

VALORACION NUTRITIVA DE GRANOS GERMINADOS DE ARVEJA (*Pisum sativa*), TRIGO (*Triticum aestivum* L) Y AVENA (*Avena sativa*) EN LA ALIMENTACION DE CUYES TIPO CARNE (*Cavia porcellus*) DURANTE LA FASE DE LEVANTE Y ENGORDE.

**JAIRO ROLANDO JIMENEZ
MARIA ROSA NOGUERA TIMANA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO - COLOMBIA
2008**

VALORACION NUTRITIVA DE GRANOS GERMINADOS DE ARVEJA (*Pisum sativa*), TRIGO (*Triticum aestivum* L) Y AVENA (*Avena sativa*) EN LA ALIMENTACION DE CUYES TIPO CARNE (*Cavia porcellus*) DURANTE LA FASE DE LEVANTE Y ENGORDE.

**JAIRO ROLANDO JIMENEZ
MARIA ROSA NOGUERA TIMANA**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de Zootecnista

**Presidente:
ALBERTO CAYCEDO VALLEJO
Ing. agrónomo. M. Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO - COLOMBIA
2008**

Nota de aceptación:

ALBERTO CAYCEDO VALLEJO I. A , M . Sc.
Presidente

HERNAN OJEDA JURADO Esp.
Jurado delegado

JAVIER CORAL BUSTOS. Esp
Jurado

San Juan de Pasto, septiembre del 2008

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores “.

Artículo 1o del acuerdo No 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICATORIA

“Nunca consideres el estudio como una obligación sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.”

Albert Einstein

Todo el fruto de este esfuerzo lo dedico a:

A DIOS por la oportunidad de estar aquí, y rodearme de las cosas maravillosas que nos da la vida.

A MI MADRE NELCY JIMENEZ. Quien es la esencia de mi vida, a quien le debo todo, lo que soy y lo que seré, gracias por ser una mujer tan maravillosa.

A ELISA Y ANDRES (Q.E.P.D.) Mi abuelita y mi primo, que siempre quisieron ver este sueño hecho realidad y siempre estuvieron y están conmigo.

A mis tías, primos y demás familiares en los que siempre encuentro un apoyo incondicional que me dan la fuerza para seguir adelante.

A mi compañera ROSA NOGUERA. Q a pesar de las dificultades logramos juntos cumplir nuestra meta.

A mi UDENAR, mi facultad CIENCIAS PECUARIAS y mi programa de ZOOTECNIA y con ello a mis profesores, compañeros, amigos y a todos quienes me brindaron su mano amiga en el transcurso de mi carrera.

“Los bellos momentos que he vivido en mi universidad hoy llegan a mi mente como los mas valiosos recuerdos que me motivan a seguir adelante.”

GRACIAS

JAIRO ROLANDO JIMENEZ

DEDICATORIA

A DIOS. Por darme la fe y perseverancia para alcanzar la meta deseada. Que A pesar de los tropiezos de la vida debemos levantarnos y seguir adelante.

A mis padres JUAN BOSCO Y FLORENCIA .Que son ejemplo de buenos principios morales unidad hermandad y sobre todo que no debemos perder la fe en Dios ni en nosotros mismo, para obtener lo que se aspira. Y por su apoyo incondicional.

A mis hermanos .OLMEDO. JOSE Y JUAN CARLOS. Quienes están pendientes de la familia, por su apoyo incondicional y por ser guías en nuestro caminar.

A mis hermanas. ELVA. SOCORRO Y FLOR. Que con su espontaneidad, alegría y entusiasmo hacen la vida más agradable.

A mis sobrinos. JUAN. FERNANDA. YULIETH. TATIANA. ADRIAN. NICOLAS. DAVID. KAREN. JUAN CARLOS Y JOSE .Fuente de inspiración y motivo de alegría para la familia.

A mis tías, primos, cuñados y demás familiares en los que se encuentra apoyo cuando se los necesita.

MARIA ROSA NOGUERA TIMANA.

