

**VALORACIÓN NUTRITIVA DE CEREALES GERMINADOS DE TRIGO (*Triticum spp.*), CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y MAIZ (*Zea mays*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)**

**DARY ANDREA BURBANO MARTINEZ  
ROSA ANABELLY LUCERO BENAVIDES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2006**

**VALORACIÓN NUTRITIVA DE CEREALES GERMINADOS DE TRIGO (*Triticum spp.*), CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y MAIZ (*Zea mays*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)**

**DARY ANDREA BURBANO MARTINEZ  
ROSA ANABELLY LUCERO BENAVIDES**

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de  
Zootecnista**

**Presidente  
ALBERTO CAYCEDO VALLEJO  
I.A, MSc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
PASTO - COLOMBIA  
2006**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**ARTURO GÁLVEZ CERÓN**  
Jurado Delegado

---

**EDMUNDO APRAEZ GUERRERO**  
Jurado

---

**ALBERTO CAYCEDO VALLEJO**  
Presidente

**San Juan de Pasto, Mayo de 2006**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad de sus autores”.**

**Artículo 1º. Del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

## **DEDICATORIA**

Es meritorio saber que la perseverancia y dedicación dejan una huella y alegría de un logro; se lo que he cosechado y comprendí que si doy lo mejor, recibiré lo mejor. He forjado unas ilusiones y metas, pero lo más satisfactorio es que concluí una de ellas, la que dedico a Dios por sus grandes bendiciones.

A mis padres, Rigoberto y Mireya por sus esfuerzos, sacrificios y ganas para darme la formación correcta.

A mi hermano Marco Ignacio, quien por su forma de ser y con sus pequeñas charlas me dio apoyo y confianza, facilitando las cosas.

A la universidad y profesores, quienes con sus conocimientos, grandes trabajos y dedicación formaron de mi un profesional con grandes expectativas.

A mi compañera, hermana y amiga Rosy, por soportarme y ser de gran apoyo en los momentos más felices y tristes de mi vida.

A mis familiares por creer en mí, y mis amigos quienes fueron un minuto en mi vida que lleno de momentos para toda la eternidad

**DARY ANDREA BURBANO MARTÍNEZ**

## **DEDICATORIA**

Al finalizar mis años de estudio demostré que pude lograr mis objetivos, superando los obstáculos y desafíos que surgieron en el transcurso del camino, lo cual queda compilado en la tesis, la que dedico a Dios por guiarme, bendecirme y darme la fortaleza en los momentos difíciles.

A quienes me enseñaron a nadar contra la corriente, mis amados padres, quienes con sus sacrificios y esfuerzos siempre han sido ejemplo en mi vida, Luís y Sara.

A mis hermanas, Carolina y Maria Fernanda por vivir y traer nuevas alegrías a mi hogar y mi corazón, gracias por su apoyo y confianza incondicional.

A la universidad y profesores, por ofrecerme sus conocimientos y hacer de mí un profesional y persona más integra.

A mi amiga Andrea, por su apoyo incondicional en todo momento, siempre la llevare en mi corazón.

A todos mis amigos que me han entregado su apoyo ilimitado, y a mis familiares y personas que han creído en mí, gracias, siempre tendrán mi gratitud y recuerdo...

**ROSA ANABELLY LUCERO BENAVIDES**

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Alberto Caycedo Vallejo. Ing. Agrónomo, M.Sc.  
Edmundo Apráez Guerrero. Zootecnista, M.Sc, PhD.  
Arturo Gálvez Cerón. Zootecnista, M.Sc  
Leandro Chamorro Trejos. Zootecnista, M.Sc  
Hernán Ojeda. Zootecnista Esp.  
Rafael Boada Cajigas. Zootecnista, M.Sc.  
Henry Jurado. Zootecnista, M.Sc.  
Carlos Solarte Portilla. Zootecnista, PhD.  
Luís Alfonso Solarte. Zootecnista.  
Sandra Espinoza. Ing. Acuícola.  
Lesvy Ramos Obando. Zootecnista, I.P.A  
Gilberto Caycedo. Técnico Agropecuario.  
Oscar Mejía Santacruz. Economista  
Edwin Andrés Polo. Ingeniero Civil  
Jesús Eduardo Camacho. Psicólogo  
Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.  
Al personal de la Granja Experimental Botana

Todas las personas que de una u otra manera colaboraron para el desarrollo y culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	25
2. FORMULACION DEL PROBLEMA	26
3. OBJETIVOS	27
3.1 OBJETIVO GENERAL	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4. MARCO TEÓRICO	28
4.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE LA FISIOLOGÍA DEL CONEJO	28
4.1.1 Aparato digestivo	28
4.1.2 Principios fisiológicos de la digestión del conejo.	29
4.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CONEJO	31
4.2.1 Necesidades energéticas.	31
4.2.2 Necesidades de fibra.	32
4.2.3 Necesidades proteicas	33
4.2.4 Necesidades de minerales.	33
4.2.5 Necesidades vitamínicas	33
4.2.6 Necesidades de agua.	33
4.3 GENERALIDADES SOBRE DIGESTIBILIDAD	34
4.3.1 Factores que afectan la digestibilidad.	34

4.3.2 Método utilizado para la determinación de digestibilidad.	35
4.4 GENERALIDADES SOBRE GRANOS GERMINADOS	36
4.4.1 Fisiología del germinado	37
4.4.2 Ventajas del germinado.	37
4.4.3 Rendimiento.	38
4.4.4 Procedimiento para la germinación	38
4.4.5 Cereales para germinar.	38
4.4.6 Experiencias con germinados en la alimentación de animales	39
4.5 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE	40
5. DISEÑO METODOLÓGICO	44
5.1 LOCALIZACIÓN	44
5.2 PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD	44
5.2.1 Instalaciones y equipos	44
5.2.2 Animales.	46
5.2.3 Plan sanitario.	46
5.2.4 Tratamientos	46
5.2.5 Alimentación	46
5.2.6 Etapa pre-experimental	47
5.2.7 Etapa experimental	47
5.2.8 Toma de muestras.	48
5.2.9 Análisis químico.	48
5.2.10 Variables evaluadas.	48
5.3 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO	49

5.3.1	Instalaciones y equipos.	49
5.3.2	Animales.	49
5.3.3	Plan sanitario.	50
5.3.4	Tratamientos.	50
5.3.5	Alimentación.	50
5.3.6	Duración del ensayo.	51
5.3.7	Variables evaluadas.	51
5.3.8	Análisis parcial de costos.	52
5.4	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
6.1	PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD	54
6.1.1	Consumo de materia seca	54
6.1.2	Digestibilidad de la materia seca	56
6.1.3	Digestibilidad de la proteína	58
6.1.4	Digestibilidad de la fibra cruda	60
6.1.5	Digestibilidad de extracto etéreo	61
6.1.6	Digestibilidad de extracto libre de nitrógeno	62
6.1.7	Nutrientes digestibles totales	64
6.2	PRUEBA DE COMPORTAMIENTO	65
6.2.1	Consumo de materia seca.	65
6.2.2	Incremento de peso.	68
6.2.3	Conversión alimenticia.	70
6.2.4	Mortalidad.	72

6.2.5 Índice de productividad.	73
6.2.6 Análisis parcial de costos.	75
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
7.1 CONCLUSIONES	78
7.2 RECOMENDACIONES	79
8. BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	86

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición química del estiércol	29
Tabla 2. Necesidades nutritivas de los conejos (%)	32
Tabla 3. Necesidades nutritivas diarias (g)	32
Tabla 4. Composición química de los granos de cebada, maíz y trigo	39
Tabla 5. Composición química de germinados de cebada, maíz y trigo	39
Tabla 6. Composición química del pasto aubade	43
Tabla 7. Características de los germinados evaluados	47
Tabla 8. Composición química de los alimentos evaluados (%BS)	48
Tabla 9. Plan de alimentación para conejos	51
Tabla 10. Prueba de digestibilidad	54
Tabla 11. Prueba de comportamiento	66
Tabla 12. Costos de producción del ensayo	75

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Germinado de maíz	40
Figura 2. Germinado de trigo	40
Figura 3. Germinado de cebada	41
Figura 4. Pasto aubade	43
Figura 5. Jaula metabólica utilizada en el ensayo	45
Figura 6. Germinador utilizado en la investigación	45
Figura 7. Jaula utilizada en la prueba de comportamiento	50
Figura 8. Consumo de materia seca durante la prueba de digestibilidad	55
Figura 9. Digestibilidad de la materia seca	56
Figura 10. Digestibilidad de la proteína	58
Figura 11. Digestibilidad de la fibra	60
Figura 12. Digestibilidad del extracto etéreo	62
Figura 13. Digestibilidad del ELN	63
Figura 14. Nutrientes digestibles totales	64
Figura 15. Consumo de materia seca durante la prueba de comportamiento	66
Figura 16. Incremento de peso diario	68
Figura 17. Conversión alimenticia	70
Figura 18. Mortalidad del ensayo (%)	72
Figura 19. Índice de productividad (ton carne pie/ha/año)	74
Figura 20. Rentabilidad de los diferentes tratamientos evaluados	76

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Análisis de varianza para consumo de materia seca	87
Anexo 2. Prueba de Tukey para consumo de materia Seca	87
Anexo 3. Análisis de varianza para alimento no consumido	88
Anexo 4. Prueba de Tukey para Alimento no consumido	88
Anexo 5. Análisis de varianza para CD MS	89
Anexo 6. Prueba de Tukey para CD MS	89
Anexo 7. Análisis de varianza para CD PB	90
Anexo 8. Prueba de Tukey para CD PB	90
Anexo 9. Análisis de varianza para CD FB	91
Anexo 10. Prueba de Tukey para CD FB	91
Anexo 11 Análisis de varianza para CD EE	92
Anexo 12. Prueba de Tukey para CD EE	92
Anexo 13. Análisis de varianza para CD ELN	93
Anexo 14. Prueba de Tukey para CD ELN	93
Anexo 15. Análisis de varianza para NDT	94
Anexo 16. Prueba de Tukey para NDT	94
Anexo 17. Análisis de varianza para consumo de materias seca	95
Anexo 18. Prueba de Tukey para consumo de materias seca	95
Anexo 19. Análisis de varianza para incremento de peso	96
Anexo 20. Prueba de Tukey para incremento de peso	96

Anexo 21. Análisis de varianza para conversión alimenticia	97
Anexo 22. Prueba de Tukey para conversión alimenticia	97
Anexo 23. Análisis de varianza para Índice de productividad	98
Anexo 24. Prueba de Tukey para Índice de productividad	98
Anexo 25. Composición química de las heces	99
Anexo 26. Consumo de alimento en la prueba de Digestibilidad	100
Anexo 27. Coeficientes de digestibilidad	101
Anexo 28. Consumo de alimento en la prueba de comportamiento	103
Anexo 29. Comportamiento en peso	104
Anexo 30. Aporte nutricional diario para el tratamiento T0	104
Anexo 31. Aporte nutricional diario para el tratamiento T2	104
Anexo 33. Programación de suministro de pasto Aubade	105
Anexo 34. Programación de germinación de trigo	106
Anexo 35. Programación de germinación de cebada	106
Anexo 36. Producción de forraje en materia verde y en materia seca (kg. /m <sup>2</sup> )	107
Anexo 37. Índice de productividad	107
Anexo 38. Costos de producción por kilogramo de alimento	107
Anexo 39. Costos de alimentación prueba de comportamiento	107
Anexo 40. Análisis económico para una producción basado en pasto aubade	108
Anexo 41. Análisis económico para una producción basado en germinado de trigo	109
Anexo 42. Análisis económico una producción basado en germinado de cebada	110

## GLOSARIO

**Alimentación:** actividad que comprende acciones diversas, como el reconocimiento del alimento y los movimientos como aprehensión, la iniciación de la comida y la ingestión necesaria para que funcione un organismo vivo.

**Alimento:** comida que satisface el apetito, compensando las necesidades fisiológicas del crecimiento y de los procesos que ocurren en el organismo, y suministrar la energía necesaria para mantener la actividad y la temperatura corporal.

**Análisis químico:** conjunto de técnicas y procedimientos empleados para identificar y cuantificar los principios nutritivos de un alimento.

**Cecotrofia:** proceso que realizan algunos animales consumiendo las heces blandas para poder aprovechar al máximo los nutrientes del alimento.

**Cereales:** semillas de ciertas gramíneas que, en conjunto, constituyen el producto alimenticio más importante del mundo.

**Conversión alimenticia:** cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de peso vivo.

**Digestibilidad aparente:** valor real de un alimento, una vez calculadas las pérdidas que tienen lugar durante la digestión, absorción y metabolismo.

**Digestión:** proceso que consiste en desdoblar los alimentos en sus elementos más pequeños y simples, en nutrientes.

**Enzima:** sustancia orgánica compuesta por polímeros de aminoácidos, que actúa como catalizador en el metabolismo de los alimentos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso

**Germinación:** proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso.

**Germinador:** cámara acondicionada para la germinación de las semillas.

**Heces:** materiales residuales de desecho eliminados por el intestino, mediante los movimientos peristálticos y la digestión de los alimentos.

**Incremento de peso:** cantidad de peso que aumenta el animal en determinado tiempo.

**Índice de productividad:** son los kilogramos de carne que se pueden producir con un alimento en un área y tiempo determinado.

**Monogástrico:** se emplea el término para los animales que tienen un solo estómago (no rumiantes).

**Nutrición:** ciencia que estudia los nutrientes, comprende la obtención, digestión y absorción de los elementos químicos que sirven de alimento incluyendo el transporte de estos alimentos a todas las células del organismo animal en las formas fisicoquímicas más adecuadas para su asimilación y empleo.

**Requerimientos nutricionales:** necesidades nutritivas de los seres vivos para cumplir con su normal desarrollo, mantenimiento y productividad durante las 24 horas del día.

## RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en la granja experimental Botana, propiedad de la Universidad de Nariño, y se dividió en dos fases: en la primera se realizó una prueba de digestibilidad aparente de los germinados de maíz, trigo, cebada, y pasto aubade en el levante de conejos. En la segunda fase se realizó una prueba de comportamiento con los dos mejores tratamientos de germinados (en este caso, trigo y cebada) y el pasto aubade para determinar los rendimientos productivos en levante y engorde de conejos. Los tratamientos de esta fase fueron fijados de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de digestibilidad *In Vivo*.

Se determinó el valor nutritivo de los germinados de trigo, cebada y maíz en la alimentación de conejos, como una alternativa alimenticia en época de sequía para la producción cunícola.

En la prueba de digestibilidad se emplearon 16 conejos machos con un peso promedio de 1500 g, utilizando un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con cuatro tratamientos y cuatro réplicas por tratamiento. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey para cada una de las variables en estudio. El periodo de acostumbamiento de los animales fue de 10 días y la etapa experimental de 15 días, durante los cuales se pesó el alimento suministrado y rechazado con el fin de determinar el consumo real; se recolectaron y pesaron las heces para su posterior análisis. Los tratamientos se establecieron así: T0 (Pasto Aubade), T1 (Germinado de Maíz), T2 (Germinado de Trigo) y T3 (Germinado de Cebada).

La mejor digestibilidad fue para el tratamiento T3 (germinado de cebada), con los siguientes valores: 78,34 % para materia seca; 77,69% en la fracción proteína; 59,69% en fibra bruta; 76,75 % para extracto etéreo y 82,95% en ELN. Otros resultados de importancia los tiene el tratamiento T2 (germinado de trigo) en cuanto a aportes de proteína (81,66%) y extracto etéreo (85,03%). Esto se atribuyó posiblemente a que los componentes nutricionales de los germinados de cebada y trigo son los que más se acercan a los requeridos por el conejo, presentando un mejor aprovechamiento de éstos. El germinado de maíz, por sus características organolépticas, mostró bajas digestibilidades; igualmente el pasto aubade, afectado por las condiciones climáticas de la zona, lo que lo hizo un forraje muy maduro con un alto contenido de fibra.

En la prueba de comportamiento se utilizaron 36 conejos, con un peso promedio de 752g, los cuales se distribuyeron al azar (DIA) en tres tratamientos con cuatro réplicas, de tres animales cada una. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey para cada una de las variables en estudio. La prueba tuvo una duración de 63 días, durante los cuales se pesó el alimento ofrecido y rechazado, como también el pesaje semanal de los animales. Los tratamientos se constituyeron así: T0 (Pasto Aubade); T1 (Germinado de Trigo) y T2 (Germinado de Cebada).

Los resultados demostraron mejores rendimientos productivos en animales que consumieron germinado de cebada (T2). Las variables consumo de alimento (111,55 g/día), ganancia diaria de peso (29,35 g) y conversión alimenticia (3,80), corroboran el valor nutritivo de este alimento.

Cabe destacar que no se presentó mortalidad en los tratamientos T2 (germinado de cebada) y T1 (germinado de trigo). En cambio el tratamiento T0 (pasto aubade) presentó el 25% de mortalidad, quizá por un bajo aporte de nutrientes, causado por el exceso de fibra provocando una disminución de las defensas orgánicas.

Los mejores índices de productividad fueron para el germinado de cebada (84,69 t de carne en pie/ha/año) y trigo (25,59 t de carne en pie/ha/año), los cuales mostraron una mejor producción de materia seca en un tiempo más corto; el menor índice lo presentó el pasto aubade (4,64 t de carne en pie/ha/año) posiblemente por cosecharse cada 45 días, con una baja producción de materia seca.

La rentabilidad del tratamiento T2 (83,50%) indicó el valor más alto, el cual pudo deberse al corto periodo de producción, el rendimiento en biomasa del germinado de cebada y al mejor rendimiento en peso de los animales por el buen contenido de nutrientes de estos alimentos.

## ABSTRACT

The work was carried out at the Botana experimental farm, dividing in into two phases: in the first phase a digestibility *In Vivo* apparent of the germinated of corn, wheat, barley and aubade pasture in the rearing of rabbits. In the second phase a performance test, was carried out a behavior test with the two better treatments of germinated grains (in this case, wheat and barley) and the aubade pasture to determine the productive output in raises and the fattening of rabbits. The treatments of this phase were fixed to agree whit the results obtained in the digestibility *In Vivo*.

The nutritive value of the germinated of wheat, barley and corn in the diet of rabbits was determined as an alternative food in times of drought for the breeding production.

In the digestibility test, sixteen male rabbits were used. They had an average weight of 1500 grams and were distributed at random (DIA) using four treatments and four reply per each. The variance analysis and the test of Tukey were carried out for each one of the variables in study. The animals customary stage lasted 10 days and the experimental one had a duration of 15 days. During this days, the supplied and rejected nourishment was weight to the determine the real consumption and the manure were gathered and weighed for their later analysis. The treatments were established as follows: T0 (Aubade Pasture), T1 (Germinated of Corn), T2 (Germinated of Wheat) and T3 (Germinated of Barley).

The best digestibility behavior presented in all treatments was the treatment T3 (germinated of barley) whit the following results: 78,34% for dry matter; 77,69% in the protein fraction; 59,69% in gross fiber; 76,75% for ethereal extract and 82,95% in ELN. Other important results were obtained by the treatment T2 (germinated of wheat) in term of protein contributions (81,66%) and ethereal extract (85,03%). This was possibly attributed to the germinated wheat and barley nutritional components because these are the ones which are closer to the rabbit requirements and, therefore, presented a better use of the mentioned before. The germinated corn depicted lower digistibilities due to its organoleptic characteristics; as well as the aubade pasture which was affected by the weather conditions in the zone. This fact made the fodder be very mature and with a high content of fiber.

On the other hand, 36 rabbits were used in the behavior test. Each one had an average weight 800 grams and they were distributed at random in three treatments, each treatment had four replicates, with three animals for each. The variance analysis and the test of Tukey were carried out for each one of the variables in study. The test lasted 63 days in which the nourishment supplied and the weight of the animals each week were considered. The treatments were established as follows: T0 (Aubade Pasture); T1 (Germinated of Wheat) and T2 (Germinated of Barley).

The results showed better productive yields in the animals which consumed germinated of barley (T2). The following variables corroborate the nutritive importance of this nourishment: nourishment consumption (111,55 g), weight increase (29,35 g) and nutritious conversion (3,80).

It is important to highlight that any mortality was presented when applying T2 (germinated of barley) and T1 (germinated of wheat). In contrast, the 25% of mortality presented when applying aubade pasture might be a consequence of the lack of nutrients contribution. This might have been caused due to the excess of fiber which, at the same time, produced an organic defences diminution.

The best indexes of productivity were presented by the germinated of barley (84,69 meat ton in foot/ha/year) and wheat (25,59 meat ton in foot/ha/year). They showed a better production of dry matter in a shorter time which did not happen with aubade pasture. It provided 4,64 meat ton in foot/ha/year. This is possibly because it is harvested each 45 days and the bad conditions of the weather in the zone which incited a lower production of dry matter.

The rentability of the germinated of barley (83,50%) indicates the highest value which can be attributed to the short period of production, the germinated performance in biomass and the best yields in the animals weight thanks to the good nutrient contents of this food.

## INTRODUCCIÓN

En el departamento de Nariño existen condiciones favorables para la producción de conejos. En la actualidad, la crianza de esta especie tiene características tradicionales, con sistemas de alimentación deficientes donde los subproductos de cosecha, sobrantes de cocina, forrajes, etc., son su principal alimento, lo cual influye en el desarrollo del sistema productivo. En este departamento se encuentran algunas producciones orientadas principalmente a la producción de carne. Su rentabilidad aumentaría con el mejoramiento de las instalaciones y planes adecuados de manejo, sanidad y alimentación.

La meta principal de todo cunicultor es alcanzar una producción eficiente, mediante el suministro de alimentos con buenos niveles nutritivos y que estén disponibles durante todo el año.

Las anteriores consideraciones demuestran la necesidad de buscar fuentes de alimentación que posibiliten mejorar la eficiencia productiva. Los germinados constituyen una alternativa importante porque tienen mejor digestibilidad de sus componentes nutritivos y se pueden producir en cualquier época, lográndose por lo tanto una sostenibilidad alimenticia en el sistema de producción.

