamiento | Número de | | |
|---------------------|-----------|---------------|------|
| | Media | observaciones | trat |
| A | 0.941250 | 8 | 90 |
| B | 0.891250 | 8 | 120 |

| Duncan Agrupamiento | Número de | | |
|---------------------|-----------|---------------|------|
| | Media | observaciones | trat |
| A | 0.94750 | 4 | 7 |
| A | 0.94000 | 4 | 21 |
| A | 0.91500 | 4 | 14 |
| B | 0.86250 | 4 | 0 |

g. Rendimiento A La Canal

SAS calculó la relación de peso a la canal con el peso final de los ejemplares:

$$RC, \% = \frac{\text{Peso canal, kg}}{\text{Peso final, kg}} \times 100$$

ANEXO D. Composición de ingredientes de dietas experimentales del comportamiento biológico (productivo) de conejos Nueva Zelanda (ESPOCH. Riobamba 2012).

| HG090 | | GANDUL 90DÍAS -7% | | GANDUL 90DÍAS -14% | | GANDUL 90DÍAS -21% | |
|-------------------------------|-------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| MAIZ | 3,000 | MAIZ | 3,500 | MAIZ | 6,000 | MAIZ | 10,910 |
| POLVILLO DE ARROZ | 15,000 | POLVILLO DE ARROZ | 19,100 | POLVILLO DE ARROZ | 18,000 | POLVILLO DE ARROZ | 19,000 |
| AFRECHO DE TRIGO | 37,500 | AFRECHO DE TRIGO | 37,280 | AFRECHO DE TRIGO | 34,000 | AFRECHO DE TRIGO | 24,700 |
| H ALFALFA | 32,500 | H ALFALFA | 21,700 | H ALFALFA | 16,720 | H ALFALFA | 9,000 |
| HARINA DE PESCADO | 5,500 | HARINA DE PESCADO | 5,700 | HARINA DE PESCADO | 5,800 | HARINA DE PESCADO | 5,160 |
| TORTA DE SOYA | 1,300 | TORTA DE SOYA | 2,000 | TORTA DE SOYA | 1,800 | TORTA DE SOYA | 6,500 |
| ACEITE DE PALMA | 2,430 | ACEITE DE PALMA | 0,000 | ACEITE DE PALMA | 0,000 | ACEITE DE PALMA | 0,000 |
| | | GANDUL 90DÍAS -7% | 7,000 | GANDUL 90DÍAS -14% | 14,000 | GANDUL 90DÍAS -21% | 21,000 |
| MELAZA | 1,000 | MELAZA | 1,500 | MELAZA | 1,300 | MELAZA | 1,000 |
| CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,000 | CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,350 | CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,510 | CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,800 |
| METHIONINA + CISTINA | 0,350 | METHIONINA + CISTINA | 0,410 | METHIONINA + CISTINA | 0,400 | METHIONINA + CISTINA | 0,320 |
| LISINA | 0,400 | LISINA | 0,440 | LISINA | 0,450 | LISINA | 0,350 |
| PREMEZCLA | 0,320 | PREMEZCLA | 0,320 | PREMEZCLA | 0,320 | PREMEZCLA | 0,320 |
| GUARDIAN SECUEST | 0,200 | GUARDIAN SECUEST | 0,200 | GUARDIAN SECUEST | 0,200 | GUARDIAN SECUEST | 0,200 |
| ADIMOL ANTI | 0,100 | ADIMOL ANTI | 0,100 | ADIMOL ANTI | 0,100 | ADIMOL ANTI | 0,100 |
| SAL COMUN | 0,400 | SAL COMUN | 0,400 | SAL COMUN | 0,400 | SAL COMUN | 0,400 |
| TOTAL | 100 | TOTAL | 100 | TOTAL | 100 | TOTAL | 100 |
| PRECIO/Kilogramo | 0,48 | PRECIO/Kilogramo | 0,42 | PRECIO/Kilogramo | 0,41 | PRECIO/Kilogramo | 0,39 |

Continuación Anexo D.

| HG0120 | | GANDUL 120DÍAS -7% | | GANDUL 120DÍAS -14% | | GANDUL 120DÍAS -21% | |
|-------------------------------|-------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| MAIZ | 3,000 | MAIZ | 3,200 | MAIZ | 7,300 | MAIZ | 12,000 |
| POLVILLO DE ARROZ | 15,000 | POLVILLO DE ARROZ | 19,215 | POLVILLO DE ARROZ | 19,200 | POLVILLO DE ARROZ | 19,000 |
| AFRECHO DE TRIGO | 37,500 | AFRECHO DE TRIGO | 37,420 | AFRECHO DE TRIGO | 29,900 | AFRECHO DE TRIGO | 26,000 |
| H ALFALFA | 32,500 | H ALFALFA | 22,410 | H ALFALFA | 15,000 | H ALFALFA | 7,000 |
| HARINA DE PESCADO | 5,500 | HARINA DE PESCADO | 5,700 | HARINA DE PESCADO | 6,720 | HARINA DE PESCADO | 7,000 |
| TORTA DE SOYA | 1,300 | TORTA DE SOYA | 2,000 | TORTA DE SOYA | 4,000 | TORTA DE SOYA | 4,000 |
| ACEITE DE PALMA | 2,430 | ACEITE DE PALMA | 0,000 | ACEITE DE PALMA | 0,000 | ACEITE DE PALMA | 0,000 |
| | | GANDUL 120DÍAS -7% | 7,000 | GANDUL 120DÍAS -14% | 14,000 | GANDUL 120DÍAS -21% | 21,000 |
| MELAZA | 1,000 | MELAZA | 1,000 | MELAZA | 1,600 | MELAZA | 1,300 |
| CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,000 | CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,235 | CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,380 | CARBONATO FOSFATO MONOCALCICO | 0,900 |
| METHIONINA + CISTINA | 0,350 | METHIONINA + CISTINA | 0,380 | METHIONINA + CISTINA | 0,390 | METHIONINA + CISTINA | 0,380 |
| LISINA | 0,400 | LISINA | 0,420 | LISINA | 0,390 | LISINA | 0,400 |
| PREMEZCLA | 0,320 | PREMEZCLA | 0,320 | PREMEZCLA | 0,320 | PREMEZCLA | 0,320 |
| GUARDIAN SECUEST | 0,200 | GUARDIAN SECUEST | 0,200 | GUARDIAN SECUEST | 0,200 | GUARDIAN SECUEST | 0,200 |
| ADIMOL ANTI | 0,100 | ADIMOL ANTI | 0,100 | ADIMOL ANTI | 0,100 | ADIMOL ANTI | 0,100 |
| SAL COMUN | 0,400 | SAL COMUN | 0,400 | SAL COMUN | 0,400 | SAL COMUN | 0,400 |
| TOTAL | 100 | TOTAL | 100 | TOTAL | 100 | TOTAL | 100 |
| PRECIO/Kilogramo | 0,48 | PRECIO/Kilogramo | 0,42 | PRECIO/Kilogramo | 0,41 | PRECIO/Kilogramo | 0,38 |