AGRADECIMIENTOS

ALBERTO CAYCEDO VALLEJO	Ingeniero Agrónomo M. Sc.
HERNAN OJEDA JURADO	Zootecnista Esp.
JAVIER CORAL BUSTOS	Zootecnista Esp.
OSCAR FERNANDO BENAVIDES	Zootecnista Esp.
LUIS ALFONSO SOLARTE	Zootecnista
SANDRA ESPINOSA NARVAEZ	Ing producción acuicola
LESVY RAMOS OBANDO	Zootecnista

Al personal que labora en la Granja Botana, a la facultad de ciencias Pecuarias y Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	<i>Pag</i>
INTRODUCCIÓN.....	22
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	25
3. OBJETIVOS.....	26
4. MARCO TEORICO.....	27
4.1 GENERALIDADES SOBRE GRANOS GERMINADOS.....	27
4.1.1 Ventajas de los granos germinados.....	28
4.1.2 Desventajas de los granos germinados.....	29
4.1.3 Rendimiento.....	29
4.1.4 Utilización de los granos germinados en alimentación animal.....	29
4.2 CLASIFICACION Y COMPOSICION DE LOS GRANOS.....	30
4.2.1 Trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	30
4.2.2 Avena forrajera (<i>Avena sativa</i> .).....	31
4.2.3 Arveja (<i>Pisum sativum</i>).....	32
4.3 PASTO AUBADE (<i>Lolium sp</i>).....	33
4.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY.....	34
4.5 GENERALIDADES SOBRE DIGESTIBILIDAD.....	35
4.5.1 Factores que afectan la digestibilidad.....	35
4.5.2 Mecanismos para determinar la digestibilidad.....	36
4.5.2.1 Digestibilidad aparente.....	36

4.5.2.2 Digestibilidad “in vitro”	38
5 DISEÑO METODOLOGICO	38
5.1 PRODUCCION DE GRANOS GERMINADOS	38
5.1.1 Localización.....	38
5.1.2 Instalaciones y equipos.....	38
5.2 OBTENCION DEL GRANO GERMINADO	38
5.2.1 Tratamiento de la semilla.....	38
5.2.2 siembra.....	39
5.2.3 germinación.....	39
5.2.4 Sistema de riego y drenaje.....	40
5.2.5 Diseño experimental y análisis estadístico.....	40
5.2.6 Tratamientos.....	40
5.3 PARAMETROS EVALUADOS	40
5.3.1 Producción de forraje.....	40
5.3.2 Capacidad de carga.....	41
5.4 ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD EN CUYES CON GRANOS GERMINADOS	41
5.4.1 Localización.....	41
5.4.2 Instalaciones y equipos.....	42
5.4.3 Animales.....	42
5.4.4 Plan sanitario.....	42
5.4.5 tratamientos.....	42

5.4.6 Alimentación.....	42
5.4.7 Diseño experimental y análisis estadístico.....	42
5.4.8 Etapa pre – experimental.....	43
5.4.9 Etapa experimental.....	43
5.4.10 Análisis químico.....	43
5.5 VARIABLES EVALUADAS.....	43
5.5.1 Consumo de alimento.....	43
5.5.2 Coeficiente de digestibilidad.....	43
5.5.3 Principio digestible.....	44
5.5.4 Nutrientes digestibles totales.....	44
5.6 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO.....	44
5.6.1 Localización.....	44
5.6.1.1 Instalaciones y equipos.....	44
5.6.1.2 Animales y plan de manejo.....	44
5.6.1.3 Tratamientos.....	45
5.6.1.4 Alimentación.....	45
5.6.1.5 Duración del ensayo.....	45
5.6.1.6 Diseño experimental y análisis estadístico.....	46
5.6.1.7 Formulación de hipótesis.....	46
5.6.2 Variables Evaluadas.....	46
5.6.2.1 Consumo de materia seca.....	46
5.6.2.2 Incremento de peso.....	46

5.6.2.3	Conversión alimenticia.....	46
5.6.2.4	Ganancia diaria de peso.....	47
5.6.2.5	Mortalidad.....	47
5.6.3	Análisis Parcial de Costos.....	47
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	48
6.1	PRODUCCION DE GERMINADOS.....	48
6.1.1	Capacidad de carga.....	49
6.2	PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD.....	50
6.2.1	Consumo de materia seca.....	50
6.2.2	Digestibilidad de la materia seca.....	52
6.2.3	Digestibilidad de la proteína.....	53
6.2.4	Digestibilidad de la fibra cruda.....	54
6.2.5	Digestibilidad del extracto etéreo.....	56
6.2.6	Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.....	57
6.2.7	Nutrientes digestibles totales.....	58
6.3	PRUEBA DE COMPORTAMIENTO.....	59
6.3.1	Consumo de materia seca.....	59
6.3.2	Incremento de peso.....	61
6.3.3	Conversión alimenticia.....	63
6.3.4	Mortalidad.....	64