Los cereales germinados son nutritivos porque contienen todos los elementos que una planta necesita para vivir y crecer. Cuando las semillas germinan, los carbohidratos, proteínas y aceites se vuelven aminoácidos predigeridos y azúcares naturales, de los que el embrión de la planta se alimenta a medida que crece. Cuando se usa como alimento, suministra la energía que es capaz de regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales del crecimiento, actividad, producción y reproducción.

El proceso de germinación de granos, aparte de cosechar materiales frescos de buena calidad y sanos, contribuye a un plan de manejo ecológico con un mínimo impacto ambiental sin el empleo de agroquímicos.

Por lo tanto, el valor nutritivo de los germinados de trigo, cebada y maíz en la alimentación de conejos puede ser una alternativa alimenticia en época de sequía para la producción cunicola.

## **1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad existe la preocupación de los cunicultores por la alimentación de los animales, la cual está basada en forrajes. Uno de los factores que perjudica la producción, es la escasez de alimento por los prolongados periodos de sequía, repercutiendo directamente en la producción forrajera, que es el alimento base para la alimentación de los conejos.

Por otro lado, la producción de conejos en el departamento de Nariño es una actividad de tipo tradicional con escasa técnica y la mayoría de criaderos se limitan a unos cuantos animales sin control de consanguinidad. Además hay desconocimiento de técnicas adecuadas de reproducción, cría, manejo, sanidad y alimentación basada en desperdicios de cocina y residuos de cosecha.

Una alternativa de solución a los problemas de alimentación de esta especie es el uso de fuentes de alimentación de calidad y económicas que se puedan cultivar en poco espacio (incluso a nivel urbano y peri urbano), tal como los germinados, con el propósito de asegurar alimento en cualquier época del año, para evitar la restricción de alimento a los animales, con el objeto de mejorar la rentabilidad y competitividad de la producción cunicola.

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La crianza de conejos en el departamento de Nariño es una actividad que se realiza en forma tradicional, con muchas limitaciones en su manejo, fundamentalmente en lo relacionado con su alimentación, la cual se basa en dietas forrajeras, afectadas por prolongados periodos de sequía. En estas condiciones, la producción cunícola se encuentra estancada y las pocas explotaciones familiares existentes son poco productivas.

De lo anterior se deduce la siguiente pregunta:

**¿Los germinados de cereales suplirán las necesidades nutritivas de los conejos en época de escasez de forraje?**

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor nutritivo de los cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*)

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el coeficiente de digestibilidad con los principios digestibles de los cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*) y del pasto aubade (*Lolium spp.*) en la fase de levante de conejos.
  
- Calcular los rendimientos productivos de los animales alimentados con cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), y cebada (*Hordeum vulgare*), frente al pasto aubade (*Lolium spp.*) en la fase de levante y engorde de conejos.
  
- Determinar el índice de productividad de los alimentos evaluados.
  
- Determinar los costos y la rentabilidad en la prueba de comportamiento por tratamiento.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE LA FISIOLÓGÍA DEL CONEJO

**4.1.1 Aparato digestivo.** Según Cheeke<sup>1</sup>, en el conejo la masticación de los alimentos llega a 120 movimientos de mandíbula por minuto, y el material ingerido se reduce a partículas de pequeño tamaño, a excepción de los cecotrofos (heces blandas), que son consumidos enteros, permaneciendo intactos en el estómago durante varias horas.

De acuerdo con Freydel<sup>2</sup>, el alimento dentro de la boca es masticado e insalivado, se forma un bolo de alimento que es deglutido, pasa por la faringe y llega al estómago por el esófago. El estómago es muy voluminoso, que debe estar lleno hasta la mitad o más para que ejerza una repleción permanente hacia la cavidad intestinal. El duodeno recibe el canal colédoco, el cual desemboca en el canal pancreático, trayendo los productos elaborados por el páncreas.

El mismo autor<sup>3</sup> sustenta que el alimento llega al ciego donde es retenido, y sometido a una digestión bacteriana. Las bacterias digieren principalmente la celulosa de la fibra. Luego de permanecer unas 12 horas en el ciego, pasa al intestino grueso formando heces blandas que salen por el ano y son ingeridas nuevamente por el animal, realizando una segunda digestión. Este proceso se llama coprofagia y se realiza para poder aprovechar al máximo los nutrientes del alimento. Las heces ingeridas no pasan al ciego y permanecen más tiempo en el intestino grueso, donde se absorben los líquidos, formándose las heces duras.

Cheeke<sup>4</sup>, menciona que el conejo presenta características particulares en cuanto a la composición química del estiércol, la cual se muestra en la tabla 1.

---

<sup>1</sup> CHEEKE, Peter R. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza: Acribia, 1995. p. 23.

<sup>2</sup> FREYDEL, Pedro. Alimentación del conejo [online]. 3ª ed. Argentina: la tapa, rev. 1 enero 2004 [citado en 2004-02-04]. Viedma: 02920-428339. Disponible en Internet: <URL:<http://ar.geocities.com/conejosdepedro/index.html>>

<sup>3</sup> Ibíd., p. 1.

<sup>4</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 30.

**Tabla 1. Composición química del estiércol del conejo**

<b>Ingrediente</b>	<b>Contenido (%)</b>
Humedad	41,10
Proteína bruta	14,8
Grasa	1,8
Cenizas	14,8
Fibra bruta	27,8

**Fuente:** CHEKEE, Peter R (1995, p. 30)

**4.1.2 Principios fisiológicos de la digestión del conejo.** Carrizo<sup>5</sup>, expresa que el conejo es una especie monogástrica. Sin embargo, su fisiología digestiva es mixta, encontrándose más cerca de los rumiantes o los caballos que de los monogástricos propiamente dichos.

En el conejo, el ciego es una cámara de fermentación donde la flora simbiótica fermenta y aprovecha los nutrientes que el intestino delgado no ha sido capaz de absorber. Mediante la cecotrofia el conejo es capaz de aprovechar algunas proteínas y vitaminas, especialmente del grupo B. Los ácidos grasos volátiles (AGV) producidos en el ciego por las bacterias celulolíticas son absorbidos por las paredes del ciego y del colon, pasan a la sangre directamente y se aprovechan como fuente de energía. La energía procedente de los AGV puede superar el 40% de la energía de mantenimiento del animal. El mismo autor<sup>6</sup> argumenta que la flora digestiva del conejo se divide en: flora acidófila del estómago, flora del intestino delgado y flora cecal.

★ **Flora acidófila.** El estómago del conejo tiene un pH entre 1 y 3, lo que hace difícil la existencia de microorganismos. Sin embargo, mantiene una población de bacterias acidófilas capaces de actuar tanto sobre los alimentos como sobre los cecótrofos, de manera que son aprovechados como fuente de proteína por el animal.

★ **Flora del intestino delgado.** Formada por bacterias aerobias y anaerobias, con presencia de coliformes, lactobacilos y otras enterobacteriáceas. Esta flora

---

<sup>5</sup> CARRIZO, Jesús Martín. Equilibrio en la flora intestinal del conejo [online]. Marvel 2 ed. Madrid: Randa Poniente, rev. 9 enero 2004 [citado en 2005-10-09]. Trouw Nutrition: ISSN 021019126. Disponible en Internet: <<http://www.conejosyalgomas.com.ar/articulos023.asp?ootkey=234>>

<sup>6</sup> Ibíd., p. 1.

saprofita, en condiciones normales, vive en las criptas de las vellosidades intestinales, aprovechando los nutrientes del alimento.

★ **Flora cecal.** Formada por bacterias anaerobias (bacteroides, bífido bacterias, estreptococos, enterobacterias y clostridios). La flora cecal tiene una función positiva para el animal hospedador, porque las bacterias celulolíticas rompen la fibra produciendo AGV, utilizan la proteína no digerida para formar proteína microbiana y en su metabolismo producen vitaminas liposolubles.

Así mismo, Carrizo<sup>7</sup> afirma que el inicio de la ingestión de pienso sólido incrementa la flora cecal capaz de romper las fibras y aprovechar la celulosa. Esta colonización se va produciendo por oleadas y cambia progresivamente hasta que se llega a la flora definitiva del adulto, mucho más adaptada y en equilibrio que la de los gazapos jóvenes.

Antes del destete, el gazapo pasa de una alimentación láctea, rica en grasas, proteínas y azúcares muy digestibles, a ingerir alimentos sólidos ricos en fibra, almidón y proteína de origen vegetal. Estos componentes estimulan el desarrollo de la producción de proteasas y amilasas, pero mientras este desarrollo madura, se produce una baja digestibilidad de la proteína y del almidón.

El mismo autor<sup>8</sup> sostiene que el equilibrio entre las distintas especies de bacterias existentes en el ciego es inestable y va a depender de varios factores: los nutrientes que llegan al ciego como proteínas no digeridas serán aprovechadas mejor por ciertas bacterias (clostridios). La desaminación de las proteínas va a provocar un aumento de amoníaco y una subida del pH, que vuelve a favorecer a los clostridios y desencadena una enterotoxemia. Si llega un exceso de almidones favorecerá el desarrollo de las bacterias amilolíticas, y dispondrán de abundante energía para desarrollarse. Esto provoca una acidosis y caída del pH, ocasionando diarreas, especialmente en gazapos jóvenes que no producen suficiente amilasa pancreática. El aumento de fibra en el alimento da lugar a una reducción del peristaltismo intestinal. La consecuencia de ello es una mayor permanencia del alimento en el ciego y un aumento de fermentaciones no deseadas que ocasionan problemas digestivos.

---

<sup>7</sup> Ibíd., p. 3

<sup>8</sup> Ibíd., p. 2.

## 4.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CONEJO

MERCK<sup>9</sup> señala que el conejo es un herbívoro no rumiante; su extenso ciego soporta una población de microorganismos que utilizan nutrientes que no se digieren en el intestino delgado.

Según el CLEM, citado por Criollo y Figueroa<sup>10</sup>, la nutrición y alimentación representa una de las actividades más importantes de la producción cunícola, es uno de los animales más fáciles de alimentar, dada la enorme cantidad de materiales que le apetecen. Pero esto no basta, estas sustancias tienen que ser asimilables por el organismo para lograr un normal crecimiento y desarrollo. Guzmán, citado por los mismos autores<sup>11</sup>, menciona que el conejo, como animal productor de carne, tiene durante su vida activa tres etapas: la crianza que se prolonga desde el nacimiento hasta los 28 – 30 días; post – destete, que llega hasta los 60 días, y la ceba o engorde que llega a los 90 días.

Según Cheeke<sup>12</sup>, para que una alimentación cumpla a cabalidad su función (supervivencia y producción) en todas las etapas, es necesario suministrar cantidades suficientes de nutrientes al animal (tablas 2 y 3).

**4.2.1 Necesidades energéticas.** Al respecto, Cheeke menciona que: “El consumo medio diario de los conejos Neozelandés o Californiano durante la ceba es de unas 2200 a 2400 Kcal. ED (49,55% a 54,05% de NDT).”<sup>13</sup>.

Ferrer y Valle, citados por Criollo y Figueroa<sup>14</sup>, afirman que los cereales aportan energía y proteína (9 a 13%), conformando el 20 al 35% de la ración. Las

---

<sup>9</sup> MERCK MANUAL DE VETERINARIA. Necesidades nutritivas para los conejos. Barcelona: Océano, 1993. p. 1475

<sup>10</sup> CRIOLLO, Ana y FIGUEROA, Fabián. Efecto de la suplementación energética al pasto Aubade (*Lolium sp*) en las fases de levante y engorde de conejos. Pasto, 2000, 16 p. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>11</sup> *Ibíd.*, p.16.

<sup>12</sup> CHEEKE, *Op. Cit.*, p. 340

<sup>13</sup> *Ibíd.*, p. 340.

<sup>14</sup> CRIOLLO y FIGUEROA, *Op. Cit.*, p.21.

inclinaciones del conejo son por la cebada, avena y trigo, más que por el maíz y el sorgo. Estos aportan altas contenidos de almidones.

**Tabla 2. Necesidades nutritivas de los conejos (%)**

Nutrientes (%)	Crecimiento			
	(4-12 semanas)	Lactancia	Gestación	Mantenimiento
Proteína bruta	15	18	18	13
Fibra bruta	14	12	14	15-16
NDT	56,31	60,81	56,31	49,55
Grasa	3	5	3	3
Calcio	0,5	1,1	0,8	0,6
Fósforo	0,3	0,8	0,5	0,4

Fuente: CHEKEE, Peter R (1995, p. 340)

**Tabla 3. Necesidades nutritivas diarias (g)**

Nutriente (g)	Levante	Ceba
Consumo ms	100	120
Proteína bruta	15	18
Fibra bruta	14	16,8
NDT	56,31	67,57
Grasa	3,0	3,6
Calcio	0,5	0,6
Fósforo	0,3	0,36

Basado en: CHEKEE, Peter R (1995, p. 340)

**4.2.2 Necesidades de fibra.** Según Hernández<sup>15</sup>, la cantidad de fibra bruta que deben contener los alimentos para conejos oscila entre el 12 y el 15 %, y se reduce al 10% o menos en los alimentos de los animales en crecimiento. También conviene tener en cuenta que los conejos que se alimentan con raciones pobres en fibra bruta pueden sufrir alteraciones en su comportamiento, como consecuencia de las cuales los animales se arrancan y comen su propio pelo o el de sus compañeros de jaula.

<sup>15</sup> HERNÁNDEZ BENEDI, J.M. Manual de nutrición y alimentación del ganado. Madrid: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 1995. p. 314.

**4.2.3 Necesidades proteicas.** Al respecto, Cheeke<sup>16</sup> recomienda un nivel del 16% de proteína bruta para conejos en crecimiento, teniendo en cuenta que con este nivel se encuentra un balance positivo de nitrógeno.

**4.2.4 Necesidades de minerales.** Según Ferrer y Valle, citados por Díaz y Mosquera<sup>17</sup>, el alimento debe aportar una cantidad de minerales entre 8 y 10% de la ración. Entre ellos, los más importantes son el calcio y el fósforo; la relación Ca/P debe estar entre 1,2:1 y 1,6:1

Por otra parte, Criollo y Figueroa<sup>18</sup> sostienen que la presencia de minerales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, zinc, hierro y cobre en la dieta son importantes para su desarrollo normal. La deficiencia de calcio, asociado con deficiencia de vitamina D, se manifiesta en raquitismo; la escasez de fósforo produce retraso en el crecimiento y huesos frágiles; la deficiencia de hierro provoca anemia, y la falta de magnesio induce la caída del pelo.

**4.2.5 Necesidades vitamínicas.** Ferrer y Valle, citados por Criollo y Figueroa<sup>19</sup>, mencionan que en los gazapos la flora no aporta una cantidad suficiente de vitamina C y vitaminas del grupo B. La carencia de vitamina A se traduce en falta de crecimiento y en una alteración de la reproducción. Esto también se ve afectado cuando escasea la vitamina K.

**4.2.6 Necesidades de agua.** Para Cheeke<sup>20</sup> la cantidad de agua que beben diariamente los conejos está afectada por el nivel de ingestión de alimentos, la composición de los mismos, la edad y el estado de los animales, la temperatura y humedad relativa del ambiente, etc. Los conejos que consumen raciones de alto contenido en fibra consumen más cantidad de agua que los que reciben raciones de alta energía. La ingestión diaria de agua es del orden de 120 ml/ Kg. de peso vivo.

---

<sup>16</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 55.

<sup>17</sup> DIAZ VELASQUEZ, Maribel del Rocío y MOSQUERA CHAMORRO, Harold Olmedo. Efectos de la hoja de calabaza (*Cucúrbita pepo* L) en mezcla con pasto aubade y maíz en el levante de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2002. p. 16. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>18</sup> CRIOLLO Y FIGUEROA, Op. Cit., p. 23.

<sup>19</sup> *Ibíd.*, p. 22

<sup>20</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 179.

### 4.3 GENERALIDADES SOBRE DIGESTIBILIDAD

Revuelta, citado por Flórez y Salazar<sup>21</sup>, manifiesta que para determinar el valor nutritivo de los diferentes insumos alimenticios se debe tener en cuenta las transformaciones que pueden sufrir en el organismo; es necesario considerarlos desde tres puntos de vista: químico, fisiológico y económico.

Así mismo Bondi<sup>22</sup>, menciona que el valor real de un alimento no solo puede determinarse por análisis químico, también se debe tener en cuenta las pérdidas que tienen lugar durante la digestión, absorción y metabolismo.

El principio básico de digestibilidad de un alimento lo define Orskov como: “La porción de un alimento no excretado en las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido. Se expresa generalmente con relación a la materia seca como un coeficiente en forma porcentual”<sup>23</sup>.

#### 4.3.1 Factores que afectan la digestibilidad. Mc Donald *et al* expresan que:

La digestibilidad de los alimentos guarda estrecha relación con la composición química, de forma que un alimento cuya composición varía poco, presenta pocas variaciones en la digestibilidad; en cambio otros alimentos que presentan una composición menos constante, su digestibilidad es mas variable. Por otro lado, al aumentar la cantidad consumida de un determinado alimento, se produce un ritmo de paso más rápido por el tracto digestivo y los alimentos quedan expuestos a la acción de las enzimas digestivas durante menos tiempo, lo que determina una reducción en la digestibilidad. Otro factor que afecta la digestibilidad es someter los alimentos a diferentes tratamientos para reducir su tamaño tal como el picado, troceado, aplastamiento, molienda y cocci3n<sup>24</sup>.

---

<sup>21</sup> FLORES ROSERO, Luís Eduardo y SALAZAR PADILLA, Giovanni Patricio. Digestibilidad Aparente de forrajes Arb3reos y Maíz “*Zea mays*” en cuyes “*Cavia porcellus*”. Pasto, 2002. p. 23. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>22</sup> BONDI, Aron A. Nutrici3n Animal. Zaragoza: Acribia, 1988. p. 297.

<sup>23</sup> ORSKOV, O. Nutrici3n proteica de los rumiantes. Espa3a: Acribia, 1982. p 62.

<sup>24</sup> Mc DONALD, *et al*. Nutrici3n animal. Espa3a: Acribia, 1993. p.227-230.

El mismo autor afirma que “los animales comen para mantener la temperatura, ya que durante la ingestión y metabolismo de los alimentos se produce calor y por lo tanto la ingestión de alimentos aumenta si el medio ambiente es frío, y disminuye si es caluroso”<sup>25</sup>

Por otra parte, Cheeke<sup>26</sup> señala que los altos valores de digestibilidad de la proteína pueden obedecer a la fermentación cecal y subsiguiente cecotrofia, ya que esta es una estrategia digestiva para extraer la proteína de los forrajes con alta eficiencia. En el conejo, los altos niveles de fibra en la ración no afectan negativamente la digestibilidad de la proteína bruta. Al progresar la madurez de la planta, el porcentaje de lignina aumenta, lo que determina un descenso en la digestibilidad de la fibra.

Así mismo, Church<sup>27</sup> señala que los forrajes pueden contener ceras o esteroides que pueden hacer parte del extracto etéreo, afectando el aprovechamiento de lípidos que proporcionan energía para el animal.

**4.3.2 Método utilizado para la determinación de digestibilidad.** Casting, citado por Flores y Salazar<sup>28</sup>, afirma que el estudio de los alimentos es de gran importancia en la Zootecnia, existiendo varias formas de estudiar los alimentos. En la digestibilidad de un alimento, una parte es digestible y aprovechable y la otra es eliminada por las heces. Una de las formas de estudiar los alimentos es la siguiente:

★ **Digestibilidad Aparente *In vivo*.** Bondi afirma que:

La prueba de digestibilidad determina la ingestión de un alimento administrado al animal y la recogida total de la excreción fecal correspondiente al alimento en estudio. En los ensayos se usan machos con preferencia a las hembras, porque con ellos es más fácil recoger la orina y las heces por separado. Los animales se mantienen en jaulas metabólicas, en donde las heces y la orina se separan por medio de una

---

<sup>25</sup> Ibíd., p. 403

<sup>26</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 58

<sup>27</sup> CHURCH, D. El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. México: Acribia, 1996. p 213.

<sup>28</sup> FLORES y SALAZAR. Op. Cit., p. 22.

rejilla. El alimento usado en los ensayos de digestibilidad debe ser mezclado previamente, para conseguir una composición uniforme. Antes de empezar a recoger las heces, el animal debe llevar por lo menos una semana con la dieta experimental, con el objeto de que se acostumbre a ella y permita la evacuación de las heces correspondientes a alimentos anteriores. Este periodo previo va seguido de otro que dura de 5 a 14 días en el que se controla la ingestión y la excreción<sup>29</sup>.

Según Almeida y Córdoba, “Las excretas, una vez secas, se homogenizan para la realización de los análisis químicos correspondientes. Así mismo, se hace el análisis químico del pasto para establecer por diferencia la digestibilidad de la materia orgánica y de los nutrientes”<sup>30</sup>.

#### 4.4 GENERALIDADES SOBRE GRANOS GERMINADOS

Vilalta<sup>31</sup> afirma que las semillas pueden mantenerse inactivas hasta que las condiciones sean apropiadas para germinar. Todas las semillas necesitan agua, oxígeno, y una temperatura apropiada. Cuando una semilla se expone a las condiciones apropiadas, el agua y el oxígeno son tomados a través de la cáscara de la semilla. Las células del embrión comienzan a agrandarse, la cáscara empieza a abrirse y la raíz emerge primero, seguido por un brote muy pequeño que contiene hojas y tallo.

De acuerdo con Rodríguez<sup>32</sup>, en el primer paso de la germinación, bajo la influencia de la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples, la calidad de las proteínas se mejora por la descomposición de las cadenas complejas de proteínas en aminoácidos libres y al aumento del contenido en aminoácidos esenciales (lisina), las grasas se transforman en ácidos grasos libres

---

<sup>29</sup> BONDI, Op. Cit., p. 293.