6.3.5 Análisis parcial de costos.....	64
6.3.6 Análisis de rentabilidad de los tratamientos.....	65
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
7.1 CONCLUSIONES.....	67
7.2 RECOMENDACIONES.....	68
Bibliografía.....	69
Anexos.....	72

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Composición química del grano de trigo y grano germinado.....	31
Tabla 2. Composición química del grano de avena.....	32
Tabla 3. Composición química del pasto aubade en base seca.....	34
Tabla 4. Requerimientos nutricionales del cuy.....	34
Tabla 5. Porcentaje de germinación de los granos de avena, trigo y arveja....	40
Tabla 6. Producción de granos germinados.....	48
Tabla 7. Capacidad de carga.....	49
Tabla 8. Coeficiente de digestibilidad.....	50
Tabla 9. Rendimientos obtenidos en la prueba de comportamiento.....	59
Tabla 10. Costos de producción e ingresos.....	65

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Siembra de Germinado de Trigo.....	39
Figura 2. Producción de Germinado.....	41
Figura 3. Suministro de alimento.....	45
Figura 4. Producción de granos germinados.....	48
Figura 5. Consumo de materia seca.....	51
Figura 6. Digestibilidad de materia seca.....	52
Figura 7. Digestibilidad de la proteína.....	53
Figura 8. Digestibilidad de la fibra.....	55
Figura 9. Digestibilidad del extracto etéreo.....	56
Figura 10. Digestibilidad del extracto etéreo libre de nitrógeno.....	57
Figura 11. Nutrientes digestibles totales.....	58
Figura 12. Consumo de materia seca durante la fase de comportamiento.....	60
Figura 13. Incremento de peso diario.....	61
Figura 14. Conversión alimenticia.....	63
Figura 15. Rentabilidad de los tratamientos.....	66

LISTA DE ANEXOS

	Pag
Anexo 1. Análisis de varianza para producción de germinados.....	73
Anexo 2. Prueba de tukey para producción de germinados.....	73
Anexo 3. Análisis de varianza para consumo de materia seca.....	73
Anexo 4. Prueba de tukey par consumo de materia seca.....	74
Anexo 5. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de materia seca.....	74
Anexo 6. Prueba de tukey para coeficiente de digestibilidad de materia seca	74
Anexo 7. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad para proteína	75
Anexo 8. Prueba de tukey para coeficiente de digestibilidad para proteína.....	75
Anexo 9. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de fibra.....	75
Anexo 10. Prueba de tukey para coeficiente de digestibilidad de fibra.....	76
Anexo 11. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de extracto etéreo.....	76
Anexo 12. Prueba de tukey para coeficiente de digestibilidad de extracto etéreo.....	76
Anexo 13. Análisis de varianza para coeficiente de digestibilidad de extracto libre de nitrógeno.....	77
Anexo 14. Prueba de tukey para coeficiente de digestibilidad de extracto de nitrógeno.....	libre 77
Anexo 15. Análisis de varianza para Nutrientes digestibles totales.....	77
Anexo 16. Prueba de tukey para Nutrientes digestibles totales.....	78
Anexo 17. Análisis químico de los granos germinados.....	78

Anexo 18. Composición química de las heces.....	79
Anexo 19. Tratamientos para el reemplazo de concentrado por germinado de Trigo.....	79
Anexo 20. Coeficientes de digestibilidad.....	80
Anexo 21. Análisis de varianza para consumo de mataría seca.....	81
Anexo 22. Prueba de tukey para consumo de materia seca.....	81
Anexo 23. Análisis de varianza para incremento de peso.....	81
Anexo 24. Prueba tukey para incremento de peso.....	82
Anexo 25. Análisis de varianza para conversión alimenticia.....	82
Anexo 26. Prueba de tukey para conversión alimenticia.....	83
Anexo 27. Consumo de alimento en la prueba de comportamiento.....	84
Anexo 28. Consumo de alimento.....	85
Anexo 29. Comportamiento en peso.....	86
Anexo 30. Aporte Nutricional T0.....	88
Anexo 31. Aporte Nutricional T1.....	88
Anexo 32. Aporte Nutricional T2.....	89
Anexo 33. Aporte Nutricional T3.....	90
Anexo 34. Producción de forraje en materia verde y seca (Kg/M2).....	91
Anexo 35. Costos producción por Kilogramo de alimento.....	91
Anexo 36. Costos de alimentación prueba de comportamiento.....	92

GLOSARIO

ALIMENTO: sustancia que sirve para nutrir y mantener la existencia de un ser vivo.