<sup>30</sup> ALMEIDA, Álvaro y CORDOBA, Susana. Digestibilidad aparente de los forrajes kikuyo, vaina de haba, ramio, kingras en cuyes tipo carne (*Cavia porcellus*). Pasto, 1991. p. 32. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>31</sup> VILALTA, Santi. Los germinados, una fuente de salud [online]. Zafono 3 ed. Argentina: Megawell, rev. 22 junio 2004 [citado en 2004-14-09]. Grupo salud: 1357. Disponible en Internet: <URL:http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=561>

<sup>32</sup> RODRÍGUEZ, José Ángel. Proceso de germinación en las semillas [online]. Alihuen 4 ed. Argentina: Parque Natural Granadino, rev. 12 diciembre 2002 [citado en 2004-14-09]. Megawell: A2003N00. Disponible en Internet: <URL:http://http://www.alihuen.org.ar>

y las vitaminas se aumentan durante la germinación. Por los cambios que sufre la semilla, aumentan los compuestos solubles de fósforo, fundamental en los procesos de respiración que se llevan a cabo en la germinación.

El mismo autor<sup>33</sup> menciona que el endosperma de las semillas es el almacén de los carbohidratos, proteínas y aceites. Cuando las semillas germinan, se obtienen aminoácidos predigeridos y azúcares naturales para alimento del embrión de la planta a medida que crece.

**4.4.1 Fisiología del germinado.** García<sup>34</sup> menciona que en el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas importantes. El germen del embrión de la futura planta, a partir de su energía en forma de carbohidratos y lípidos, se transforma en pocos días en una plántula, que tanto en su parte aérea como en la zona radicular se encuentra en un crecimiento acelerado, con poco contenido de fibra y un alto contenido en proteína. Los aminoácidos están en forma libre y son aprovechados fácilmente por los animales que los consumen.

**4.4.2 Ventajas del germinado.** El mismo autor<sup>35</sup> reporta las siguientes ventajas de la utilización del germinado:

- ★ Sirve para toda clase de animales: caballos, vacas, chivos, borregos, gallinas, conejos, cerdos, etc
- ★ De 1,7 Kg. de semilla de maíz se obtiene hasta 12 Kg. de germinado en ocho días después de sembrado
- ★ Se puede producir durante todo el año
- ★ Tiene un valor nutritivo alto
- ★ Permite contribuir con el manejo ecológico
- ★ Proporcionan una alimentación sana, sin requerir de pesticidas o insecticidas
- ★ Se pueden cultivar en cualquier lugar
- ★ Son ricos en energía
- ★ Son digeridos y asimilados fácilmente por el organismo

---

<sup>33</sup> *Ibíd.*, p.1

<sup>34</sup> GARCIA, Román David. Germinación [online]. Journal 2 ed. Argentina: Unión vegetariana internacional, rev. 29 abril 2004 [citado en 2005-4-05]. Reed Mangels: V0053N. Disponible en Internet: <URL:<http://www.uva.org.ar/germinados.html>>

<sup>35</sup> *Ibíd.*, p.1

**4.4.3 Rendimiento.** Carballo reporta que: “La producción de granos germinados para uso forrajero, bajo control de temperatura, humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla en pasto fresco y una altura de 20 cm., aproximadamente en un período de 7 a 10 días”<sup>36</sup>.

**4.4.4 Procedimiento para la germinación.** El mismo autor<sup>37</sup> contempla los siguientes pasos:

- ★ Remojar y limpiar el grano, separando basura y granos quebrados
- ★ Dejar reposar el grano por 24 horas en remojo, quitando el agua y se pondrá en reposo nuevamente
- ★ A las 48 horas de reposo, sembrar en el lugar designado para ello
- ★ Por dos días regar agua de 4 a 5 veces al día a los granos
- ★ Los tres días siguientes regar agua de 3 a 4 veces al día
- ★ El noveno día ya está el germinado para dar a los animales

**4.4.5 Cereales para germinar.** García<sup>38</sup> expresa que las semillas para germinar deben estar vivas, se deben evitar semillas irradiadas o sometidas a procesos físicos o químicos que alteren su estructura vital y comprobar que la tasa de germinación no sea inferior al 90%.

Buitrago, citado por Timaran y Ceballos<sup>39</sup>, menciona que un factor importante para el eficiente uso del recurso alimenticio es el conocimiento de la composición química de los alimentos así como de los requerimientos nutricionales. En importancia, después del maíz y sorgo, están el trigo, arroz y cebada en cuanto a calidad y cantidad de nutrientes. Los cereales proporcionan entre 2700 y 3700 Kcal. / Kg. de ED, 9 – 13 % de proteína, 2 – 7% de grasa y 2- 10% de fibra.

---

<sup>36</sup> CARBALLO MONDACA, Carlos Ramón. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal [online]. Culiacán 2 ed. México: Zootecnocampo, rev. 2 marzo 2000 [citado en 2004-4-02]. Sinaloa: 012707. Disponible en Internet <URL:<http://www.zootecnocampo.com/Documentos/germinados.html>>. p. 1

<sup>37</sup> *Ibíd.*, p.1.

<sup>38</sup> GARCIA, Op. Cit., p. 1

<sup>39</sup> TIMARAN, Segundo y CEBALLOS, Héctor. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Pasto, 1984. p. 9. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Así mismo, menciona que: “El valor biológico de la proteína es moderado, con tendencia a una deficiencia de lisina y triptófano en la mayoría de los granos. El contenido de minerales es bajo, especialmente de calcio. Los granos de maíz y sorgo son más pobres en fósforo que la avena, el trigo, la cebada y el arroz. Todos los cereales son pobres en vitamina D y riboflavina”<sup>40</sup>.

La composición nutricional de algunos cereales alimenticios antes de germinar se presenta en la tabla 4, y la de los granos ya germinados en la tabla 5, observándose un incremento en su valor nutricional. (Figuras 1, 2 y 3)

**Tabla 4. Composición química de los granos de cebada, maíz y trigo**

Granos	Materia seca %	Proteína %	Ceniza %	Extracto etéreo %	Fibra %	ELN %
Cebada	89.00	11.60	2.40	1.80	5.10	79.10
Maíz	87.00	9.50	2.00	3.80	2.00	82.70
Trigo	89.00	12.70	1.80	2.30	2.50	80.70

Fuente: D. C. Church. W. G. Pond (1998)

**Tabla 5. Composición química de germinados de cebada, maíz y trigo**

Granos	Materia seca %	Proteína %	Ceniza %	Extracto etéreo %	Fibra %	ELN %
Cebada	21.36	15.77	5.28	4.72	16.15	58.08
Maíz	22.35	12.26	3.84	4.25	14.87	64.78
Trigo	19.05	18.49	3.25	2.60	17.86	57.80

Fuente: Carlos Carballo /www.zootecnocampo.com

**4.4.6 Experiencias con germinados en la alimentación de animales.** Carballo reporta las siguientes experiencias:

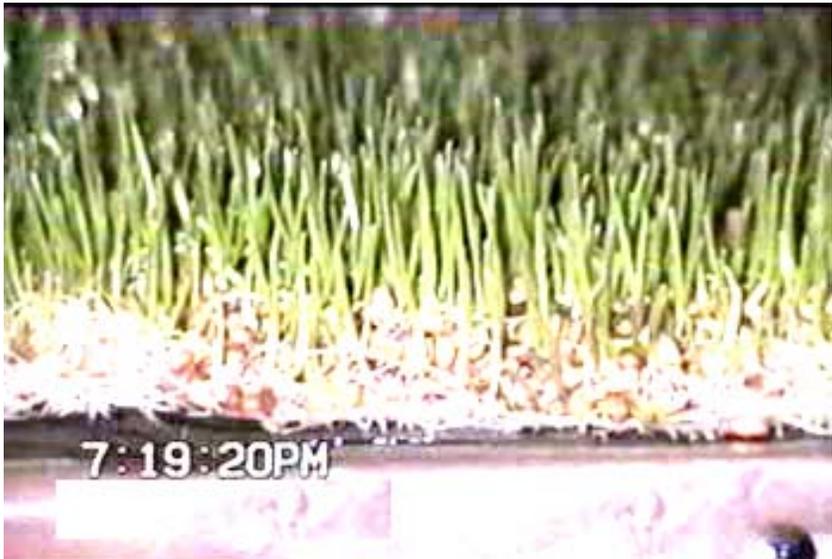
✓ “A fines de los años treinta del siglo pasado, en Inglaterra y Escocia, se reporta el uso de cereales germinados en la alimentación del ganado, con buenos resultados. La técnica utilizada era completamente rústica, obteniéndose una altura del pasto de 5 cm. y solamente se duplicaba el peso del forraje con relación al peso de la semilla”.

<sup>40</sup> Ibíd., p.9

**Figura 1. Germinado de maíz**



**Figura 2. Germinado de trigo**



**Figura 3. Germinado de cebada**



- ✓ “El germinado en aves domésticas se ha usado desde 1929, cuando el alemán llamado Mangold, recomendó el uso del germinado de trigo para aumentar la producción de huevos”.
  
- ✓ “En otro trabajo se determinó que la fertilidad del huevo aumenta en un 3% sobre el testigo sin alimentarse con granos germinados. También la ruptura del cascarón aumenta en un 4%. Los trabajos se hicieron con gallinas Leghorn”.
  
- ✓ “Por otra parte, con una ración base y dos tipos de grano (trigo y avena) y avena germinada de 4 días; esta última ración dio los mejores rendimientos. El peso de los huevos fue de casi un 20% superior al testigo”<sup>41</sup>.

#### **4.5 GENERALIDADES DEL PASTO AUBADE**

Caycedo menciona que: “El pasto aubade es un raygras tetraploide que se adapta bien en alturas comprendidas entre 2000 y 3000 msnm, exigentes en humedad

---

<sup>41</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 2

con precipitación promedio de 1000 mm/ año, produce de 110 a 130 toneladas de forraje verde por año, realizando 10 cortes con intervalos de 35 a 40 días”<sup>42</sup>.

Argüelles afirma que:

Bajo condiciones de fertilización y riego oportuno durante el verano, produce entre 18 y 21 ton / Ha al año de forraje seco, cosechando el forraje con intervalos de 5 semanas. Esta producción en términos de forraje verde es en promedio de 110 a 130 toneladas al año, realizando 10 cortes, y corresponden a la producción total bruta sin descontar las pérdidas, estimadas en un 40 % originada por manejo del pasto en pastoreo<sup>43</sup>.

Según Freydel<sup>44</sup>, el forraje es importante para el aparato digestivo de los conejos ya que el mismo funciona por empuje y no por contracción. Mientras el animal va comiendo, va empujando el resto de la comida y va digiriendo el alimento. Es por eso que los conejos comen durante todo el día y en pequeñas cantidades de comida.

Por su parte, Caycedo y Egas, citados por Coral y Reyes, sostienen que: “Los pastos más utilizados en clima frío son: los Raigrases Inglés e Italiano, los Tetraploides Aubade, Tetralite y Tetrablend, gramíneas de altos contenidos de proteína (18-20% en materia seca), vitaminas y minerales, que se caracterizan por su alto grado de humedad y relativamente baja fibra”<sup>45</sup>.

---

<sup>42</sup> CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto: Universidad de Nariño, 2000. p. 133

<sup>43</sup> ARGÜELLES, G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera. Colombia: Contribución del proyecto especies forrajeras de la división de proyecto especial de la investigación pecuaria del ICA, Banco Ganadero, 1992. p. 65-73.

<sup>44</sup> FREYDEL, Op. Cit., P. 1.

<sup>45</sup> CORAL BUSTOS, Javier Enrique Y REYES JURADO, Alba Lucía. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje confrey (*Symphytum peregrinum*) y pasto aubade (*Lolium sp.*). Pasto, 1997. p. 15. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

En la Universidad de Nariño, Criollo y Figueroa<sup>46</sup> realizaron un trabajo en conejos de levante, utilizando pasto aubade más suplementos con diferentes niveles de energía y proteína. El mejor incremento de peso (22,48 g/an/día) y conversión alimenticia (2,85) se obtuvo con pasto aubade más concentrado (18% proteína).

En análisis realizados por el laboratorio de Nutricional Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la universidad de Nariño, se encontró que el pasto aubade presenta un buen contenido de proteína y fibra aceptable, como se puede observar en la tabla 6 y figura 4.

**Tabla 6. Composición química del pasto Aubade**

<b>Nutrientes</b>	<b>Base húmeda</b>	<b>Base Seca</b>
Humedad, %	84,51	
Ceniza, %	1,12	10,57
Extracto etéreo, %	0,44	2,9
Fibra, %	5,30	34,25
Proteína, %	1,94	12,54
ENN, %	6,15	39,74
Energía bruta Kcal. /100g.	170	451

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencia Pecuarias, Universidad de Nariño (2002)

**Figura 4. Pasto aubade**



<sup>46</sup> CRIOLLO y FIGUEROA, Op. Cit., p. 55.

## 5. DISEÑO METODOLOGICO

El trabajo se dividió en dos fases: en la primera se realizó una prueba de digestibilidad aparente *In vivo* de los germinados de maíz, trigo, cebada y pasto aubade en el levante de conejos. En la segunda fase se realizó una prueba de comportamiento con los dos mejores tratamientos de granos germinados (en este caso, trigo y cebada) y el pasto aubade para determinar los rendimientos productivos en levante y engorde de conejos. Los tratamientos de esta fase fueron fijados de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de digestibilidad.

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se realizó en las instalaciones de la Granja Botana de la Universidad de Nariño, ubicada a una distancia de 9 Km. al sur de la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño, con 2809 msnm, temperatura promedio de 11°C, precipitación anual de 870 mm, y humedad relativa del 85% (\*).

### 5.2 PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD

**5.2.1 Instalaciones y equipos.** El trabajo se realizó en un galpón con las siguientes características: paredes en ladrillo, piso de cemento y techo en teja de eternit. El área es de 11,4 m de largo y 7,3 m de ancho. Los animales se alojaron en Jaulas metabólicas provistas de piso en malla para la recolección de heces y orina, y se adecuaron bebederos y comederos. Las dimensiones de las jaulas son las siguientes: 0,35 m de ancho, 0,35 m de profundidad y 0,88 m de altura.

Para germinar los granos, se elaboró un germinador de 1,90 m alto, 3,10 m de largo y 0,70 m de ancho, en madera y bandejas en plástico, cuyas dimensiones son: 1,54 m de largo y 0,65 m de ancho con una inclinación de 6%. Se adecuó un drenaje para el agua con tubos de PVC. En la figura 5 y 6 se muestra el diseño de la jaula metabólica y el germinador utilizados en la investigación.

---

\* INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Pasto, Colombia, 2000 (Comunicación personal)

Para el pesaje de los conejos, las heces y el alimento se empleó una balanza electrónica. El almacenamiento de las heces se realizó en nevera a una temperatura de refrigeración de 4 °C.

**Figura 5. Jaula metabólica utilizada en el ensayo**



**Figura 6. Germinador utilizado para la investigación**



**5.2.2 Animales.** Se utilizaron 16 conejos machos de raza Nueva Zelanda Blanca, con dos meses de edad, peso promedio de 1500 g, de padres provenientes del Centro Latinoamericano de Especies Menores (CLEM), localizado en el municipio de Tulúa, departamento del Valle del Cauca.

**5.2.3 Plan sanitario.** Al iniciar el periodo experimental, la instalación y las jaulas fueron previamente desinfectadas con un producto comercial a base de yodo, la desparasitación interna y externa de los animales con un producto comercial a base de ivermectina, en dosis de 0.1ml/kg, previo diagnóstico en el laboratorio.

**5.2.4 Tratamientos.** Los animales seleccionados se distribuyeron en cuatro tratamientos de la siguiente manera:

- T<sub>0</sub>: Pasto aubade
- T<sub>1</sub>: Germinado de maíz
- T<sub>2</sub>: Germinado de trigo
- T<sub>3</sub>: Germinado de cebada

**5.2.5 Alimentación.** En la tabla 8 aparece la composición química de los alimentos evaluados. El alimento se suministró una vez al día. Se inició suministrando 500 g/día/animal de pasto aubade, finalizando la etapa pre - experimental se suministró 750 g/día/animal hasta finalizar la etapa experimental. El suministro de los granos germinados se realizó una vez al día en una cantidad de 250 g/día/animal, finalizando la etapa pre - experimental se suministró 350 g/día/animal hasta finalizar la etapa experimental. Para esta etapa se tuvo en cuenta los siguientes alimentos:

★ **Pasto Aubade (*Lolium sp.*).** Durante el periodo evaluado, no fue necesario la implementación de cultivos de pasto aubade, ya que se utilizó un lote establecido en la Granja Botana de la Universidad de Nariño, al cual se le hizo un seguimiento para obtener forraje con frecuencia de corte similar. Hay que aclarar que la composición química del pasto (tabla 8 página 46) se vio afectada quizá por el periodo seco que se presentó durante el ensayo.

★ **Procedimiento para la obtención de germinados.** Se realizó el siguiente proceso de germinación, teniendo en cuenta las condiciones de manejo, higiene, calidad y la cantidad de alimento diario requerido por animal:

- ✓ En el primer día se lavó el grano, separando los residuos y los granos quebrados, para dejar el grano en remojo por 20 horas en un balde, cubierto con una tela sujeta con una banda de caucho.
- ✓ A las 20 horas de estar en remojo, se realizó un enjuague y se quitó el agua, para dejar el grano en reposo por 48 horas en el balde.
- ✓ Después del reposo, se extendió el grano en las bandejas del germinador, procurando que no queden calvas o que el grano quede amontonado.
- ✓ Durante los dos días siguientes, se roció agua dos veces al día a los granos y los siguientes días se roció agua 1 vez al día.
- ✓ El germinado de cebada se dio a los animales al séptimo día, el germinado de trigo al octavo día y el germinado de maíz a los doce días, de acuerdo al periodo de germinación de cada semilla.

**Características del germinado.** Aunque dentro de los objetivos no estaba la determinación de las características del germinado, se tuvieron en cuenta como completo de los alimentos en estudio. Algunas de ellas están en la tabla 7.

**Tabla 7. Características de los germinados evaluados**

Alimento	% germinación	% pudrición	Longitud		Diámetro	
			Raíz	Tallo	Seco	Germinado
Maíz	78,00	8	3,0	2,5	9 mm	10 mm
Trigo	95,00	0	3,0	3,4	5 mm	7,5 mm
Cebada	95,50	0	3,2	3,8	4,5 mm	8,0 mm

Datos tomados durante el ensayo

**5.2.6 Etapa pre-experimental.** Tuvo una duración de 10 días, durante los cuales los animales se alimentaron individualmente en jaulas metabólicas, realizando pesajes del alimento para determinar el consumo de cada animal.

**5.2.7 Etapa experimental.** Concluida la etapa de adaptación se llevaron a cabo las siguientes actividades durante 15 días:

- ★ Suministró diario de alimento y agua a los animales.
- ★ Las heces se recolectaron y se almacenaron por cada unidad experimental.
- ★ Pesaje de alimento rechazado y toma de muestras para sacar la materia seca del mismo.
- ★ Limpieza diaria del galpón.

**Tabla 8. Composición química de los alimentos evaluados (%BS)**

FRACCIÓN DETERMINADA	TRATAMIENTOS			
	Aubade	Germinado maíz	Germinado trigo	Germinado cebada
Materia seca	17,46	49,61	42,14	48,40
Ceniza	10,09	2,71	2,66	2,85
Extracto etéreo	2,14	4,23	2,96	2,89
Proteína	10,60	10,99	14,56	13,05
Fibra cruda	24,80	7,21	11,99	10,31
ELN	52,37	74,86	67,83	70,90
NDT	60,01	75,70	75,90	80,10
Calcio	0,37	0,20	0,42	0,45
Fósforo	0,31	0,41	0,31	0,40

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencia Pecuarias, Universidad de Nariño (2004)

**5.2.8 Toma de muestras.** De cada uno de los alimentos suministrados, se tomaron muestras al azar, las cuales se llevaron al laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño para su respectivo análisis. Las heces se recolectaron, eliminando las impurezas tanto de alimento como otros cuerpos extraños y se empacaron en bolsas de cierre hermético previamente pesadas, rotuladas con fecha, tratamiento, réplica y peso, para posteriormente llevarlas a la nevera. El último día de ensayo se mezclaron las heces por réplica, obteniendo una mezcla homogénea para su respectivo análisis químico.

**5.2.9 Análisis químico.** Las muestras de alimento y heces se analizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño, siguiendo las técnicas propuestas por Apráez 1992, para determinar materia seca, proteína, energía, fibra, extracto etéreo, ceniza, ELN y minerales (calcio y fósforo).

**5.2.10 Variables evaluadas.** Las variables evaluadas fueron las siguientes:

★ Consumo de alimento. Se determinó por diferencia de alimento ofrecido y rechazado, además se registró la cantidad de heces excretadas a diario por cada unidad experimental.

**Consumo alimento = (alimento ofrecido x %ms alimento ofrecido) – (alimento rechazado x %ms alimento rechazado)**

★ Coeficiente de digestibilidad. Se calculó mediante la siguiente fórmula (Maynard, 32):

$$\text{CD} = [(\text{Mo} - \text{Me}) / \text{Mo}] \times 100, \text{ donde:}$$

CD: Coeficiente de digestibilidad

Mo: Material ofrecido

Me: Material excretado

★ Nutrientes digestibles totales (NDT). Se calculó con la siguiente formula:

$$\text{NDT} = (\text{PD proteína} \times 1) + (\text{PD fibra} \times 1) + (\text{PD EE} \times 2,25 \times 1) + (\text{PD ELN} \times 1), \text{ donde:}$$

PD: Principio digestible

El principio digestible de cada nutriente se calculó así:

$$\text{PD} = \frac{\text{CD} \times \text{análisis químico}}{100}$$

### 5.3 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO

**5.3.1 Instalaciones y equipos.** Se emplearon 4 jaulas, con unas dimensiones de 1.80 cm. largo, 70 cm. de ancho y 35 cm. de alto y a una altura de 64 cm. del piso. Cada jaula con 3 divisiones dotadas de comederos y bebederos (figura 7). Además se utilizó balanza de reloj y electrónica para los diferentes pesajes, tanto de animales como de alimento.

**5.3.2 Animales.** Se utilizaron 36 animales machos de raza Nueva Zelanda, con un peso promedio de 752g, 1 mes de edad y tamaño homogéneo, los cuales fueron llevados hasta la fase de engorde, durante 63 días.

**Figura 7. Jaula utilizada en la prueba de comportamiento**



**5.3.3 Plan sanitario.** Al iniciar la prueba de comportamiento, las instalaciones se desinfectaron con un producto comercial a base de yodo, la desparasitación interna y externa de los animales con un producto comercial inyectable a base de ivermectina en dosis de 0.1ml/kg.

**5.3.4 Tratamientos.** De acuerdo a los resultados del ensayo de digestibilidad y el análisis bromatológico de los alimentos, se plantearon los siguientes tratamientos:

- T<sub>0</sub>: Pasto aubade
- T<sub>1</sub>: Germinado de trigo
- T<sub>2</sub>: Germinado de cebada

**5.3.5 Alimentación.** Los animales fueron sometidos a un periodo de 7 días de acostumbramiento al alimento. Se hizo la programación del germinado y el pasto para que los animales reciban el alimento en condiciones óptimas y homogéneas (anexo 33, 34 y 35). El alimento se suministró una vez al día. Se inicio con 700 g/día/réplica de pasto aubade, finalizando la prueba de comportamiento con 2300 g/día/réplica, y 320 g/día/replica de germinados, finalizando con 1000 g/día/réplica. En la tabla 9 se presenta el plan de alimentación para conejos de engorde. En los anexos 30, 31 y 32 se presentan los consumos de materia seca y el balance nutricional de cada alimento.

**5.3.6 Duración del ensayo.** Para la prueba de comportamiento, se pesaron los animales al iniciar la etapa experimental y luego cada ocho días. Esta tuvo una duración de 63 días.

**Tabla 9. Plan de alimentación para conejos**

<b>Edad en semanas</b>	<b>Cantidad ms (g/día)</b>
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90
10	100
11	110
12	120

**Fuente:** CLEM, citado por Muñoz y Noguera (2003, 61)

**5.3.7 Variables evaluadas.** Fueron las siguientes:

★ Consumo de alimento. Se determinó por diferencia entre la cantidad suministrada y rechazada.

**Consumo alimento = (alimento ofrecido x %ms alimento ofrecido) – (alimento rechazado x %ms alimento rechazado)**

★ Incremento de peso. Se registró el peso inicial y final, para luego deducir el incremento de peso diario. Se estimó teniendo en cuenta la siguiente formula:

**Incremento de peso = Peso final – peso inicial**

★ Conversión alimenticia. Se tuvo en cuenta el consumo de alimento y el incremento de peso registrado al final del ensayo, mediante la siguiente formula.

**CA =  $\frac{\text{consumo de alimento}}{\text{Incremento de peso}}$**

☆ Mortalidad. Se calculó con el número de animales vivos y muertos al final del periodo experimental para cada uno de los tratamientos, mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{No de animales muertos}}{\text{No total de animales}} \times 100$$

☆ Índice de productividad. Se determinó con el incremento de peso, el área forrajera y la producción de germinados destinada para la alimentación y el tiempo para la producción de forraje y germinado.

$$IP = \frac{\text{kg. ms/ha/año}}{\text{Consumo ms/animal/año}} \times \text{Incremento de peso}$$

**5.3.8 Análisis parcial de costos.** Para evaluar los tratamientos se consideró los costos fijos (costo de mano de obra para el manejo de los animales y el costo de los animales, depreciación de equipos y arrendamiento) y los costos variables (costo del forraje, cereales, medicamentos e insumos). De acuerdo con lo anterior:

$$\text{Costos totales} = CF + CV$$

Los ingresos se estimaron teniendo en cuenta el costo de venta de los conejos en la etapa de engorde, por lo tanto:

$$\text{Ingreso Neto} = \text{Ingreso Bruto} - \text{Costo Total.}$$

Los anteriores datos fueron la base para hacer un análisis de rentabilidad del periodo para los diferentes tratamientos:

$$R/\text{periodo} = \frac{\text{Ingreso Neto}}{\text{Costo Total}} \times 100$$

## 5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la prueba de digestibilidad se empleó un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con cuatro tratamientos, cuatro replicaciones por tratamiento, cada réplica la representó un animal.

En la prueba de comportamiento se empleó un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con 4 tratamientos y cuatro replicas por tratamiento, cada réplica representada por tres animales.

Tanto para la prueba de digestibilidad como para la de comportamiento se hizo el análisis de varianza y la prueba de Tukey para cada una de las variables en estudio. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Respuesta de la i-ésima unidad experimental sometida al j-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media

$T_j$  = Efecto del tratamiento

$E_{ij}$  = Error experimental

Se plantearon las siguientes hipótesis:

**Ho:** Hipótesis nula. No existen diferencias entre tratamientos

**Hi:** Hipótesis alternativa. Existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado diferente a las variables evaluadas.

## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD

Los resultados de digestibilidad mostrados en la tabla 10 y anexo 26, se obtuvieron de acuerdo al análisis químico presentado en la tabla 8 (página 48 y anexo 25).

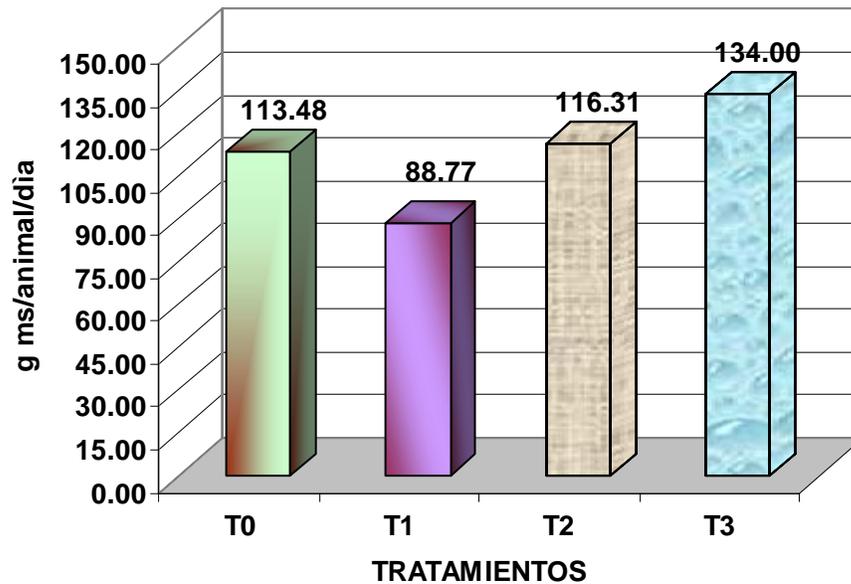
**TABLA 10. Prueba de digestibilidad**

<b>Variables</b>	<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>
Periodo pre experimental, (días)	10	10	10	10
Periodo experimental, (días)	15	15	15	15
Consumo promedio (ms g/anl/día)	113,48	88,77	116,31	134,00
CD MS, (%)	64,59	67,24	73,43	78,34
CD Proteína, (%)	67,50	53,33	81,66	77,69
CD Fibra, (%)	58,04	41,38	55,84	59,69
CD EE, (%)	62,35	81,04	85,03	76,75
CD ELN, (%)	67,71	75,00	76,15	82,95
NDT, (%)	60,01	72,70	75,90	80,10

**6.1.1 Consumo de materia seca.** El análisis estadístico (anexo 1, 2, 3 y 4) reveló diferencias ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. El germinado de cebada presentó el mayor consumo de materia seca con 134,00 g ms/día, seguido en su orden por el germinado de trigo y pasto aubade con 116,31 g ms/día y 113,48 g ms/día respectivamente, el menor se obtuvo con germinado de maíz 88,77 g ms/día. (Tabla 10, figura 8).

El mayor consumo observado en los animales que consumieron germinado de cebada quizá obedeció a factores ligados al alimento, como olor agradable, sabor agridulce, consistencia blanda, presentación y tamaño adecuado, y al medio como la temperatura ambiente, puesto que las condiciones climáticas de la zona (frío) hicieron que los animales consuman más alimento para regular su temperatura.

**Figura 8. Consumo de materia seca durante la prueba de digestibilidad**



Cheeke<sup>47</sup> afirma que los conejos seleccionan los productos dulces y las raciones que contienen sacarosa o melaza, en este caso, los germinados son ricos en azúcares. Por otro lado Bondi argumenta que “la ingestión de alimentos aumenta si el medio es frío y disminuye si es calurosos”<sup>48</sup>

El menor consumo obtenido en el germinado de maíz podría explicarse por la forma física del alimento, el cual presentó dureza y diámetro mayor debido al proceso de germinación lento, lo cual impidió el ablandamiento total del grano y la transformación de sus nutrientes, influyendo en la masticación y degradación de los compuestos complejos. Por otra parte, la pudrición provocó el desarrollo y proliferación de hongos al exponerse el germinado a un prolongado tiempo de humedad, haciéndolo menos apetecible.

Por su parte Cheeke<sup>49</sup>, sostiene que los conejos prefieren alimentos granulados de diámetro medio, produciéndose una mayor ingestión del alimento. De igual

<sup>47</sup> CHEEKE, Op. Cit., p 180

<sup>48</sup> BONDI, Op. Cit., p 403

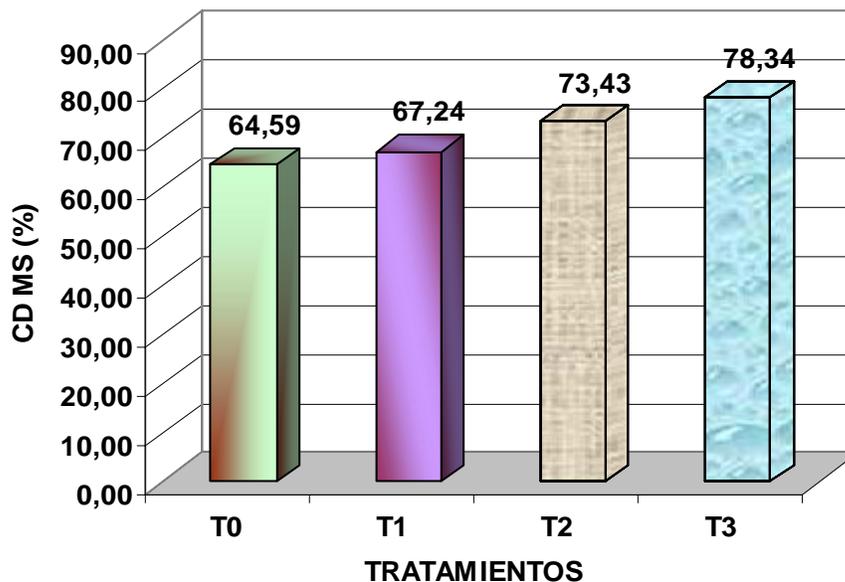
<sup>49</sup> CHEEKE, Op. Cit., p 248, 193.

manera Fraga<sup>50</sup> expresa que el diámetro ideal del granulo se sitúa entre 3 y 4 mm, y si supera los 5 mm, hay riesgo de rechazo.

Por otro lado, Hosene<sup>51</sup> menciona que los granos de maíz son muy duros debido a que el enlace entre la proteína y el almidón es muy fuerte, por tal motivo su periodo de germinación es largo; la humedad, tiempo y temperatura dan lugar al desarrollo de microorganismos, particularmente ciertas especies de hongos que son causa importante del deterioro del grano. Kent y Amos<sup>52</sup>, en este mismo sentido, señalan que si la humedad no sobrepasa el tiempo de germinación, no hay proliferación de hongos o bacterias

**6.1.2 Digestibilidad de la materia seca (CDMS).** El análisis estadístico (anexo 5 y 6) indicó diferencias ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos, a favor del germinado de cebada (78,34%), seguida del germinado de trigo (73,43%) y las menores para germinado de maíz (67,24%) y pasto aubade (64,59%). (Figura 9)

**Figura 9. Digestibilidad de la materia seca.**



<sup>50</sup> FRAGA FERNANDEZ, M.J. Alimentación de los animales monogástricos. Madrid: Mundi Prensa, 1985. p. 101

<sup>51</sup> HOSENEY, Carl. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. España: Acribia, 1991. p. 18.

<sup>52</sup> KENT JONES, D.W, AMOS, A.J. Química moderna de los cereales. España: Aguilar, 1986. p. 555

Las mejores digestibilidades de los germinados de cebada y trigo, pueden atribuirse al mayor contenido de materia seca en el alimento, debido a que éste no fue llevado a la germinación total del grano y por lo tanto su porcentaje de materia seca disminuyó a la mitad. Por otro lado, la presencia de carbohidratos solubles y estado fisiológico del germinado en grano lechoso, pudo favorecer la degradabilidad en el tracto digestivo, lo cual se vio reflejado no solo en esta fracción sino en todas, como se verá más adelante.

Mc Donald *et al*<sup>53</sup> sustenta que la digestibilidad de los alimentos guarda estrecha relación con la composición química. Así mismo menciona que en el proceso de germinación, los granos de almidón se hinchan, haciéndolos más susceptibles al ataque enzimático en el tracto digestivo. De su parte, Carballo<sup>54</sup> alude que durante la fase de absorción de agua se inicia la actividad vital de la semilla reanudando el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad donde la materia seca del grano disminuye en un 50% a los 6 días de germinación.

El pasto aubade y germinado de maíz mostraron las menores digestibilidades como consecuencia de un desbalance nutricional entre los contenidos de fibra (24,80 y 7,21% respectivamente) y proteína (10,60 y 10,99% respectivamente) de estos alimentos; por otro lado, el germinado de maíz presentó mayor dureza del grano lo que disminuyó el consumo, ya que un animal cuando se ve sometido a consumir alimentos con estas características, la actividad microbiana se ve disminuida y provoca un tránsito lento del alimento, disminuyendo la digestibilidad.

Cheeke señala<sup>55</sup> que los niveles de fibra inferiores o superiores del 10 a 16% deprimen el aprovechamiento de la materia seca, ejerciendo acciones contrarias sobre los procesos digestivos y metabólicos, impidiendo muchas veces la ingestión de los nutrientes requeridos para cubrir las necesidades de rendimiento. Por otro lado, Bondi<sup>56</sup> afirma que el insuficiente aporte proteico incluye la menor ingestión de alimentos y su peor utilización por parte de los microorganismos que trabajan en la degradación.

---

<sup>53</sup> Mc DONALD *et al*, Op. Cit., p. 227, 479.

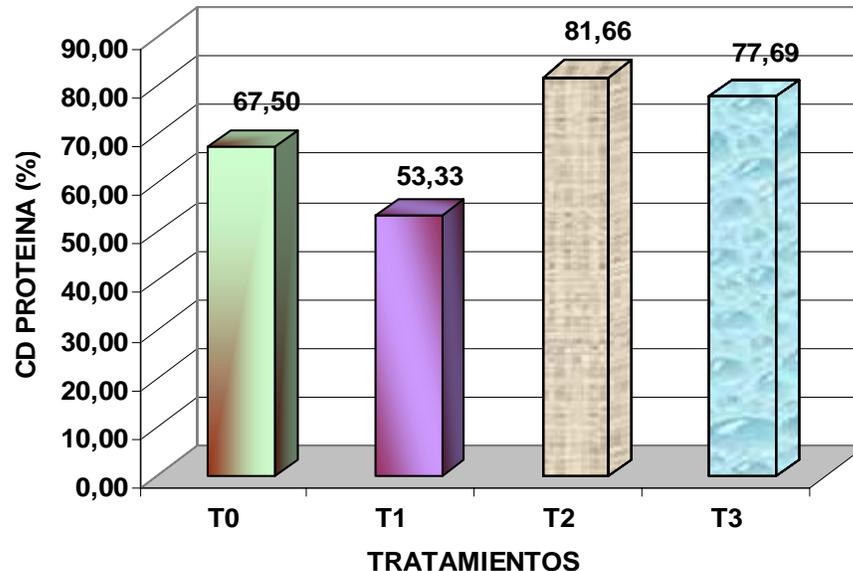
<sup>54</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 2

<sup>55</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 338

<sup>56</sup> BONDI, Op. Cit., p. 219

**6.1.3 Digestibilidad de la proteína (CDPROT).** El análisis estadístico (anexo 7 y 8) mostró diferencias ( $P < 0.01$ ,) a favor del germinado de trigo (81,68%) y cebada (77,69%), seguidos por el pasto aubade (67,60%). La menor digestibilidad se dio en el germinado de maíz (53,33%). (Figura 10)

**Figura 10. Digestibilidad de la Proteína.**



Los resultados de los dos primeros se puede atribuir a los mayores contenidos proteicos de estos alimentos, ya que la digestibilidad de la proteína es directamente proporcional a su contenido en el alimento. Por otra parte, la degradabilidad de los germinados quizá presentaron mayor solubilidad de los componentes proteicos y por lo tanto, la actividad proteolítica de los microorganismos fue más eficaz, mejorando la tasa y el grado de digestión.

Fraga<sup>57</sup> argumenta que si el nivel de proteína de un alimento es alta, la digestión de la misma se aumenta. Así mismo Maynard *et al*<sup>58</sup> sostiene que la digestibilidad de la proteína se complementa cuando la composición química del alimento favorece la digestión por el equilibrio nutricional, que independientemente de su contenido proteico bruto, cobra mayor importancia a la variedad de aminoácidos que hagan parte de éste.

<sup>57</sup> FRAGA, Op. Cit., p. 99

<sup>58</sup> MAYNARD, Leonard, LOOSLY, Jhon K., HINTZ, Harold S., WARNER, Richard G. Nutrición Animal. México: Mc Graw Hill, 1981. p. 137.

Por su parte, Stem *et al*, citados por Calpa y Melo<sup>59</sup>, expresan que la cantidad de proteína degradada en el tracto digestivo depende en gran medida de la actividad proteolítica de las bacterias, el acceso de las bacterias a la proteína y el tiempo de retención de las partículas alimenticias en el tracto digestivo.

Por otro lado, Cheeke<sup>60</sup> menciona que los altos valores de digestibilidad de la proteína pueden obedecer a la fermentación cecal y subsiguiente cecotrofia, ya que ésta es una estrategia digestiva que extrae la proteína de los alimentos con alta eficiencia al ingerir las heces blandas.

El nivel de fibra del pasto aubade quizá tuvo una influencia considerable en la degradación de la proteína debido a su mayor contenido en el alimento, lo que provoca una disminución de la actividad microbiana en el tracto digestivo. Roborgh y Zwep<sup>61</sup> sustentan que la fibra puede aumentar el nitrógeno metabólico fecal, acelera la velocidad de tránsito intestinal y por lo tanto disminuye el tiempo del contacto del bolo alimenticio con los jugos digestivos. Por su parte, Mc Donald *et al*<sup>62</sup> manifiesta que la velocidad y extensión de las proteínas dependen de factores tales como el área de superficie disponible para el ataque microbiano, la consistencia física y naturaleza química de la proteína y la acción protectora de otros constituyentes

El bajo coeficiente del germinado de maíz obedeció posiblemente al consumo de alimento, puesto que al presentar características organolépticas poco aceptadas por el animal fue menos apetecible, lo cual empeora el déficit de proteína. Al respecto, Fraga<sup>63</sup> señala que si el nivel de proteína de una ración es insuficiente, la ingestión diaria de materia seca se reduce y provoca una situación desequilibrada.

---

<sup>59</sup> CALPA QUETAMA, Alicia del Socorro y MELO IBARRA, Sandra Lusheny. Valoración nutritiva del ensilaje obonuco triticales 98 (*Triticum ssp*) y avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y cayuse en la alimentación de vacas holstein mestizo en producción en el altiplano de Pasto – Colombia. Pasto, 2003. p. 56. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>60</sup> CHEEKE, Op. Cit., p.58

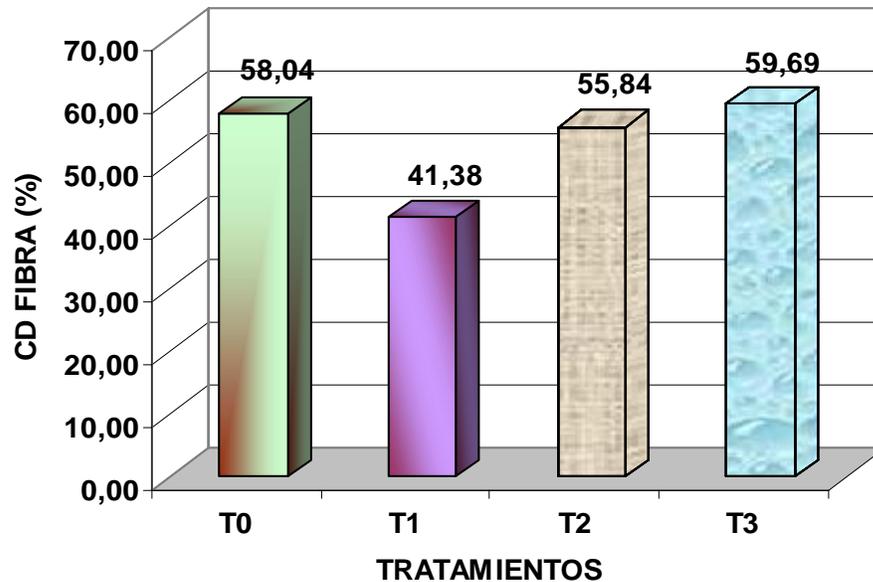
<sup>61</sup> ROBORGH, J.R. y ZWIEP, N. Nutrición animal. Sevilla: Universidad de Madrid, 1990. p. 85

<sup>62</sup> MC DONALD *et al*, Op. Cit., p. 256

<sup>63</sup> FRAGA, Op. Cit., p. 99

**6.1.4 Digestibilidad de la fibra cruda (CDFC).** El análisis estadístico (anexo 9 y 10) para los alimentos reveló diferencias ( $P < 0.01$ ). Los tratamientos  $T_3$  (59,69%),  $T_0$  (58,04 %) y  $T_2$  (55,85%) presentaron las mayores digestibilidades con relación al germinado maíz (41.38%). (Figura 11).