ALIMENTO FIBROSO: que en su composición contiene más del 15% de fibra

ALMIDÓN: fécula de la semilla, sustancia hidrocarbonada, blanca y granular.

ANÁLISIS BROMATOLOGICO es la composición en porcentaje de un alimento en cuanto a materia seca, proteína, fibra, ceniza, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

ASIMILABLE: que se puede incorporar a las células, sustancia apta para la formación de tejido.

BROTE: comienzo o principio; nacer o salir raíces y hojas de la semilla.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: es el resultado de la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso.

DESBALANCE: descompensación de nutrientes en una dieta.

ENZIMA: sustancia orgánica que actúa como catalizador en el metabolismo de los alimentos.

FASE: etapa de desarrollo fisiológico de un animal.

FISIOLOGÍA: estudio de las funciones de los seres vivos.

GERMINACIÓN: proceso por el cual se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso.

PALATABILIDAD: alimento de buen sabor al sentido del gusto del animal.

PROTEÍNA: compuesto que contiene carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, hierro y generalmente azufre, formado por cadenas de aminoácidos unidas por enlaces peptídicos.

SUPLEMENTO: alimento que suple las necesidades nutricionales del animal.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja experimental Botana de propiedad de la Universidad de Nariño, situada a 8 Km. de la ciudad de San Juan de Pasto, presenta una temperatura promedio de 12° C, una altura de 2820 m.s.n.m, una humedad relativa de 75%, y una precipitación anual aproximada de 1054 mm.

El experimento consta de dos etapas experimentales: la primera relacionada con la determinación de la digestibilidad aparente de los germinados de arveja, trigo y avena en la alimentación de cuyes tipo carne. En la segunda etapa se realizó una prueba de comportamiento con el mejor tratamiento de germinado (en este caso germinado de trigo). El objetivo principal fue evaluar la sustitución de varios niveles de suplemento concentrado por germinando en la dieta para la alimentación de cuyes durante la fase de levante y engorde.

Se determinó el valor nutritivo de los germinados de arveja, trigo y avena en la alimentación de cuyes, como una alternativa alimenticia en época de verano para la producción cuyícola.

Para la prueba de digestibilidad aparente se emplearon 15 cuyes machos con un peso promedio de 800 gramos, utilizando un diseño irrestrictamente al azar (DIA), con 3 tratamientos y 5 replicas por tratamiento. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey para cada una de las variables en estudio. El periodo de acostumbramiento de los animales fue de 8 días y la etapa experimental de 10 días, durante los cuales se pesó el alimento suministrado y rechazado con el fin de determinar el consumo real.

Los tratamientos evaluados fueron: T1 (germinado de avena), T2 (germinado de trigo) y T3 (germinado de arveja). Las variables a evaluar fueron consumo de alimento y digestibilidad aparente de materia seca, proteína, fibra, energía, extracto etéreo, y ELN (extracto libre de nitrógeno).

La mejor digestibilidad fue para el tratamiento T2 (germinado de trigo), con los siguientes valores: 77.08% para materia seca; 83.73% en la fracción de proteína; 81.30% para fibra bruta; 79.85% para extracto etéreo; 88.66% para ELN y 85.89% en NDT. Otros resultados de importancia los tiene el tratamiento T1 (germinado de avena) en cuanto a aportes de proteína 82.93% y extracto etéreo 88.55%. Esto se atribuyó posiblemente a que los componentes nutricionales de los germinados de trigo y avena son los que más se acercan a los requeridos por el cuy, presentando un mejor aprovechamiento de estos.

En la prueba de comportamiento se utilizaron 64 cuyes, con un peso promedio de 330 gramos, los cuales se distribuyeron al azar (DIA) en 4 tratamientos con 4 replicas de 4 animales cada una. Se realizo el análisis de varianza y la prueba de Tukey para cada una de las variables en estudio. La prueba tuvo una duración de 70 días durante los cuales se peso el alimento ofrecido y rechazado, como también se realizo el pesaje semanal de los animales. Los tratamientos se constituyeron así: T0 (300g de pasto aubade + 35g de concentrado comercial), T1 (300g de pasto aubade + 17.5g de concentrado comercial + 80g de germinado de trigo), T2 (300g de pasto aubade + 9g de concentrado comercial + 115g de germinado de trigo) y el T3 (300g de pasto aubade + 150g de germinado de trigo).

Los resultados demostraron mayores rendimientos productivos en animales que consumieron 300g de pasto aubade + 9 gramos de concentrado comercial y 115g de germinado (T2). Las variables consumo de alimento (77.28g/día), ganancia diaria de peso (15.62g/día) y conversión alimenticia (4.14) corroboran el valor nutritivo de la ración.