**Figura 11. Digestibilidad de la Fibra.**



Las mayores digestibilidades pueden atribuirse a la presencia de carbohidratos solubles en los germinados, debido a que en el proceso de germinación, los carbohidratos se vuelven más asimilables en forma de azúcares simples. A pesar de que el pasto aubade presentó alta digestibilidad, la condición de éste no fue la mejor, ya que la época en que se realizó el ensayo se caracterizó por la baja precipitación, situación que provocó un aumento de carbohidratos estructurales.

De acuerdo con Rodríguez<sup>64</sup>, durante la germinación, bajo la influencia de la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples, como dextrinas, maltosa y otros. Al respecto, García<sup>65</sup> coincide en expresar que en el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de transformaciones importantes; el germen del embrión, a partir de su energía en forma de carbohidratos y lípidos, se transforma en pocos días en una planta con una cantidad de carbohidratos más solubles y asimilables para el organismo animal.

<sup>64</sup> RODRÍGUEZ, Op. Cit., p. 1.

<sup>65</sup> GARCIA, Op. Cit., p. 2

Bernal, citado por Carpa y Melo<sup>66</sup>, afirma que la sequía aumenta la concentración de carbohidratos estructurales en los tejidos vegetativos. Por otro lado, Bondi<sup>67</sup> argumenta que la fibra de los forrajes se encuentra en la pared celular y sólo puede ser digerida por acción microbiana. Cuando los forrajes acumulan exceso de lignina y sustancias pectinas, la digestión de la fibra se inhibe y el aprovechamiento del pasto se restringe.

La menor digestibilidad en germinado de maíz puede atribuirse a la presencia de carbohidratos estructurales, por la dureza de la cutícula que es donde se acumulan estos compuestos que confieren estabilidad estructural al grano. De otra parte, este comportamiento quizá obedeció a la menor cantidad de fibra en este alimento, según el análisis químico. En este sentido, Hosney<sup>68</sup> sostiene que el maíz, por ser un cereal de tamaño mayor, se caracteriza por que el pericarpio que rodea a toda la semilla está constituido por varias capas que evitan el traslado de agua con facilidad. Por otra parte, Fraga<sup>69</sup> expresa que los componentes fibrosos de los alimentos cumplen la función del lastre. El tránsito digestivo es tanto más rápido cuando mayor es el tamaño de las partículas fibrosas, lo que supone una disminución en la digestibilidad.

**6.1.5 Digestibilidad de extracto etéreo (CDEE).** El análisis estadístico (anexo 11 y 12) mostró diferencias entre tratamientos ( $P < 0.01$ ), los germinados de trigo y maíz presentaron la mayor digestibilidad (85,05 y 81,01% respectivamente), seguidos por el germinado de cebada (76,75%). Aubade reveló la digestibilidad más baja. (Figura 12)

El mejor coeficiente de digestibilidad observado en el germinado de trigo quizá se debió al sabor de los alimentos reflejados en el consumo y en el germinado de maíz obedeció posiblemente a su contenido en el alimento.

En relación a lo anterior, Cheeke<sup>70</sup> expresa que las grasas de los cereales suelen ser más digeribles y tienen mayor valor energético, mejorando la eficiencia de

---

<sup>66</sup> CALPA y MELO, Op. Cit., p. 46

<sup>67</sup> BONDI, Op. Cit., p. 52

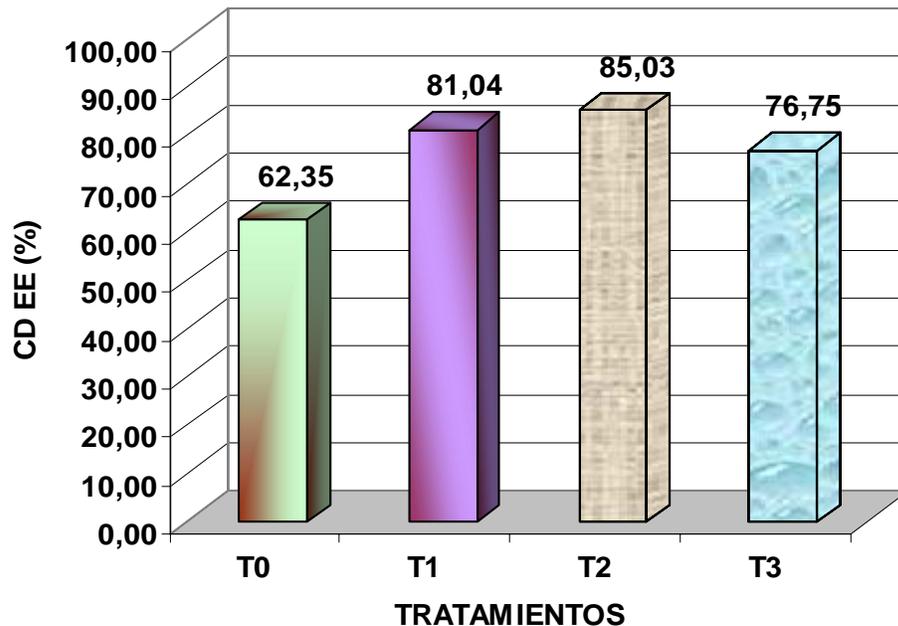
<sup>68</sup> HOSENEY, Op. Cit., p. 16

<sup>69</sup> FRAGA, Op. Cit., p. 98

<sup>70</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 113

transformación del alimento, y mantienen niveles energéticos adecuados sin provocar la sobrecarga de carbohidratos en el intestino grueso.

**Figura 12. Digestibilidad del extracto etéreo.**



La menor digestibilidad del pasto aubade tal vez correspondió a la composición de ácidos grasos; por un lado, los granos suelen ser fuentes de ácido linoleico y linolenico, ácidos grasos insaturados más blandos. En cambio, los forrajes tienden a tener mayor contenido de ceras o esteroides, las cuales no se hidrolizan fácilmente y carecen de valor nutritivo. Al respecto, Church<sup>71</sup> menciona que estos componentes pueden hacer parte del extracto etéreo y afectan el aprovechamiento de lípidos que proporcionan energía para el animal. Por su lado, Maynard<sup>72</sup> sustenta que en los vegetales con gran número de hojas, el extracto etéreo puede ser afectado por la presencia de compuestos que no son ésteres de ácidos grasos, constituyéndose en un limitante para la determinación de esta fracción.

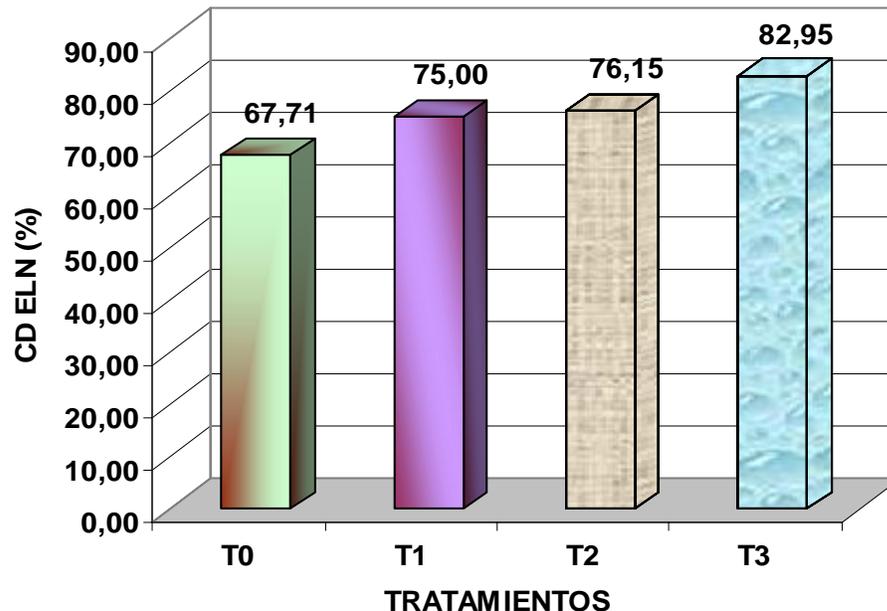
**6.1.6 Digestibilidad de extracto libre de nitrógeno (CDELN).** El análisis de varianza (anexo 13 y 14) manifestó diferencias ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. Los germinado de cebada y trigo (82,95 y 76,15% respectivamente) mostraron mejor

<sup>71</sup> CHURCH, Op. Cit., p. 123

<sup>72</sup> MAYNARD et al, Op. Cit., p. 103

digestibilidad, en tanto que el germinado de maíz y pasto aubade fueron menores con 75,00 y 67,71% respectivamente. (Figura 13)

**Figura 13. Digestibilidad del ELN.**



Los valores superiores en germinado de cebada y trigo, puede explicarse por el mayor contenido de carbohidratos solubles como azúcares y almidón. Por otro lado, estos cereales necesitaron menor tiempo para germinar y obtuvieron un nivel alto de extracto libre de nitrógeno, lo que supone una mayor eficiencia en la acumulación de carbohidratos no estructurales.

En este sentido, Kent y Amos<sup>73</sup> manifiestan que los azúcares, al igual que el almidón y la dextrina, son hidratos de carbono, con estructura química sencilla, los cuales son una fuente económica de mucho interés al suministrar el geminado como alimento a los animales. Así mismo, Cheeke<sup>74</sup> indica que los conejos tienen preferencias por productos ricos en almidón y azúcares, lo cual puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes. Así mismo expresa que los conejos son muy eficientes en la digestión del extracto libre de nitrógeno.

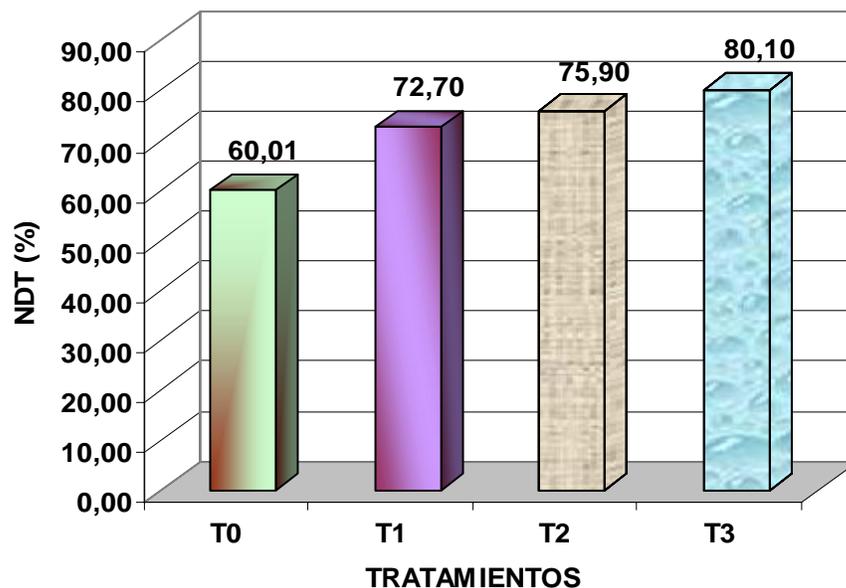
<sup>73</sup> KENT Y AMOS, Op. Cit., p. 24

<sup>74</sup> CHEKEE, Op. Cit., p.186, 89

En contraposición, la baja digestibilidad obtenida en pasto aubade puede explicarse por la época de sequía presentada durante el ensayo, lo que provocó el aumento de carbohidratos estructurales y afectó la digestibilidad de los nutrientes. Al respecto, Bondi<sup>75</sup> señala que el elevado contenido de extractos libres de nitrógeno (principalmente almidón) es característico en la mayoría de los cereales, principal carbohidrato de reserva. Por su lado, Roborgh y Zwep<sup>76</sup> afirman que cuando los animales ingieren forrajes ricos en fibra y poco digestibles, la ingestión de alimento concluye enseguida, debido al grado de repleción que se produce en el tracto digestivo del animal.

**6.1.7 Nutrientes digestibles totales (NDT).** El análisis estadístico (anexo 15 y 16) reveló diferencias ( $P < 0.01$ ) entre los alimentos suministrados. El germinado de cebada presentó un nivel energético superior (80.10%), seguido del germinado de trigo y maíz (75,90 y 72,70% respectivamente). El menor valor fue para aubade con 60,01%. (Figura 14)

**Figura 14. Nutrientes digestibles totales.**



<sup>75</sup> BONDÍ, Op. Cit., p. 9, 46

<sup>76</sup> ROBORGH y ZWIEP, Op. Cit., p. 34.

El germinado de cebada mostró mejor nivel energético debido al mayor contenido de ELN que, al respecto, Luna y Narváez<sup>77</sup> argumentan que un aumento de ELN puede influir positivamente en el contenido energético, ya que permite optimizar la síntesis de reserva energética del alimento, especialmente carbohidratos estructurales.

Carballo<sup>78</sup> sostiene que los cereales germinados son alimentos vivos, ya que al ingerirlos se está incorporando la energía vital de la semilla que acaba de germinar, debido a su contenido en azúcares simples, que aportan energía y se asimilan fácilmente.

El menor nivel de energía del pasto aubade se dio como consecuencia del alto contenido de fibra que, a su vez, afectó el aprovechamiento de los demás nutrientes, ocasionando un valor bajo de los nutrientes digeribles totales.

Al respecto, Cheeke<sup>79</sup> expresa que los conejos prefieren alimentos con bajo contenido en fibra y alto contenido de carbohidratos; cuando se eleva el contenido de fibra en la ración, disminuye el contenido de energía.

## 6.2 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO

En la tabla 11 se consignan los resultados para cada una de las variables. Los anexos 28 y 29 muestran los consumos y los pesos de los animales por réplica de cada tratamiento.

**6.2.1 Consumo de materia seca.** El análisis estadístico (anexo 17 y 18) reveló diferencias ( $P < 0.01$ ) a favor de germinado de cebada (111,55 g/día), seguida de germinado de trigo (101,30 g/día) y pasto aubade (99,28 g/día). (Tabla 11, figura 15).

---

<sup>77</sup> LUNA CARLOSAMA, John Alexander y NARVAÉZ ROMERO, José Jaime. Valoración nutritiva de los ensilajes avena (*Avena sativa*) variedad cayuse, L15/85 y obonuco triticales 98 (*Triticum ssp*) en el levante de novillas holstein mestizo. Pasto, 2003. p. 56. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

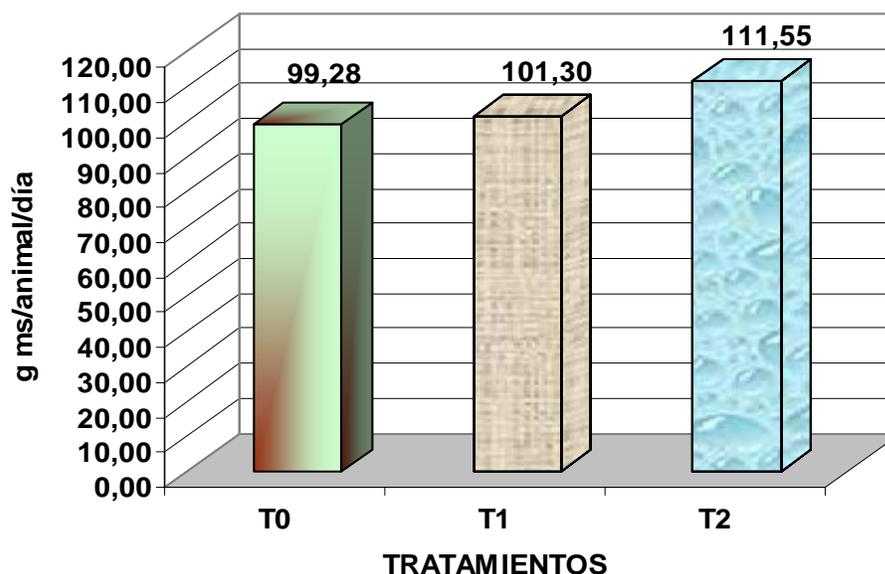
<sup>78</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 3

<sup>79</sup> CHEEKE, Op. Cit., p. 18

**Tabla 11. Prueba de comportamiento.**

Variables	T0 Pasto Aubade	T1 Germinado de trigo	T2 Germinado de Cebada
Periodo experimental (días)	63	63	63
No inicial de animales	12	12	12
No final de animales	9	12	12
Consumo ms, (g/día)	99,28	101,30	111,55
Peso promedio inicial (g)	741,33	760,08	759,58
Peso promedio final (g)	2026,00	2503,08	2608,33
Incremento de peso, (g/día)	20,39	27,67	29,35
Conversión alimenticia	4,87	3,66	3,80
Mortalidad, (%)	25	0	0
Índice productivo, (ton carne pie/ha/año)	4,64	25,59	84,69
Rentabilidad/mes, (%)	36,19	30,90	39,76

**Figura 15. Consumo de materia seca durante la prueba de comportamiento**



El mayor consumo puede atribuirse a las propiedades organolépticas tales como color, olor agradable y textura blanda, atributos que hacen deseable el consumo de este alimento, por tanto, puede afirmarse que el proceso de germinación fue correcto. Sin embargo, también pudo deberse al contenido de carbohidratos solubles que permitieron una eficiente digestibilidad de los nutrientes.

Al respecto, Preston y Leng, citados por Calpa y Melo<sup>80</sup>, mencionan que “el consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y su digestibilidad”. El máximo nivel de consumo depende del equilibrio apropiado de nutrientes en los productos de la digestión.

De otro lado, Carballo<sup>81</sup> sustenta que los cereales más apreciados por su textura y por el buen sabor de sus brotes son los obtenidos de los cereales de cebada y trigo, en su orden de importancia, que como germinados mejoran las propiedades nutritivas, contienen los mejores nutrientes del cereal y poseen la energía necesaria para crear una nueva planta.

Así mismo, García<sup>82</sup> manifiesta que con adecuados procedimientos de germinación en pocos días se obtiene una pequeña planta que, tanto en su parte aérea como radicular, se encuentra el crecimiento acelerado donde aumentan los compuestos solubles como aminoácidos predigeridos y azúcares naturales.

Del mismo modo, Mc Donald<sup>83</sup> señala que los granos de cereales son esencialmente concentrados de carbohidratos, cuyo componente fundamental de la materia seca es el almidón, que se localiza en el endospermo y durante el proceso de germinación, se desarrolla un sistema enzimático completo, que hidroliza los almidones hasta dextrinas, maltosa y otros azúcares.

En los animales que consumieron pasto aubade se encontró el menor consumo, comportamiento que puede atribuirse al alto contenido de fibra de este forraje, quizá ocupó un gran volumen en el tracto gastrointestinal impidiendo de esta manera que el animal pueda alojar más alimento en el compartimento digestivo. Lo anterior concuerda con Kent y Amos<sup>84</sup>, quienes argumentan que el porcentaje de fibra bruta de un alimento ejerce influencia principal sobre los procesos digestivos y sobre el consumo de materia seca por el animal, de aquí se deduce que los contenidos demasiado altos o bajos de fibra bruta del alimento ejercen acciones contrarias sobre los procesos digestivos y metabólicos, debido a que se

---

<sup>80</sup> CALPA y MELO, Op. Cit., p. 62

<sup>81</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 1

<sup>82</sup> GARCÍA, Op. Cit., p. 1

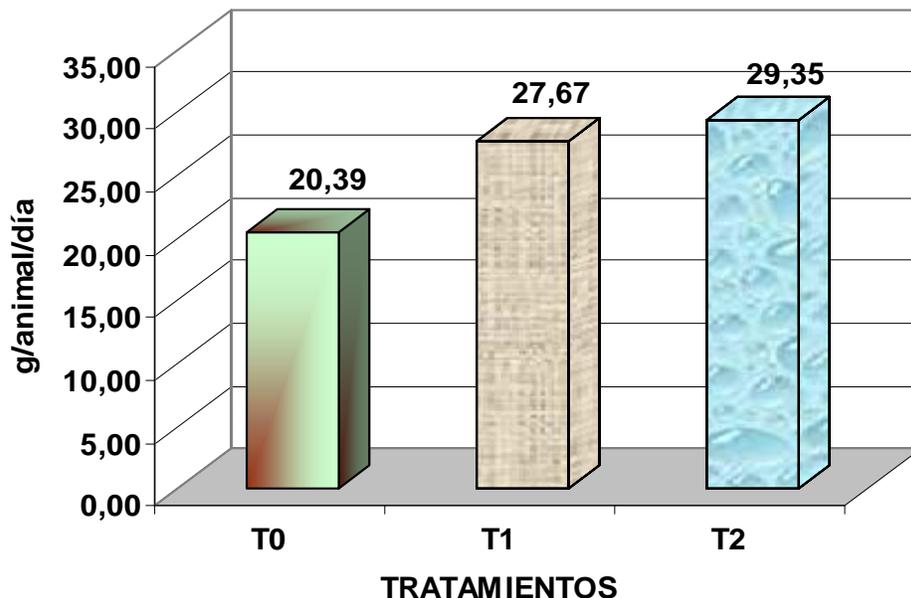
<sup>83</sup> MC DONALD, Op. Cit., p. 465

<sup>84</sup> KENT Y AMOS, Op. Cit., p. 40

produce un grado de repleción en el tracto digestivo del animal, por la ingestión de forrajes poco digestibles. Por otro lado, Cheeke<sup>85</sup> indica que los conejos son seleccionadores de alimentos, que escogen las porciones del material vegetal de bajo contenido en fibra y alto contenido de carbohidratos.

**6.2.2. Incremento de peso.** El análisis estadístico (anexo 19 y 20) reveló diferencias ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. El suministro de germinado de cebada y trigo mostró un mayor incremento de peso diario en los animales que los consumieron (29,35 y 27,67 g respectivamente), en tanto que los animales que consumieron aubade incrementaron 20,39 g. (Figura 16.)

**Figura 16. Incremento de peso diario.**



Los mejores incrementos de peso de los animales alimentados con germinados de cebada y trigo pueden atribuirse al buen contenido y aprovechamiento de los nutrientes. De igual manera, quizá el consumo y contenido de aminoácidos de estos alimentos sea más variado y su sincronización de nutrientes pudo influir en la formación de tejido. Se puede afirmar que con los germinados de cebada y trigo se logra un adecuado funcionamiento del sistema digestivo, reflejándose en la obtención de buenas ganancias de peso.

<sup>85</sup> CHEEKE, Op. Cit., p.185

Con relación a lo anterior, Guzmán, citado por Criollo y Figueroa<sup>86</sup>, sostienen que “Una baja ingestión de elementos nutritivos tiene como efectos inmediatos una baja de peso y en consecuencia los animales retardan su normal crecimiento y desarrollo”. Así mismo, Silva, citado por Chamorro y Mora<sup>87</sup>, expresa que la ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y calidad del alimento (digestibilidad), es decir, entre mayor sea el consumo y mejor la calidad del alimento, la ganancia de peso será mayor, siempre y cuando se tenga en cuenta los factores que pueden afectar el consumo (edad, tamaño, estado fisiológico del animal, aporte nutricional del alimento, palatabilidad, etc.).

Por su lado, Rodríguez<sup>88</sup> menciona que la germinación convierte a las semillas secas y duras en brotes tiernos ricos en nutrientes, ya que transforma la proteína en aminoácidos, los carbohidratos son modificados en azúcares simples, las grasas en ácidos grasos, los minerales se hacen más asimilables y las vitaminas se desarrollan durante la germinación. Por otro lado, Maynard *et al*<sup>89</sup> sustenta que el insuficiente aporte de aminoácidos y demás nutrientes disminuye la formación de tejido corporal de animales en crecimiento.

Es importante mencionar que el incremento de peso encontrado en esta investigación está por encima de lo reportado por otras investigaciones. Así, Muñoz y Noguera<sup>90</sup>, utilizando harinas de yuca, morera y botón de oro como reemplazo de la harina de alfalfa en conejos, reportan incrementos de peso entre 19,01 y 26,9 g/animal/día; igualmente, superan a los datos reportados por Díaz y Mosquera<sup>91</sup>, que al evaluar el forraje de calabaza en mezcla con el pasto aubade y maíz en el levante de conejos, obtuvieron ganancias entre 17,04 y 18,71 g/animal/día.

---

<sup>86</sup> CRIOLLO Y FIGUEROA, Op. Cit., p. 45

<sup>87</sup> CHAMORRO, Rodolfo Sebastián y MORA SALAZAR, Carmen Elena. Sustitución de maíz (*Zea mays*) por harina de guineo (*Musa sapientum*) como fuente de energía en suplementos para cuyes (*Cavia Porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Pasto, 2003. p. 58. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

<sup>88</sup> RODRÍGUEZ, Op. Cit., p. 2

<sup>89</sup> MAYNARD *et al*, Op. Cit., p. 189

<sup>90</sup> MUÑOZ BURBANO, Colman Amilkar y NOGUERA ORDOÑEZ, Mauricio Andrés. Valoración de las harinas de hoja de yuca (*Manihot esculenta*), morera (*Morus alba*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como reemplazo de la harina de alfalfa (*Medicago Sativa*) en el levante y engorde de conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2003. p. 75. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

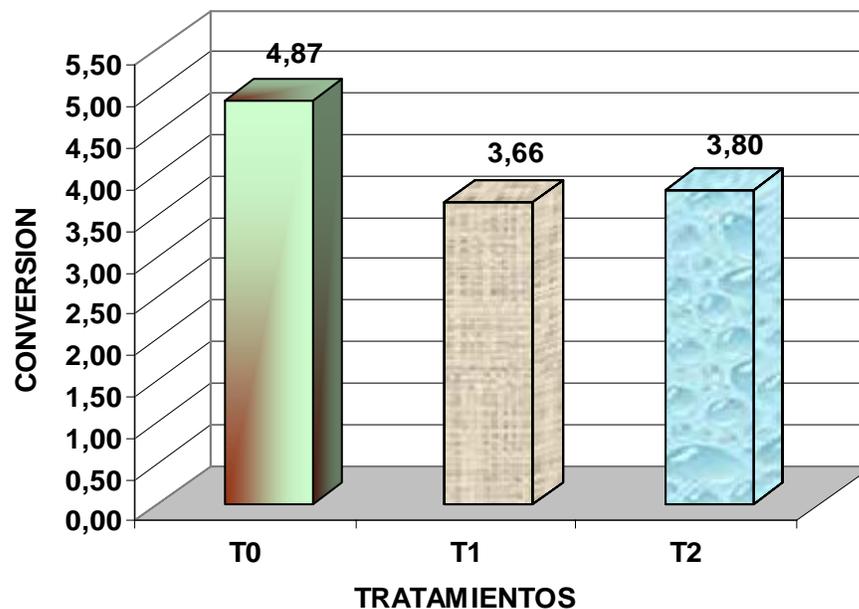
<sup>91</sup> DÍAZ Y MOSQUERA, Op. Cit., p. 44

Por otra parte, los animales que consumieron aubade mostraron incrementos de peso menores, quizá por el nivel de fibra (24,80%) la cual influyó en el consumo y consecuentemente en la menor digestibilidad de este forraje, que afectó negativamente el desarrollo de los animales. Maynard *et al*<sup>92</sup> manifiesta que los alimentos con alto nivel de fibra hace que haya una menor extracción de nutrientes del alimento, que se manifiesta en menor rendimiento del animal.

Por su lado Cheeke<sup>93</sup> señala que para lograr el máximo crecimiento de los conejos, es necesario un mínimo de 10% de fibra bruta; por el contrario, los niveles superiores al 17% determinan una reducción del ritmo de crecimiento al restringir la ingestión de energía.

**6.2.3 Conversión alimenticia (CA).** El análisis de varianza (anexo 21 y 22) manifestó diferencias ( $P < 0.01$ ) entre los alimentos evaluados. Los germinados de trigo y cebada mostraron la mejor conversión (3,66 y 3,80 respectivamente), seguidos por el pasto aubade con 4,87. (Figura 17)

**Figura 17. Conversión alimenticia.**



<sup>92</sup> MAYNARD *et al*, Op. Cit., p. 240

<sup>93</sup> CHEKEE, Op. Cit., p. 105

Se encontró que los animales que consumieron germinados presentaron la mejor conversión, lo que permite deducir que los nutrientes de estos alimentos se utilizaron con mayor eficiencia, explicada por la buena digestibilidad de sus componentes.

La conversión alimenticia encontrada en esta investigación es similar a la reportada por el CLEM, citado por Díaz y Mosquera<sup>94</sup>, quienes afirman que los rangos de conversión alimenticia establecidos para esta especie animal oscila entre 3,0 y 4,0. Esto demuestra que los conejos presentan una buena capacidad para convertir los germinados de cebada y trigo en carne.

Los resultados encontrados en esta investigación son mejores que los reportados por Muñoz y Noguera<sup>95</sup>, quienes, suplementando la harina de alfalfa con harina de yuca, morera y botón de oro, obtuvieron conversiones desde 4,07 a 4,59, cuyo contenido de nutrientes, especialmente proteína se aproximan a los niveles presentes en los germinados de trigo y cebada.

Por su lado, Carballo<sup>96</sup> argumenta que los cereales germinados de trigo y cebada, por sus características físico – químicas, pueden utilizarse en la alimentación de conejos y garantizan mejores conversiones alimenticias. Así mismo Molina y Termal<sup>97</sup> sostiene que cuando la preparación del alimento ayuda a degradar los complejos enlaces de los carbohidratos estructurales presentes en la fibra y transforma la proteína en aminoácidos, favorece la digestibilidad y la producción de ácidos grasos, precursores importantes de nutrientes utilizados en la síntesis de tejido animal.

Por otra parte, los animales que consumieron pasto aubade mostraron una conversión alimenticia baja, quizá por el bajo aporte de nutrientes afectado por el nivel de fibra, reflejándose en el bajo incremento de peso lo que desfavoreció considerablemente la CA.

---

<sup>94</sup> DÍAZ Y MOSQUERA, Op. Cit., p. 52

<sup>95</sup> MUÑOZ Y NOGUERA, Op. Cit., p. 78

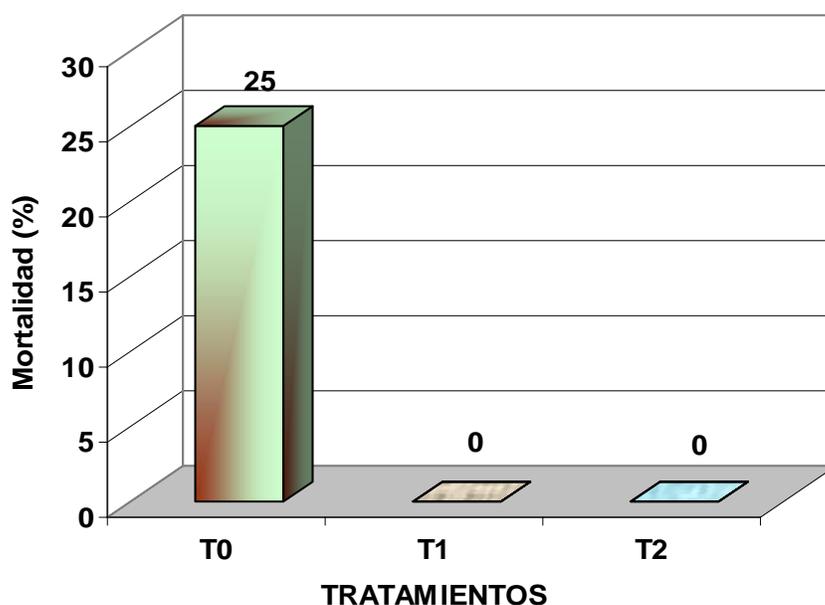
<sup>96</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 4

<sup>97</sup> MOLINA RAMOS, Janeth Adriana y TERMAL PEÑA, Berenice Jimena. Utilización de heno y henolaje de alfalfa (*Medicago Sativa*) en la alimentación de terneras holstein mestizo en periodo de recría, 5-8 meses. Pasto, 2004. p. 77. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Con relación a lo anterior, Fraga<sup>98</sup> expresa que un aumento del aporte de fibra puede ocasionar alteraciones digestivas y provoca el empeoramiento del índice de conversión, la capacidad de ingestión disminuye y se produce una reducción en los rendimientos.

**6.2.4 Mortalidad.** En la tabla 11 y figura 18 se encuentra la mortalidad presentada en cada uno de los tratamientos.

**Figura 18. Mortalidad del ensayo (%)**



Los animales alimentados con germinados de trigo y cebada no presentaron mortalidad, lo que puede atribuirse a que estos alimentos aportaron una adecuada cantidad de nutrientes, reflejada en el consumo, digestibilidades e incremento de peso.

En relación a esto, Velásquez<sup>99</sup> menciona que un alimento sano, equilibrado y que reúna las necesidades de los animales, se traducirá siempre en una ganancia positiva para el productor, reduciendo la mortalidad por enfermedades

<sup>98</sup> FRAGA, Op. Cit., p. 100

<sup>99</sup> VELASQUEZ R. Jairo A. Producción avícola y porcícola. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1986. p. 97

nutricionales. Por otra parte, Carballo<sup>100</sup> sustenta que los germinados tienen una capacidad desintoxicante, a esta corta edad las plantas poseen cualidades revitalizantes y regenerativas que ayudan a mantener la salud y depuran el organismo. En cambio, el pasto aubade tuvo un desequilibrio nutricional y el aprovechamiento por parte de los animales no fue el mejor y, al haber bajas en las defensas, estuvieron expuestos a cualquier enfermedad.

La necropsia reveló impactación por fibra en intestino (delgado y grueso) causada por bacterias presentes en la fibra del alimento y posterior bronconeumonía por bajas defensas orgánicas. El diagnóstico mostró inflamación y lesión a nivel de intestino, también inflamación aguda del parénquima pulmonar en la que los alvéolos y bronquiolos se taponaron por el acúmulo de un exudado fibrinoso. Al respecto, Merck<sup>101</sup> manifiesta que los conejos no digieren bien la fibra, debido a la separación selectiva y la excreción rápida de las partículas grandes en la porción caudal del intestino. Por lo tanto, las dietas con un contenido mayor al 20% de fibra bruta pueden dar lugar a una incidencia mayor de impactación cecal y de enteritis mucoide. Así mismo, menciona que la neumonía no es rara en el conejo, a menudo es un factor secundario y de complicación de la impactación cecal; la causa es bacteriana.

**6.2.5 Índice de productividad.** Para calcular el índice de productividad se tuvo en cuenta el rendimiento por m<sup>2</sup> por año de germinado de trigo, cebada y pasto aubade (biomasa seca), el consumo promedio por animal y el incremento de peso presentado para cada uno de los tratamientos (anexos 36 y 37). En la figura 19 se presenta este indicador.

El análisis estadístico (anexo 23 y 24) indicó diferencias ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. El germinado de cebada presentó el mayor índice con 84,69 ton carne pie/ha/año, seguido en su orden por el germinado de trigo 25,59 ton carne pie/ha/año y el menor se obtuvo en pasto aubade con 4,64 ton carne pie/ha/año.

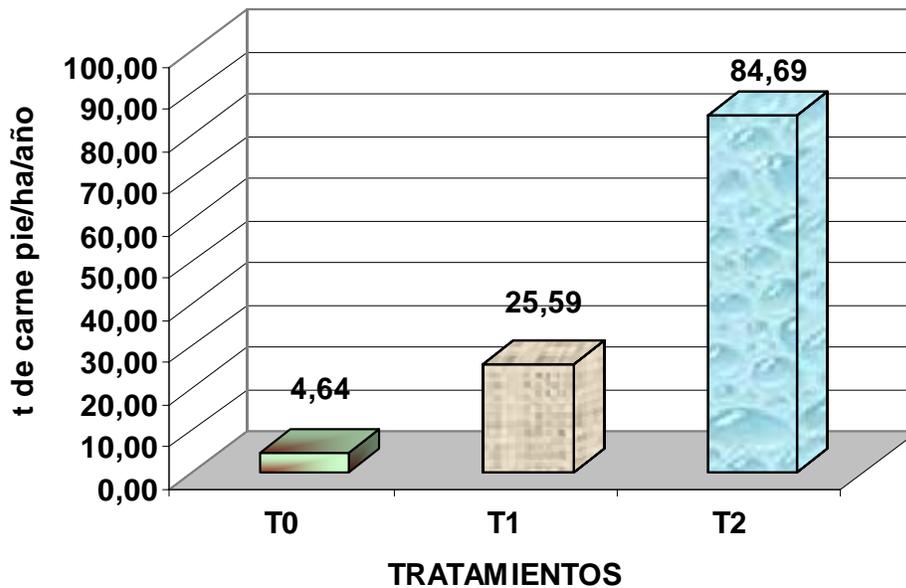
El comportamiento observado en germinado de cebada y germinado de trigo se puede atribuir a una mejor producción de materia seca en un tiempo de 7 a 8 días, en donde hay crecimiento radicular, el tallo tiene de 3 a 4 cm. y con una materia seca de 47 y 41%; caso contrario del pasto aubade que presenta el valor más bajo de productividad por cosecharse cada 45 días, con una baja producción de materia seca y rendimiento de los animales.

---

<sup>100</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 2

<sup>101</sup> MERCK, Op. Cit., p. 1817.

**Figura 19. Índice de productividad**



Al respecto, Muñoz y Noguera<sup>102</sup> señalan que las diferencias presentadas en la cantidad de carne en pie por hectárea/año producidos con cada tratamiento se deben básicamente al periodo productivo (cosecha), al número de cortes y al rendimiento que presenten los forrajes.

Así mismo, Carballo<sup>103</sup> indica que en el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de modificaciones, el germen del embrión es capaz de transformarse en pocos días en una plántula, que tanto en su parte aérea como en la zona radicular se encuentra en un crecimiento acelerado y al cabo de ocho días puede superar 6 veces el peso de la semilla en germinado. Así mismo Páez<sup>104</sup> afirma que en el proceso de germinación la semilla se hincha, se rompe el tegumento y salen las partes del embrión convertidos en órganos fundamentados de la planta, incrementándose en gran proporción el peso de la semilla inicial.

El comportamiento observado en el pasto aubade quizá se debió a las condiciones edafoclimáticas de la zona, ya que se hizo en una época poco lluviosa, a esto se suma manejo deficiente y fertilización con poco abono orgánico, que originó las

<sup>102</sup> MUÑOZ Y NOGUERA, Op. Cit., p. 87

<sup>103</sup> CARBALLO, Op. Cit., p. 1

<sup>104</sup> PAÉZ PEREZ, Carlos. Biología vegetal aplicada a la educación. España: Acribia, 1981. p.14

condiciones poco óptimas de producción que no permite aprovechar al máximo los nutrientes aportados. De igual manera, Acosta y Moncayo<sup>105</sup> argumentan que las condiciones climáticas como precipitación y humedad relativa juega un papel importante en la producción de biomasa

**6.2.6 Análisis parcial de costos.** Los resultados se consignan en la tabla 12 y figura 20.

**Tabla 12. Costos de producción**

CONCEPTO	T0	T1	T2
<b>1. COSTOS FIJOS</b>			
Animales	74.400,00	74.400,00	74.400,00
Mano de obra	8.356,32	22.083,33	22.083,33
Depreciaciones de equipos (Germinador)		12.500,00	12.500,00
Arrendamiento	4.000,00	4.000,00	4.000,00
<b>Subtotal costos fijos</b>	<b>86.756,32</b>	<b>112.983,33</b>	<b>112.983,33</b>
<b>2. COSTOS VARIABLES</b>			
Alimento*	4.660,06	31.561,71	22.722,78
Droga e insumos	7.500,00	2.500,00	2.500,00
Imprevistos	5.000,00	5.000,00	5.000,00
<b>Subtotal costos variables</b>	<b>17.160,06</b>	<b>39.061,71</b>	<b>30.222,78</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>103.916,38</b>	<b>152.045,04</b>	<b>143.206,11</b>
<b>3. INGRESOS</b>			
Peso vivo promedio (kg.)	2.026,00	2.503,08	2.608,33
No. Animales vendidos	9	12	12
Ingreso bruto Venta de animales (Precio kg. peso vivo \$10000)	182.340,00	300.369,60	312.999,60
Ingreso neto	78.423,62	148.324,56	169.793,49
Ingreso neto/ animal	8.713,74	12.360,38	14.149,46
<b>RENTABILIDAD/mes (%)</b>	<b>35,94</b>	<b>46,45</b>	<b>56,46</b>
Índice productivo** (\$/kg.peso/ha/año)	46'433.423,01	258'788.200	846'985.905

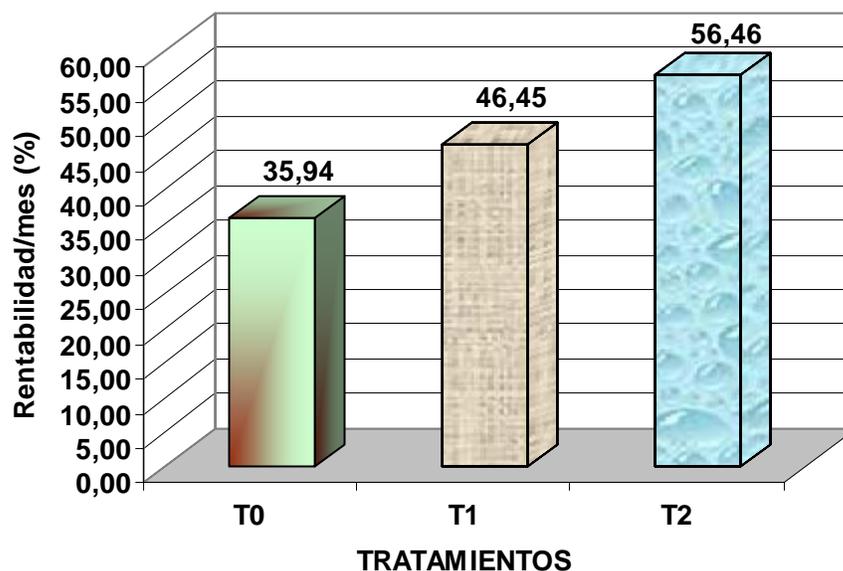
\*Ver anexos 39 y 40

\*\*Ver anexos 36 y 37

<sup>105</sup> ACOSTA BURBANO, Wilmer Miguel y MONCAYO OTERO, Oscar Antonio. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisentum clandestinum hoechet*) bajo dos sistemas de labranza y diferentes niveles de fertilización orgánica y/o minerales en zona de ladera. Pasto, 2002. p. 106. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Los costos de producción se analizaron con base en los costos fijos y variables por tratamiento durante el ensayo. Se encontró que el mayor costo correspondió a los germinados de trigo y cebada (\$152.045,04 y \$143.206,11 respectivamente), lo cual obedeció a gastos de mano de obra (preparación del germinado y elaboración del germinador) y de alimento, en comparación al pasto aubade que presentó menor costo por mano de obra y kilogramo de forraje verde.

**Figura 20. Rentabilidad de los diferentes tratamientos evaluados**



Las mejores rentabilidades fueron para el germinado de cebada (56,46%) y trigo (46,45%), relacionadas con incrementos de peso logrados por los animales que consumieron este alimento, los cuales pueden influir en una utilidad adicional, ya que entrarían a engorde en menor tiempo.