En la presente investigación no se presento mortalidad en ninguno de los tratamientos demostrando que las raciones utilizadas en cada tratamiento son fuentes adecuadas de energía y proteína para la alimentación de cuyes en la fase de levante y engorde.

La rentabilidad del tratamiento T3 (87.24) indico el valor mas alto el cual pudo deberse al corto periodo de producción, el rendimiento en biomasa del germinado de trigo y al rendimiento en peso de los animales por el buen contenido de nutrientes de la ración.

ABSTRACT

The work was carried out at the Botana experimental farm, property of the University of Nariño, located in the sidewalk Snack to eight kilometers of the urban helmet of the municipality; via Pasto – Ipiales. Snack has a height of 2820 m.s.n.m, with values annual averages 1.054 m.m of pluvial precipitation, with a temperature it averages of 12 C, relative humidity of 80%. The experiment consists of two experimental stages first related with the determination of the apparent digestibility of the germinated of pea, wheat and oats. In guinea pig type meat. In the second stage a performance test, was carried out a behavior test with the better treatment of germinated grains (in this case, wheat). The main objective was to evaluate the substitution of several corn levels of supplement for wheat germinated in guinea pig diet during raising and fattening stages.

The nutritive value of the germinated of pea, wheat and oats in the diet of guinea pigs was determined as an alternative food in times of summer for the breeding production.

For the test of apparent digestibility, 15 male guinea pigs were used. With an average weight of 800 grams. Were distributed at random (DIA) using 3 treatments and 5 replicates 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 8 days and the experimental one had a duration of 10 days. During this days, the supplied and rejected nourishment was weighed to determine the real.

The evaluated treatments were: T1 (germinated of oats), T2 (germinated of wheat) and T3 (germinated of pea). The variables to evaluate were food consumption and apparent digestibility of protein, dry matter, protein, fiber, energy, ether extract, and free nitrogen extract.

The best digestibility behavior presented in all treatments was the treatment T2 (germinated of wheat), with the following results; 77.08% for dry matter; 83.73% in the protein fraction; 81.30% in gross fiber; 79.85% for ether extract and 88.66% for ELN and 85.89% in NDT. Other important results were obtained by the treatment T1 (germinated of oats) in terms of protein contributions (82.93%) and ether extract (88.55%). This was possibly attributed to the germinated wheat and oats are closer to the guinea pig requirements and therefore, presented a better use of the mentioned before.

On the other hand, 64 guinea pigs were used in the behavior test. Each one had an average weight 330 grams and they were distributed at random in 4

tratamientos, each treatment had 4 replicates. With 4 animals for each. The variance analysis and the weight of the animals each week were considered. The treatments were established as follows. T0 (300 grams aubade pasture + supplement commercial 35 grams), T1 (300 grams aubade pasture + 17.5 grams supplement commercial and 80 grams of germinated wheat), T2 (300 grams aubade pasture+ 9 grams supplement commercial and 115 grams of germinated wheat) and T3 (300 grams aubade pasture + 150 grams of germinated wheat).

The results showed better productive yields in the animals which consumed aubade pasture + 9 grams supplement commercial and 115 grams of germinated wheat T2. The following variables corroborate the nutritive importance of this nourishment: nourishment consumption (77.28 grams /day); weight increase (15.62 grams) and nutritious conversion (4.14).

In that research, there wasn't mortality in any treatment and it was demonstrating that the supply used are adequate sources of energy for feeding of guinea pigs during the phase to put on weight, and growth.

The rentability of the treatment T3 (87.24). 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 Nariño se ha incrementado notablemente la explotación del cuy, gracias a la tecnología obtenida en los distintos aspectos de la producción, convirtiéndose en una importante fuente de ingresos y generación de empleo. Anteriormente se manejaba un modelo tradicional en donde se mantenían los cuyes en las cocinas, sin ningún tipo de instalación y todos los animales formaban un solo grupo sin tener en cuenta las diferentes etapas productivas presentándose una alta consanguinidad y una mezcla de animales de diferentes edades, ahora se pasó a constituir empresas de tipo familiar o asociativas, donde se tiene una mayor organización, se manejan unas instalaciones mas adecuadas, se evita la consanguinidad y se obtienen así mayores beneficios.