Por otra parte, el pasto aubade presentó una rentabilidad baja (35,94%), quizá por la mortalidad y los menores incrementos de peso, debido principalmente al bajo aporte de nutrientes del pasto.

De otra parte, se comprobó que la alimentación con germinado de cebada manifestó un mayor índice de productividad debido al mayor rendimiento de materia seca/ha/año (32,19 kg) y al menor periodo de producción del germinado (7 días), encontrándose una producción para este alimento de 84,69 ton carne pie/ha/año, seguido de germinado de trigo con 25,59 ton. Aubade mostró el índice más bajo con 4,64 ton.

En los anexos 41, 42 y 43 se realizó un análisis económico para una producción con 50 hembras y 7 machos reproductores y un desarrollo de población con 329 crías, para una población total de 386 animales permanentes en cada uno de los tratamientos, en donde se tuvo en cuenta: inversión inicial, imprevistos, interés al capital invertido, depreciación, ingresos por venta, costos fijos, costos variables, utilidad neta, utilidad mensual y rentabilidad para cada uno de los tratamientos.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- ◆ En la prueba de digestibilidad, el consumo de materia seca fue de 134,00 g/día para germinado de cebada, 116,31 g/día para germinado de trigo, 113,48 g/día para pasto aubade y 88,77 g/día para germinado de maíz.
  
- ◆ Las mejores digestibilidades se ubicaron en el germinado de cebada con 78,34% ms, 77,69% proteína, 59,69% fibra, 76,75% extracto etéreo, 82,95% ELN y 80,10% NDT; y germinado de trigo con 73,43% ms, 81,66% proteína, 55,89% fibra, 85,03% extracto etéreo, 76,15% ELN y 75,90% NDT.
  
- ◆ Las menores digestibilidades fueron para germinado de maíz con 67,24% ms, 53,33% proteína, 41,38% fibra, 81,04% extracto etéreo, 75,00% ELN y 72,70% NDT; y pasto aubade con 64,59% ms, 67,50% proteína, 58,04% fibra, 62,35% extracto etéreo, 67,71% ELN y 60,01% NDT.
  
- ◆ En la prueba de comportamiento, el adecuado consumo de materia seca del germinado de cebada (111,55 g), se reflejó en los incrementos de peso (29,35 g) de los animales de este tratamiento, dejando ver la viabilidad técnica y económica de la alimentación animal con éste germinado.
  
- ◆ Las variables incremento de peso y conversión alimenticia, presentaron similitud en el comportamiento de los animales alimentados con germinado de cebada y trigo, corroborando el valor nutritivo de los alimentos evaluados.
  
- ◆ El mejor índice de productividad lo presentaron los germinados de cebada y trigo con 84,69 y 25,59 ton de carne en pie/ha/año respectivamente y por último el pasto aubade con 4,64 ton de carne en pie/ha/año, debido a una mejor producción de materia seca en menor tiempo; caso contrario del pasto aubade que presenta el valor más bajo por cosecharse cada 45 días, con una baja producción de materia seca y rendimiento de los animales.

- ◆ La mejor rentabilidad la obtuvo el germinado de cebada (39,76%) como consecuencia de los mejores incrementos de peso y la producción de alimento más rápida y a menor costo.
  
- ◆ El pasto aubade presentó bajos rendimientos en incremento de peso (20,39 g) y conversión alimenticia (4,87), por el menor aporte nutricional, ya que las características fibrosas afectaron el consumo de materia seca (99,28 g) y asimilación de los nutrientes, debido a las condiciones climáticas de la zona donde se realizó el ensayo, dejando ver la conveniencia del cultivo de germinados para reducir el déficit de forraje en época seca.
  
- ◆ Los granos germinados de trigo y cebada se constituyen en recursos alimenticios de adecuado valor nutricional para conejos en la fase de levante y engorde, que permiten minimizar las pérdidas en cuanto a rendimiento productivo ocasionadas por la escasez de alimentos tradicionales.
  
- ◆ El cultivo de germinados permite utilizar alimentos sanos libres de pesticidas e insecticidas, además se pueden cultivar en cualquier lugar y en cualquier época del año, son de buena calidad y presentan un mayor rendimiento en biomasa con buena disponibilidad de nutrientes y fácil asimilación por parte del organismo del animal.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

- ◆ Divulgar y transferir los resultados de esta investigación con el fin de que los pequeños y medianos productores cunículas del departamento de Nariño encuentren otras alternativas para la alimentación de los animales en épocas de sequía.
  
- ◆ Implementar a nivel de finca la utilización de germinado de cebada como complemento en la ración de conejos en épocas de sequía.
  
- ◆ Realizar una valoración agronómica detallada de los germinados utilizados en esta investigación con mayor desarrollo del tallo.

- ◆ Determinar la digestibilidad *In situ* de los granos germinados como un recurso alimentario en conejos y cuyes
  
- ◆ Evaluar cereales germinados en las fases de gestación y lactancia de conejos.
  
- ◆ Generar nuevos procedimientos de germinación y diferentes diseños del germinador, con el propósito de adoptar la opción más adecuada que permita mayor productividad.
  
- ◆ Utilizar otras variedades de maíz, trigo y cebada para la germinación y suministro como alimento

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA BURBANO, Wilmer Miguel y MONCAYO OTERO, Oscar Antonio. Valor nutritivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum hoechet*) bajo dos sistemas de labranza y diferentes niveles de fertilización orgánica y/o minerales en zona de ladera. Pasto, 2002. p. 212. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

ALMEIDA, Álvaro y CORDOBA, Susana. Digestibilidad aparente de los forrajes kikuyo, vaina de haba, ramio, kingras en cuyes tipo carne (*Cavia porcellus*). Pasto, 1991. p. 93. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

APRAEZ, Edmundo. El Análisis químico de los alimentos. Pasto: Universidad de Nariño, 1992. Pág. 86

ARGÜELLES, G. La conservación de los forrajes en la empresa ganadera. Colombia: Contribución del proyecto especies forrajeras de la división de proyecto especial de la investigación pecuaria del ICA, Banco Ganadero, 1992. 65-73 Pág.

BONDI, Aron. Nutrición animal. Zaragoza: Acribia, 1988. Pág. 564

CALPA QUETAMA, Alicia del Socorro y MELO IBARRA, Sandra Lusheny. Valoración nutritiva del ensilaje obonuco triticale 98 (*Triticum ssp*) y avena (*Avena sativa*) línea 15/85 y cayuse en la alimentación de vacas holstein mestizo en producción en el altiplano de Pasto – Colombia. Pasto, 2003. p. 56. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CARBALLO MONDACA, Carlos Ramón. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal [online]. Culiacán 2 ed. México: Zootecnocampo, rev. 2 marzo 2000 [citado en 2004-4-02]. Sinaloa: 012707. Disponible en Internet: <URL:<http://www.zootecnocampo.com/Documentos/germinados.html>>. Pág. 3

CARRIZO, Jesús Martín. Equilibrio en la flora intestinal del conejo [online]. Marvel 2 ed. Madrid: Randa Poniente, rev. 9 enero 2004 [citado en 2005-10-09]. Trouw Nutrition: ISSN 021019126. Disponible en Internet: <http://www.conejosyalgomas.com.ar/articulos023.asp?ootkey=234>. Pág. 3

CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto: Universidad de Nariño, 2000. Pág. 100.

CHAMORRO, Rodolfo Sebastián y MORA SALAZAR, Carmen Elena. Sustitución de maíz (*Zea mays*) por harina de guineo (*Musa sapientum*) como fuente de energía en suplementos para cuyes (*Cavia Porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Pasto, 2003. p. 81. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CHEEKE, Peter R. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza: Acribia, 1995. Pág. 229

CHURCH, D. El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. México: Acribia, 1996. Pág. 213

CHURCH, D.C. Y POND, W.G. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. España.: Acribia. 1998. Pág. 438

CORAL BUSTOS, Javier Enrique Y REYES JURADO, Alba Lucía. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con forraje confrey (*Symphytum peregrinum*) y pasto aubade (*Lolium sp.*). Pasto, 1997. p. 68. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CRIOLLO, Ana y FIGUEROA, Fabián. Efecto de la suplementación energética al pasto Aubade (*Lolium sp*) en las fases de levante y engorde de conejos. Pasto, 2000, 78 p. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

DIAZ VELASQUEZ, Maribel del Rocío y MOSQUERA CHAMORRO, Harold Olmedo. Efectos de la hoja de calabaza (cucúrbita pepo I) en mezcla con pasto aubade y maíz en el levante de conejos (*Oryctolagus Cuniculus*). Pasto, 2002. p.

83. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

ESCOBAR, Edison José Y LOPEZ, Alfonso Eduardo. Valoración nutritiva del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cultivado en un sistema de labranza mínima en levante y engorde de cuyes (*Cavia Porcellus*) con dos niveles de suplementación Pasto, 2001. p. 105. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

FLORES ROSERO, Luís Eduardo y SALAZAR PADILLA, Giovanni Patricio. Digestibilidad Aparente de forrajes Arbóreos y Maíz “*Zea mays*” en cuyes “*Cavia porcellus*”. Pasto, 2002. p. 122. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

FRAGA FERNANDEZ, M.J. Alimentación de los animales monogastricos. Madrid: Mundi Prensa, 1985. Pág. 150

FREYDEL, Pedro. Alimentación del conejo [online]. 3ª ed. Argentina: La Tapa, rev. 1 enero 2004 [citado en 2004-02-04]. Viedma: 02920-428339. Disponible en Internet: <URL:<http://ar.geocities.com/conejosdepedro/index.html>> Pág. 1

GARCIA, Román David. Germinación [online]. Journal 2 ed. Argentina: Unión vegetariana internacional, rev. 29 abril 2004 [citado en 2005-4-05]. Reed Mangels: V0053N. Disponible en Internet: URL:<http://www.uva.org.ar/germinados.html> Pág. 2

GONZALES, Alonso Mariano. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. España: Acribia, 1991. Pág. 321

HERNÁNDEZ BENEDI, J.M. Manual de nutrición y alimentación del ganado. Madrid: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 1995. Pág. 295

HOSENEY, Carl. Principios de ciencia y tecnología de los cereales. España: Acribia, 1991. p. 18.

KENT JONES, D.W, AMOS, A.J. Química moderna de lo cereales. España: Aguilar, 1986. p. 555

LUNA CARLOSAMA, John Alexander y NARVAÉZ ROMERO, José Jaime. Valoración nutritiva de los ensilajes avena (*Avena sativa*) variedad cayuse, L15/85 y obonuco triticale 98 (*Triticum ssp*) en el levante de novillas holstein mestizo. Pasto, 2003. p. 56. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

MAYNARD, Leonard, LOOSLY, Jhon K., HINTZ, Harold S., WARNER, Richard G. Nutrición Animal. México: Mc Graw Hill, 1981. Pág. 576

MERCK. Manual De Veterinaria: Necesidades nutritivas para los conejos. Barcelona: Océano, 1993. Pág. 2558

Mc DONALD, P., Edwards, R., Greenhalgh. Nutrición animal. España: Acribia, 1993. Pág. 576

MOLINA RAMOS, Janeth Adriana y TERMAL PEÑA, Berenice Jimena. Utilización de heno y henolaje de alfalfa (*Medicago Sativa*) en la alimentación de terneras holstein mestizo en periodo de recría, 5-8 meses. Pasto, 2004. p. 97. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

MUÑOZ BURBANO, Colman Amilkar y NOGUERA ORDOÑEZ, Mauricio Andrés. Valoración de las harinas de hoja de yuca (*Manihot esculenta*), morera (*Morus alba*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) como reemplazo de la harina de alfalfa (*Medicago Sativa*) en el levante y engorde de conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2003. p. 107. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

ORSCOV, O. Nutrición proteica de los rumiantes. España: Acribia, 1982. Pág. 176

PAEZ PEREZ, Carlos. Biología vegetal aplicada a la educación. España: Acribia, 1981. Pág. 342.

ROBORGH, J.R. y ZWIEP, N. Nutrición animal. Sevilla: Universidad de Madrid, 1990. Pág. 210.

RODRÍGUEZ, José Ángel. Proceso de germinación en las semillas [online]. Alihuen 4 ed. Argentina: Parque Natural Granadino, rev. 12 diciembre 2002 [citado en 2004-14-09]. Megawell: A2003N00. Disponible en Internet: <URL:<http://www.alihuen.org.ar>> Pág. 1

TIMARAN, Segundo y CEBALLOS, Héctor. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Pasto, 1984. p. 60. Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

VELASQUEZ R. Jairo A. Producción avícola y porcícola. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1986. Pág. 593

VILALTA, Santi. Los germinados, una fuente de salud [online]. Zafono 3 ed. Argentina: Megawell, rev. 22 junio 2004 [citado en 2004-14-09]. Grupo salud: 1357. Disponible en Internet: <URL:<http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art=561>> Pág. 2

# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis de varianza para consumo de materia seca

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	4155,42	1385,14	146,59	0.0001**
Error	12	113,39	9,45		
Total	15	4268,81			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

## Anexo 2. Prueba de Tukey para consumo de Materia Seca

<b>Promedios</b>	<b>Germinado maíz (T1) = 88,77</b>	<b>Aubade (T0) = 113.48</b>	<b>Germinado trigo (T2) = 116.31</b>	<b>Germinado cebada (T3) = 134.00</b>
<b>Germinado cebada (T3) = 134.00</b>	45,23**	20,52**	17,69**	
<b>Germinado trigo (T2) = 116.31</b>	27,54**	2,83 <sup>NS</sup>		
<b>Aubade (T0) = 113.48</b>	24,71**			
<b>Germinado maíz (T1) = 88,77</b>				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 9,22%

### Anexo 3. Análisis de varianza para Alimento no consumido

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	18549,0	6183,0	184,67	0.0001**
Error	12	401,79	33,48		
Total	15	18950,8			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 4. Prueba de Tukey para Alimento no consumido

<b>Promedios</b>	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 53,42	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 64,65	<b>Aubade (T0)</b> = 81,2	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 141,67
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 141,67	88,25**	77,02**	60,47**	
<b>Aubade (T0)</b> = 81,2	27,78**	16,55**		
<b>Germinado cebada (T3)</b> = 64,65	11,23 <sup>NS</sup>			
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 53,42				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 8,56 %

### Anexo 5. Análisis de varianza para CD MS

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	1,62	0,54	115,24	0.0001**
Error	12	0,06	0,004		
Total	15	1,68			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 6. Prueba de Tukey para CD MS

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0)</b> = 8,04 (64,59)	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 8,20 (67,24)	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 8,57 (73,43)	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,85 (78,34)
<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,85 (78,34)	0,81**	0,65**	0,28**	
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 8,57 (73,43)	0,53**	0,37**		
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 8,20 (67,24)	0,16 <sup>ns</sup>			
<b>Aubade (T0)</b> = 8,04 (64,59)				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 5,44 %

### Anexo 7. Análisis de varianza para CD PB

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	7,23	2,41	167,62	0.0001**
Error	12	0,17	0,01		
Total	15	7,40			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 8. Prueba de Tukey para CD PB

<b>Promedios</b>	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 7,30 (53,33)	<b>Aubade (T0)</b> = 8,22 (67,60)	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,82 (77,69)	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 9,04 (81,68)
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 9,04 (81,68)	1,74**	0,82**	0,22 <sup>NS</sup>	
<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,82 (77,69)	1,52**	0,60**		
<b>Aubade (T0)</b> = 8,22 (67,60)	0,92**			
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 7,30 (53,33)				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 8,45%

### Anexo 9. Análisis de varianza para CD FB

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	4,27	1,42	55,19	0.0001**
Error	12	0,31	0,03		
Total	15	4,58			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 10. Prueba de Tukey para CD FB

<b>Promedios</b>	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 6,43 (41,38)	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 7,47 (55,85)	<b>Aubade (T0)</b> = 7,62 (58,04)	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 7,73 (59,69)
<b>Germinado cebada (T3)</b> = 7,73 (59,69)	1,30**	0,26 <sup>NS</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	
<b>Aubade (T0)</b> = 7,62 (58,04)	1,19**	0,15 <sup>NS</sup>		
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 7,47 (55,85)	1,04**			
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 6,43 (41,38)				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 6,34 %

### Anexo 11. Análisis de varianza para CD EE

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	4,04	1,35	83,83	0.0001**
Error	12	0,19	0,02		
Total	15	4,23			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 12. Prueba de Tukey para CD EE

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0)</b> = 7,90 (62.35)	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,76 (76,75)	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 9,00 (81,04)	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 9,22 (85,05)
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 9,22 (85,05)	1,32**	0,46**	0,22 <sup>NS</sup>	
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 9,00 (81,04)	1,10**	0,24 <sup>NS</sup>		
<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,76 (76,75)	0,86**			
<b>Aubade (T0)</b> = 7,90 (62.35)				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 5,50 %

### Anexo 13. Análisis de varianza para CD ELN

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	1,57	0,52	94,60	0.0001**
Error	12	0,07	0,01		
Total	15	1,64			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 14. Prueba de Tukey para CD ELN

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0)</b> = 7,75 (67,71)	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 8,53 (75,00)	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 8,71 (76,15)	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 8,95 (82,95)
<b>Germinado cebada (T3)</b> =8,95 ( 82,95)	1,20**	0,42**	0,24**	
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 8,71 (76,15)	0,96**	0,18 <sup>NS</sup>		
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 8,53 (75,00)	0,78**			
<b>Aubade (T0)</b> = 7,75 (67,71)				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 6,15 %

### Anexo 15. Análisis de varianza para NDT

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	3	3,26	1,09	239,56	0.0001**
Error	12	0,05	0,004		
Total	15	3,31			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 16. Prueba de Tukey para NDT

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0)</b> = 8,23 (60,01)	<b>Germinado maíz (T1)</b> = 8,66 (72,70)	<b>Germinado trigo (T2)</b> = 8,73 (75,90)	<b>Germinado cebada (T3)</b> = 9,11 (80,10)
<b>Germinado cebada (T3)</b> = 9,11 (80,10)	0,88**	0,45**	0,38**	
<b>Germinado trigo (T2)</b> = 8,73 (75,90)	0,50**	0,07 <sup>NS</sup>		
<b>Germinado maíz (T1)</b> = 8,66 (72,70)	0,43**			
<b>Aubade (T0)</b> = 8,23 (60,01)				

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 5,16%

**Anexo 17. Análisis de varianza para consumo de materias seca**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<i>P de un valor &gt;</i>
Tratamientos	2	343,58	171,79	93,55	0.0001**
Error	9	16,53	1,84		
Total	11	360,11			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

**Anexo 18. Prueba de Tukey para consumo de materias seca**

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0) = 99,28</b>	<b>Germinado trigo (T1) = 101,30</b>	<b>Germinado cebada (T2) = 111,55</b>
<b>Germinado cebada (T2) = 111,55</b>	12,27**	10,25**	
<b>Germinado trigo (T1) = 101,30</b>	2,02 <sup>NS</sup>		
<b>Aubade (T0) = 99,36</b>			

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 5,83 %

**Anexo 19. Análisis de varianza para incremento de peso**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	2	181,80	90,90	153,79	0.0001**
Error	9	5,32	0,59		
Total	11	186,12			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

**Anexo 20. Prueba de Tukey para incremento de peso**

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0) = 20,38</b>	<b>Germinado trigo (T1) = 27,67</b>	<b>Germinado cebada (T2) = 29,35</b>
<b>Germinado cebada (T2) = 29,35</b>	8,97**	1,68 <sup>NS</sup>	
<b>Germinado trigo (T1) = 27,67</b>	7,29**		
<b>Aubade (T0) = 20,38</b>			

\*\* = Significativo (p<0, 01)

NS = No significativo

CV = 6,01 %

## Anexo 21. Análisis de varianza para conversión alimenticia

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P de un valor &gt;</b>
Tratamientos	2	3,22	1,61	99,90	0.0001**
Error	9	0,14	0,02		
Total	11	3,36			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

## Anexo 22. Prueba de Tukey para conversión alimenticia

<b>Promedios</b>	<b>Germinado trigo (T1)</b> = 3,66	<b>Germinado cebada (T2)</b> = 3,80	<b>Aubade (T0)</b> = 4,82
<b>Aubade (T0)</b> = 4,82	1,16**	1,02**	
<b>Germinado cebada (T2)</b> = 3,80	0,14 <sup>NS</sup>		
<b>Germinado trigo (T1)</b> = 3,66			

\*\* = Significativo ( $p < 0,01$ )

NS = No significativo

CV = 5,83 %

### Anexo 23. Análisis de varianza para Índice de productividad

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b><i>P de un valor &gt;</i></b>
Tratamientos	2	13786,8	6893,4	198323,60	0.0001**
Error	9	0,31	0,03		
Total	11	13787,11			

\*\* = Diferencias estadísticas altamente significativas

### Anexo 24. Prueba de Tukey para Índice de productividad

<b>Promedios</b>	<b>Aubade (T0) = 4,64</b>	<b>Germinado trigo (T1) = 25,59</b>	<b>Germinado cebada (T2) = 84,69</b>
<b>Germinado cebada (T2) = 84,69</b>	80,05 **	59,1**	
<b>Germinado trigo (T1) = 25,59</b>	20,95**		
<b>Aubade (T0) = 4,64</b>			

\*\* = Significativo ( $p < 0,01$ )

CV = 8,92 %

## Anexo 25. Composición química de las heces

T	R	FRACCIÓN DETERMINADA (%)					
		MS	Ceniza	EE	Proteína	Fibra cruda	ELN
T <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	31,53	11,36	2,14	9,75	29,77	46,98
	R <sub>2</sub>	31,67	11,25	2,34	9,82	29,41	47,18
	R <sub>3</sub>	32,94	10,01	2,34	9,62	29,00	49,03
	R <sub>4</sub>	32,05	10,87	2,27	9,73	29,39	47,74
T <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	57,90	5,12	2,69	15,25	11,53	65,41
	R <sub>2</sub>	54,44	5,14	2,44	14,93	13,30	64,19
	R <sub>3</sub>	55,43	5,39	2,33	16,79	12,87	62,62
	R <sub>4</sub>	55,92	5,22	2,32	15,66	13,97	62,83
T <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	44,59	7,38	2,09	9,01	19,91	61,61
	R <sub>2</sub>	40,58	7,96	1,62	9,68	20,03	60,71
	R <sub>3</sub>	49,47	7,23	1,31	9,88	19,84	61,74
	R <sub>4</sub>	44,88	7,49	1,67	11,52	19,93	59,39
T <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	38,89	8,25	3,18	13,85	18,91	55,81
	R <sub>2</sub>	47,67	9,05	3,18	13,48	18,74	55,55
	R <sub>3</sub>	46,59	8,15	2,95	13,50	19,20	56,2
	R <sub>4</sub>	44,38	8,48	3,10	12,94	19,20	56,28

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Ciencia Pecuarias, Universidad de Nariño (2004)

**Anexo 26. Consumo de alimento en la prueba de Digestibilidad**

T	R	ALIM OFRE FV	%MS	MS OFRE	PROM	ALIM RECHA FV	% MS RECHA	ALIME RECHA MS	PROM	MS CONS	PROM
T <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	750.00	17.46	130.95	130.95	77.01	19.57	15.07	17.47	115.88	113.48
	R <sub>2</sub>	750.00	17.46	130.95		82.24	23.93	19.68		111.27	
	R <sub>3</sub>	750.00	17.46	130.95		80.50	20.66	16.63		114.32	
	R <sub>4</sub>	750.00	17.46	130.95		85.05	21.76	18.51		112.45	
T <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	350.00	48.51	169.79	169.79	146.09	56.25	82.18	81.02	87.61	88.77
	R <sub>2</sub>	350.00	48.51	169.79		137.92	58.04	80.05		89.74	
	R <sub>3</sub>	350.00	48.51	169.79		140.17	57.30	80.32		89.47	
	R <sub>4</sub>	350.00	48.51	169.79		142.51	57.20	81.52		88.27	
T <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	350.00	41.14	143.99	143.99	49.69	51.98	24.83	27.68	119.16	116.31
	R <sub>2</sub>	350.00	41.14	143.99		56.18	53.05	29.80		114.19	
	R <sub>3</sub>	350.00	41.14	143.99		44.78	52.39	23.46		120.53	
	R <sub>4</sub>	350.00	41.14	143.99		63.04	51.93	32.64		111.35	
T <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	350.00	47.40	165.90	165.90	73.15	52.97	34.55	31.90	131.35	134.00
	R <sub>2</sub>	350.00	47.40	165.90		66.03	50.36	29.78		136.12	
	R <sub>3</sub>	350.00	47.40	165.90		56.58	53.29	29.35		136.55	
	R <sub>4</sub>	350.00	47.40	165.90		62.84	53.83	33.93		131.97	

## Anexo 27. Coeficientes de digestibilidad

T	R	MS cons (g)	MS Excre (g)	CD MS (%)	Pb Cons (g)	Pb Excre (g)	CD PB (%)	Fb Cons (g)	Fb Excre (g)	CD FB (%)	EE Cons (g)	EE Excre (g)	CD EE (%)	ELN Cons (g)	ELN Excre (g)	CD ELN (%)
Aubade	1	115,82	39,28	66,09	12,28	3,83	68,81	28,72	11,69	59,29	2,48	0,84	66,09	60,66	18,45	69,58
	2	110,91	38,95	64,88	11,76	3,83	67,46	27,50	11,46	58,35	2,37	0,91	61,59	58,08	18,38	68,36
	3	114,39	41,78	63,47	12,13	4,02	66,85	28,37	12,12	57,29	2,45	0,98	60,06	59,91	20,49	65,80
	4	112,80	40,70	63,92	11,96	3,96	66,88	27,97	11,96	57,24	2,41	0,93	61,66	59,07	19,43	67,11
<b>Prom.</b>		<b>113,48</b>	<b>40,18</b>	<b>64,59</b>	<b>12,03</b>	<b>3,91</b>	<b>67,50</b>	<b>28,14</b>	<b>11,81</b>	<b>58,04</b>	<b>2,43</b>	<b>0,91</b>	<b>62,35</b>	<b>59,43</b>	<b>19,19</b>	<b>67,71</b>
G. Maíz	1	87,61	29,81	65,98	9,63	4,55	52,79	6,32	3,44	45,59	3,71	0,80	78,36	65,58	17,41	73,45
	2	89,74	28,86	67,84	9,86	4,31	56,31	6,47	3,84	40,68	3,80	0,70	81,45	67,18	16,50	75,43
	3	89,47	29,02	67,56	9,83	4,87	50,44	6,45	3,74	42,09	3,78	0,68	82,13	66,98	16,14	75,90
	4	88,27	28,63	67,56	9,70	4,48	53,78	6,36	4,00	37,15	3,73	0,66	82,21	66,08	16,39	75,20
<b>Prom.</b>		<b>88,77</b>	<b>29,08</b>	<b>67,24</b>	<b>9,76</b>	<b>4,55</b>	<b>53,33</b>	<b>6,40</b>	<b>3,75</b>	<b>41,38</b>	<b>3,75</b>	<b>0,71</b>	<b>81,04</b>	<b>66,45</b>	<b>16,61</b>	<b>75,00</b>
G. Trigo	1	118,75	30,91	73,97	17,29	2,79	83,89	14,24	6,16	56,77	3,51	0,65	81,62	80,55	19,05	76,35
	2	114,28	28,40	75,15	16,64	2,75	83,48	13,70	5,69	58,48	3,38	0,46	86,40	77,52	17,27	77,72
	3	121,00	33,37	72,42	17,62	3,30	81,29	14,51	6,62	54,37	3,58	0,44	87,80	82,07	20,60	74,90
	4	111,20	30,94	72,18	16,19	3,56	77,99	13,33	6,17	53,76	3,29	0,52	84,30	75,43	18,37	75,64
<b>Prom.</b>		<b>116,31</b>	<b>30,90</b>	<b>73,43</b>	<b>16,93</b>	<b>3,10</b>	<b>81,66</b>	<b>13,95</b>	<b>6,16</b>	<b>55,84</b>	<b>3,44</b>	<b>0,51</b>	<b>85,03</b>	<b>78,89</b>	<b>18,82</b>	<b>76,15</b>
G. cebada	1	129,35	26,04	79,86	16,88	3,61	78,63	13,34	5,20	61,02	3,74	0,83	77,84	91,71	14,26	84,45
	2	134,05	30,46	77,28	17,49	4,11	76,53	13,82	5,76	58,33	3,87	0,97	75,00	95,04	16,87	82,25
	3	138,12	30,77	77,72	18,03	4,15	76,95	14,24	5,77	59,50	3,99	0,91	77,26	97,93	17,44	82,20
	4	134,46	28,94	78,48	17,55	3,74	78,66	13,86	5,56	59,92	3,89	0,90	76,91	95,33	16,29	82,92
<b>Prom.</b>		<b>134,00</b>	<b>29,05</b>	<b>78,34</b>	<b>17,49</b>	<b>3,90</b>	<b>77,69</b>	<b>13,82</b>	<b>5,57</b>	<b>59,69</b>	<b>3,87</b>	<b>0,90</b>	<b>76,75</b>	<b>95,00</b>	<b>16,21</b>	<b>82,95</b>

**Anexo 28. Consumo de alimento en la prueba de comportamiento**

T	R	ALIM OFRE FV	% MS	MS OFRE	PROM	ALIM RECHA FV	% MS RECHA	ALIME RECHA MS	PROM	MS CONSU	PROM
T <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	38341	17,46	6694,34	14529,56	2117,0	19,27	407,95	457,24	6286,39	14072,43
	R <sub>2</sub>	110350	17,46	19267,11		3973,0	23,68	940,81		18326,70	
	R <sub>3</sub>	110350	17,46	19267,11		1687,0	20,47	345,33		18921,78	
	R <sub>4</sub>	73824	17,46	12889,70		638,0	21,14	134,87		12754,83	
T <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	47570	41,14	19570,30	19570,30	1248,0	50,80	633,98	425,52	18936,32	19144,78
	R <sub>2</sub>	47570	41,14	19570,30		824,0	52,88	435,73		19134,57	
	R <sub>3</sub>	47570	41,14	19570,30		1019,0	51,34	523,15		19047,15	
	R <sub>4</sub>	47570	41,14	19570,30		210,0	52,01	109,22		19461,08	
T <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	45278	47,40	21461,77	21461,77	1141,1	49,97	570,21	378,45	20891,55	21083,32
	R <sub>2</sub>	45278	47,40	21461,77		773,0	48,23	372,82		21088,95	
	R <sub>3</sub>	45278	47,40	21461,77		858,0	49,09	421,19		21040,58	
	R <sub>4</sub>	45278	47,40	21461,77		299,0	50,03	149,59		21312,18	

## Anexo 29. Comportamiento en peso

T	R	Animal	PESO INIC	PESO FIN	INCEN PESO	PROM
T <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	1	660	x	x	20,39
		2	611	1977	1366	
		3	716	x	x	
	R <sub>2</sub>	1	642	1856	1214	
		2	690	1952	1262	
		3	870	2135	1265	
	R <sub>3</sub>	1	772	2045	1273	
		2	678	1927	1249	
		3	778	2094	1316	
	R <sub>4</sub>	1	773	x	x	
		2	812	2180	1368	
		3	819	2068	1249	
T <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	1	723	2434	27,16	27,67
		2	792	2490	26,96	
		3	816	2578	27,96	
	R <sub>2</sub>	1	793	2563	28,09	
		2	755	2414	26,33	
		3	691	2452	27,96	
	R <sub>3</sub>	1	798	2586	28,39	
		2	743	2472	27,45	
		3	769	2583	28,80	
	R <sub>4</sub>	1	731	2463	27,50	
		2	767	2452	26,75	
		3	743	2550	28,67	
T <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	1	675	2530	29,45	29,35
		2	786	2570	28,32	
		3	754	2543	28,39	
	R <sub>2</sub>	1	795	2725	30,63	
		2	756	2581	28,98	
		3	758	2629	29,69	
	R <sub>3</sub>	1	779	2721	30,83	
		2	740	2626	29,94	
		3	787	2715	30,60	
	R <sub>4</sub>	1	758	2596	29,18	
		2	752	2490	27,59	
		3	775	2574	28,55	

### Anexo 30. Aporte nutricional diario (Aubade)

Semanas	Suministro ms (g/d)	Proteína (g)	NDT (g)	Fibra (g)	Grasa (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Levante	5	40,47	4,29	24,69	10,04	0,87	0,15
	6	58,59	6,21	35,74	14,53	1,25	0,22
	7	75,77	8,03	46,22	18,79	1,62	0,28
	8	79,90	8,47	48,74	19,82	1,71	0,30
	9	84,51	8,96	51,55	20,96	1,81	0,31
<b>Promedio</b>	<b>67,848</b>	<b>7,192</b>	<b>41,388</b>	<b>16,828</b>	<b>1,452</b>	<b>0,252</b>	<b>0,21</b>
Engorde	10	93,00	9,86	56,73	23,06	1,99	0,34
	11	103,20	10,94	62,95	25,59	2,21	0,38
	12	112,77	11,95	68,79	27,97	2,41	0,42
	13	117,89	12,50	71,91	29,24	2,52	0,44
	14	124,46	13,19	75,92	30,87	2,66	0,46
<b>Promedio</b>	<b>110,264</b>	<b>11,688</b>	<b>67,26</b>	<b>27,346</b>	<b>2,358</b>	<b>0,408</b>	<b>0,344</b>

### Anexo 31. Aporte nutricional diario (Germinado de trigo)

Semanas	Suministro ms (g/d)	Proteína (g)	NDT (g)	Fibra (g)	Grasa (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Levante	5	41,67	6,07	33,75	5,00	1,23	0,18
	6	59,63	8,68	48,30	7,15	1,77	0,25
	7	65,17	9,49	52,79	7,81	1,93	0,27
	8	82,35	11,99	66,70	9,87	2,44	0,35
	9	87,98	12,81	71,26	10,55	2,60	0,37
<b>Promedio</b>	<b>67,36</b>	<b>9,81</b>	<b>54,56</b>	<b>8,08</b>	<b>1,99</b>	<b>0,28</b>	<b>0,21</b>
Engorde	10	88,51	12,89	71,69	10,61	2,62	0,37
	11	106,28	15,47	86,09	12,74	3,15	0,45
	12	119,16	17,35	96,52	14,29	3,53	0,50
	13	126,32	18,39	102,32	15,15	3,74	0,53
	14	134,6	19,60	109,03	16,14	3,99	0,57
<b>Promedio</b>	<b>114,97</b>	<b>16,74</b>	<b>93,13</b>	<b>13,79</b>	<b>3,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,36</b>

### Anexo 32. Aporte nutricional diario (Germinado de cebada)

Semanas	Suministro ms (g/d)	Proteína (g)	NDT (g)	Fibra (g)	Grasa (g)	Calcio (g)	Fósforo (g)
Levante	5	50,12	6,54	41,10	5,17	1,45	0,23
	6	71,60	9,34	58,71	7,38	2,07	0,32
	7	79,34	10,35	65,06	8,18	2,29	0,36
	8	93,54	12,21	76,70	9,64	2,70	0,42
	9	97,92	12,78	80,29	10,10	2,83	0,44
<b>Promedio</b>	<b>78,50</b>	<b>10,24</b>	<b>64,37</b>	<b>8,09</b>	<b>2,27</b>	<b>0,35</b>	<b>0,31</b>
Engorde	10	97,17	12,68	79,68	10,02	2,81	0,44
	11	116,96	15,26	95,91	12,06	3,38	0,53
	12	123,56	16,12	101,32	12,74	3,57	0,56
	13	135,66	17,70	111,24	13,99	3,92	0,61
	14	138,10	18,02	113,24	14,24	3,99	0,62
<b>Promedio</b>	<b>122,29</b>	<b>15,96</b>	<b>100,28</b>	<b>12,61</b>	<b>3,53</b>	<b>0,55</b>	<b>0,49</b>

### Anexo 33. Programación de suministro de pasto aubade

Semanas	Cantidad forraje / 2 días	Cantidad forraje / semana
5	5600	19600
6	6800	23800
7	8800	30800
8	9200	32200
9	8800	30800
10	9700	33950
11	11000	38500
12	11700	40950
13	12500	43750
14	13000	45500

#### Anexo 34. Programación de germinación de trigo

<b>Semanas</b>	<b>Cantidad grano a germinar / 2 días</b>	<b>Cantidad grano a germinar / semana</b>
5	1000	3500
6	1450	5075
7	1600	5600
8	2000	7000
9	2150	7525
10	2200	7700
11	2550	8925
12	2900	10150
13	3100	10850
14	3250	11375

#### Anexo 35. Programación de germinación de cebada

<b>Semanas</b>	<b>Cantidad grano a germinar / 2 días</b>	<b>Cantidad grano a germinar / semana</b>
5	1000	3500
6	1450	5075
7	1600	5600
8	1900	6650
9	2000	7000
10	2100	7350
11	2350	8225
12	2500	8750
13	2700	9450
14	2800	9800

### Anexo 36. Producción de forraje en materia verde y en materia seca (kg. /m<sup>2</sup>)

Alimento	kg. fv/m <sup>2</sup>	%ms	%ms grano	Rendimiento ms/kg./m <sup>2</sup>	Corte o Cosecha (días)	Cortes o cosechas año	kg ms/ m <sup>2</sup> /año
Aubade	1,6	17,46		0,279	45	8,11	2,26
Germinado Trigo	4,88	41,14	90,00*	0,208	8	45.63	9,37
Germinado Cebada	5,10	47,40	90,00*	0,617	7	52.14	32,19

\* La materia seca del grano de trigo y cebada es del 90%. En un m<sup>2</sup> se siembra 2 Kg de cada grano y para sacar el rendimiento se le resta a la materia seca del germinado, la materia seca del grano.

### Anexo 37. Índice de productividad.

Alimento	Consumo total kg./ periodo	kg ms/ m <sup>2</sup> /año	Incremento peso total/ periodo (kg)	Peso Prom Anl/kg.	# Conejos año	IP (ton carne pie/ha/año)
Aubade	6,254	2,26	1,285	2,026	2.290,23	4,64
Germinado de trigo	6,382	9,37	1,743	2,503	10.223,73	25,59
Germinado de cebada	7,028	32,19	1,849	2,608	32.473,16	84,69

### Anexo 38. Costos de producción por kilogramo de alimento

CONCEPTO	TRATAMIENTO		
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1 Kg. materia seca (\$)	80,18	403,19	264,68

### Anexo 39. Costos de alimentación prueba de comportamiento

Tratamiento	Consumo total Kg. MS	Costo Kg. MS	Costo total alimento (\$)
T <sub>0</sub>	58,12	80,18	4660,06
T <sub>1</sub>	78,28	403,19	31561,71
T <sub>2</sub>	85,85	264,68	22722,78

## Anexo 40. Análisis económico para una producción basada en pasto aubade

### INVERSIÓN

Detalle	Cantidad	Vr Unitario	V/R Total
Galpón	1	12'000.000	12'000.000
Hembras Reproductoras	50	30.000	1'500.000
Machos Reproductores	7	30.000	210.000
Jaulas Levante	110	150.000	16'500.000
Jaulas Reproducción	57	100.000	5'700.000
Equipo		250.000	250.000
Subtotal			36'160.000
Imprevistos		10%	3'616.000
Total Inversión			39'776.000
Interés Al Capital Invertido		3%	1'193.280

### DEPRECIACION

Detalle	V/R Depreciación	V/R Año	V/R Mes
Galpón	12'000.000	1'200.000	100.000
Jaulas	22'200.000	2'220.000	185.000
Equipo	250.000	50.000	4.167
Total Depreciación			289.167

### ESTADO DE RESULTADOS PRIMER PERIODO

Detalle	Animales	Cantidad Kg	V/R Unitario	Total
<b>Costos Variables</b>				
Alimento/Forraje /Levante	329	987	80,1	79.058,70
Alimento/Forraje /Reproducción	57	205,2	80,1	16.436,52
Mano De Obra		2	382.000	764.000,00
Medicamentos	386	386	250	96.500
Total				955.995,22
<b>Costos Fijos</b>				
Servicios		3	15.000	45.000
Depreciación		3	289.167	867.500
Total				912.500
Costo Por Animal				10.991,15
Ingreso Por Venta De Conejos	193		15.000	2'550.000
Utilidad Bruta				1'594.004,78
Utilidad Neta				681.504,78
Rentabilidad (%)				36,47

## Anexo 41. Análisis económico para una producción basada en germinado de trigo

### INVERSIÓN

Detalle	Cantidad	Vr Unitario	V/R Total
Galpón	1	12'000.000	12'000.000
Hembras Reproductoras	50	30.000	1'500.000
Machos Reproductores	7	30.000	210.000
Jaulas Levante	110	150.000	16'500.000
Jaulas Reproducción	57	100.000	5'700.000
Equipo		250.000	250.000
Subtotal			36'160.000
Imprevistos		10%	3616.000
Total Inversión			39'776.000
Interés Al Capital Invertido		3%	1'193.280

### DEPRECIACIÓN

Detalle	V/R Depreciación	V/R Año	V/R Mes
Galpón	12'000.000	1'200.000	100.000
Jaulas	22'200.000	2'220.000	185.000
Equipo	250.000	50.000	4.167
Germinador	172.240	34.448	2.871
Total Depreciación			292.037

### ESTADO DE RESULTADOS PRIMER PERIODO

Detalle	Animales	Cantidad Kg	V/R Unitario	Total
Costos Variables				
Alimento/Germin ms /Levante	329	987	403,19	397.948,53
Alimento/Germin ms/Reproducción	57	205,4	403,19	82.734,59
Mano De Obra		2	382.000	764.000,00
Medicamentos	386	386	250	96.500,00
Total				1'341.183,12
Costos Fijos				
Servicios		3	15.000	45.000
Deprecación		3	292.037	876.112
Total				921.112
Costo Por Animal				11.311,48
Ingreso Por Venta De Conejos	200		15.000	3'000.000
Utilidad Bruta				1'658.816,88
Utilidad Neta				737.704,88
Rentabilidad (%)				32,61

## Anexo 42. Análisis económico para una producción basada en germinado de cebada

### Inversión

Detalle	Cantidad	Vr Unitario	V/R Total
Galpón	1	12'000.000	12'000.000
Hembras Reproductoras	50	30.000	1'500.000
Machos Reproductores	7	30.000	210.000
Jaulas Levante	110	150.000	16'500.000
Jaulas Reproducción	57	100.000	5'700.000
Equipo		250.000	250.000
Subtotal			36'160.000
Imprevistos		10%	3'616.000
Total Inversión			39'776.000
Interés Al Capital Invertido		3%	1'193.280

### DEPRECIACIÓN

Detalle	V/R Depreciación	V/R Año	V/R Mes
Galpón	12'000.000	1'200.000	100.000
Jaulas	22'200.000	2'220.000	185.000
Equipo	250.000	50.000	4.167
Germinador	172.240	34.448	2.871
Total Depreciación			292.037

### ESTADO DE RESULTADOS PRIMER PERIODO

Detalle	Animales	Cantidad Kg	V/R Unitario	Total
Costos Variables				
Alimento/Germin ms /Levante	329	987	64,7	261.258,90
Alimento/Germin ms/Reproducción	57	205,2	64,7	54.316,44
Mano De Obra		2	382.000	96.500,00
Medicamentos	386	386	250	110.750,00
Total				1'176.075,34
Costos Fijos				
Servicios		3	15.000	45.000
Depreciación		3	292.037	876.112
Total				921.112
Costo Por Animal				10.485,94
Ingreso Por Venta De Conejos	200		15.000	3'000.000
Utilidad Bruta				1'823.924,66
Utilidad Neta				902.812,66
Rentabilidad (%)				43,05