En lo que se refiere a la alimentación de cuyes, se vienen realizando investigaciones sobre dietas suplementarias, con el fin de obtener rendimientos adecuados, tratando en lo posible lograr una disminución en los costos de producción. En este caso los granos germinados representan una solución o alternativa ante esta necesidad, procurando realizar más de la investigación acerca de esta técnica.

Los granos y leguminosas recién germinados tienen una gran cantidad de clorofila, vitaminas, minerales, oligoelementos y otras sustancias vitales. Entre las vitaminas pueden ponerse como ejemplo las contenidas en los brotes de trigo: A, B, B6, B12 (difícil de encontrar en los vegetales), C, E, ácido fólico, pantoténico, además de colina. También poseen calcio, hierro, magnesio, cobre, cinc, yodo, potasio junto con los aminoácidos esenciales que el cuerpo necesita para formar las proteínas necesarias para restaurar sus tejidos¹.

En el proceso de germinación de las semillas se producen reacciones químicas fermentativas que transforman los hidratos y almidones que estan concentrados en el grano para el desarrollo de la planta, en nutrientes que se digieren mucho mejor que consumiendo los granos enteros o sus derivados. Se sintetizan gran cantidad de enzimas y vitaminas y se liberan los minerales haciéndolos mas bio-disponibles y asimilables².

¹ VILALTA, Senti, los germinados, una fuente de salud [on line]. Zaforo 3^a Ed. Argentina: Megawell, rev. 022 junio 24 [citado en 2004 - 14 - 09]. Grupo salud: 1357. Disponible en Internet: [URL:http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art:561](http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art:561)

² Ibid. art. 561

En Nariño se encuentran cultivos de avena, trigo, arveja y otros productos que son utilizados como alimento para los productores, quedando excedentes de menor calidad para uso en la alimentación animal.

La producción de forrajes obtenidos a partir de la germinación de los granos de cereales y leguminosas se debe llevar a cabo para valorar y obtener respuestas adicionales en cuanto a su valor nutritivo, cantidad y digestibilidad al ser empleados en la nutrición. El cultivo de germinados ofrece la garantía de cosechar vegetales frescos de primera calidad, y de forma sencilla.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

Dentro de la explotación cuyícola en el departamento de Nariño al igual que en otras regiones del país, la alimentación constituye un factor determinante para la producción, viéndose ésta afectada por la escasez de pastos en época de verano y por la baja calidad de algunos suelos aptos para el cultivo de forrajes que contribuyen a disminuir la calidad de los mismos.

La deficiencia de la alimentación en las diferentes etapas, retarda el crecimiento y desarrollo de los animales con lo cual se afecta la salida de estos en un periodo adecuado observándose una disminución en la fuente de ingresos económicos.

En algunas explotaciones familiares se utilizan excedentes de cereales como suplemento en la alimentación de cuyes. Los mejores sistemas de alimentación se obtienen cuando se utilizan suplementos nutricionalmente balanceados para las diferentes fases. Sin embargo, los costos de estos suplementos disminuyen la rentabilidad y en otros casos los hacen inaccesibles a los pequeños productores.

Por lo expuesto anteriormente se hace necesario brindar a los productores cuyícolas nuevas alternativas de alimentación para este renglón pecuario; las cuales deben provenir necesariamente de los cultivos de clima frío que se producen en Nariño como la arveja, el trigo y la avena.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción cuyícola está limitada por los altos costos de la suplementación que es fundamentalmente a base de concentrados, por otra parte los períodos largos de sequía disminuyen la cantidad, calidad y el rendimiento de los pastos, incluso se pueden encontrar limitaciones de espacio y suelos para la producción de los mismos, además la investigación en este campo es muy escasa en nuestra zona lo que conlleva a la necesidad de investigar sobre nuevas alternativas que sean económicas y disponibles en nuestro medio, para usarlos como suplemento para los pastos. De lo anterior surge la siguiente pregunta:

¿Los granos germinados constituyen una alternativa viable y sostenible para ser utilizados en la alimentación de los cuyes en la etapa de levante y engorde?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- ◆ Realizar la valoración nutritiva de granos germinados de arveja (*Pisum sativa*), trigo (*Triticum aestivum* L.) y Avena (*Avena sativum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) tipo carne.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Determinar la producción de los granos germinados de trigo, avena y arveja, evaluando además el número de animales que se pueden alimentar con dicha producción.
- ◆ Determinar el aprovechamiento de los nutrientes que poseen los granos germinados de trigo, avena, arveja en cuyes tipo carne.
- ◆ Establecer cual de los tres granos ofrece mayores beneficios y es el más adecuado para la alimentación de los animales.
- ◆ Realizar una prueba de comportamiento para evaluar algunos parámetros productivos en los cuyes alimentados con el mejor de los tres germinados.
- ◆ Determinar los costos y la rentabilidad para los tratamientos evaluados.

4. MARCO TEORICO

4.1 GENERALIDADES SOBRE GERMINADOS

Según Carballo: “el producir suplementos para los animales se ha convertido en un problema ya que son costosos y se tiene que acudir a largas distancias para comprarlos y transportarlos. Una solución a este problema para animales omnívoros y herbívoros puede ser el grano germinado, ya que este lo pueden obtener los productores de sus propias cosechas y así aprovechar el grano dándole valor agregado”³.

El mismo autor afirma que “la germinación es el proceso mediante el cual se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura apropiada”⁴.

Bermejo, citado por Timarán y Ceballos⁵ sostiene que los granos en germinación tienen propiedades nutricionales importantes, como se ha visto con el uso de avena germinada en avicultura. Los granos germinados presentan un alto contenido en vitamina C, a la vez que son más digestibles ya que el almidón está parcialmente digerido por las enzimas de la semilla.

López, citado por Timarán y Ceballos informa que:

La maceración o remojo termina cuando la semilla ha adquirido un 45% de agua en peso, que es un límite óptimo para una buena germinación, la cual se deteriora cuando la plúmula alcanza una longitud tres veces mayor que la del grano, es decir, unos 2 cm para evitar la degradación total de carbohidratos y proteínas. Terminado el proceso térmico se separa raicillas, plúmula y germen, productos estos que por su riqueza en proteína son materia prima valiosa como alimento para el ganado⁶.

³ CARBALLO, Carlos. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal. Culiacán – Sinaloa. Acribia: 2000 p.1.

⁴ Ibid ., p.4.

⁵ TIMARAN, Segundo y CEBALLOS, Héctor. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto-Colombia.1984. p 3-12.Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁶ Ibid. p. 6

Carballo afirma que:

Durante la fase de absorción de agua se inicia la actividad vital de la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesita condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores la semilla va aumentando de volumen por la absorción de agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle”⁷.

4.1.1 Ventajas de los Germinados. Castaño y Huertas Munevar, citado por Nieves y Mage⁸ afirman que en cultivos germinados se obtienen forrajes limpios sin contaminación, libres de productos químicos, además permite el control de producción de alimento y los ciclos vegetativos son cortos, lo que permite obtener forraje en menos tiempo.

Carballo, afirma que: “los germinados se pueden producir en áreas urbanas en donde no se cuenta con espacio suficiente para producir forraje en forma convencional, también en áreas no adecuadas para la agricultura debido a la baja calidad del suelo”⁹.

Avellaneda y Farfan, citados por Nieves y Mage concluyeron que:”el sistema de germinación es adecuado y propio para un rápido crecimiento y corte de las plantas, y su producción es óptima en cultivos temporales, donde el factor primordial es el microclima creado para favorecer su rápido crecimiento”¹⁰.

Carballo afirma que: “los germinados sirven para toda clase de animales: caballos, vacas, ovinos, gallinas, conejos, cuyes, etc., y es de muy bajo costo. De 1.7 kilos de grano de maíz se obtienen hasta 12 kilos de grano germinado en ocho días después de sembrado; se puede producir durante todo el año”¹¹.

Huterwal, citado por Nieves y Mage afirma que:

A través de la germinación se obtiene varios beneficios, entre los que se destacan: multiplicación de la producción por unidad de área, mayor precocidad de maduración con diferencias desde 7 – 15 días, disminución en el empleo de mano de obra, producción continua de

⁷ CARBALLO, Op. Cit., p. 1 – 12

⁸ NIEVES Y MAGE, op cit, p 12

⁹ Ibid p. 1- 12

¹⁰ Ibid p. 12

¹¹ Ibid p. 1 - 12

forraje, obtención de cosechas extra estacionales, posibilidad de suplir deficiencias de forma inmediata durante el desarrollo del cultivo, y quizá la más importante la posibilidad de implantar cultivos en zonas desérticas y no aptas para la agricultura¹².

4.1.2 Desventajas del germinado. Carballo afirma que: “hay que establecer una rutina de trabajo, ya que es laborioso y requiere de cuidados especiales, se tiene que hacer una pequeña inversión en los utensilios necesarios para hacer el germinado”¹³.

4.1.3 Rendimiento. Carballo sostiene que: “la producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y 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 – 10 días”¹⁴.

Resh, citado por Nievez y Mage comenta que: “el grano o semilla debe ser humedecido durante 24 horas antes de colocarse en las bandejas del cultivo, las cuales pueden regarse manualmente con agua, a los ocho días el cereal habrá alcanzado una altura de 15 a 20 cm y estará listo para cosecharlo y alimentar a los animales”¹⁵.

Castaño y Huertas, Munuevar, citados por Nievez y Mage, “realizaron ensayos con maíz y cebada encontrando que bromatológicamente el maíz ofrece resultados muy superiores a la cebada, del orden de 22% en proteína”¹⁶.

Huzgame, citado por Nievez y Mage, “en ensayos realizados en Sopo (Cundinamarca) trabajó con cebada y encontró que a partir de 900g de semilla obtenía 9 kg de forraje verde a los 8 días”¹⁷.

4.1.4 Utilización de los granos germinados en la alimentación animal. Carballo, “en un ensayo realizado con gallinas leghorn suministrando granos germinados se determinó que la fertilidad del huevo aumenta en un 3% sobre el

¹² CARBALLO Op. Cit. p., 1 – 12

¹³ Ibid, p., 1 – 12

¹⁴ NIEVEZ Y MAGE, op cit., p. 4 - 16

¹⁵ Ibid, p. 4 – 16

¹⁶ Ibid., p 4 - 16

¹⁷ Ibid., p 4 - 16

testigo en donde la alimentación era a base de concentrados. También la ruptura del cascarón aumenta en un 4%. con la alimentación convencional.”¹⁸.

Calderón, Huzgame y Moreno, citados por Nievez y Mage anotan que:

La semilla en germinación se convierte en alimento a partir del octavo día, el aspecto físico como color, sabor y textura, atraen al animal que encuentra en el forraje verde un alimento muy apetecido en el que está incluida una parte de agua necesaria para su dieta, en bovinos el rendimiento de este forraje se refleja en la producción de leche, que debe subir un 50% de lo que la vaca da con pasto natural, así como también sube un 10% de grasa”¹⁹.

Timarán y Ceballos recomienda “suministrar trigo y cebada germinados hasta las 8 semanas del período de engorde en cuyes mejorados adicionando forrajes como aubade, ya que a esta edad se consiguen pesos adecuados comercialmente”²⁰.

4.2. Clasificación y Composición química de los granos.

4.2.1 Trigo (*Triticum aestivum*). El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, residuo y glutéinas), lípidos (ac. Grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y enzimas como la B-amilasa, celulasa y glucosidasas

En la Tabla 1 se muestra el reporte de la composición química del grano y germinado de trigo

¹⁸ CARBALLO, op cit., p 4 - 16

¹⁹ NIEVEZ Y MAGE, op cit., p. 4 - 16

²⁰ TIMARAN y CEBALLOS, op. Cit., p 47-

Tabla. 1. Composición química del grano de trigo y grano germinado de trigo

Grano de trigo		Trigo germinado		
Composición	%	Composición	Base húmeda	Base seca
Humedad	13.44%	Humedad	85.95	-
MS	86.56%	MS	26.04	
Proteína	13.92%	Proteína	2.60	18.49
Fibra	8.3%	Fibra	2.51	17.86
Grasa	2.48%	Grasa	0.36	2.60
Ceniza	2.04%	Ceniza	0.45	3.25
E.N.N	79.20%	E.N.N	8.13	57.80

Laboratorio Bromatología de La Universidad de Nariño

4.2.2. Avena Forrajera (Avena sativa E). Engels citado por Pérez clasifica la avena así:

Clase: Monocotiledoneas

Orden: Glumifloras

Familia: Gramineas

Especie: Avena sativa E²¹.

MacDonal y colaboradores manifiestan que: “la avena es utilizada como alimento para rumiantes y caballos obteniéndose buenos resultados, debido a su gran contenido de fibra y su bajo valor energético, el contenido de proteína bruta varía entre 8 y 15% y aumenta con aplicación de fertilizantes nitrogenados”²².

Hernández dice que: “Por tratarse la avena de un grano revestido, el contenido de fibra bruta es alto, sin embargo en forma de harina es adecuado para todas las especies ganaderas sobre todo para los rumiantes, especialmente en raciones destinadas a reproductores, por su contenido en proteínas y sustancias minerales”²³.

²¹ PEREZ A. Plantas Útiles de Colombia. 3 ed. Y Madrid Librería Colombiana, 1956. p.

²² Mc. Donald O, et al. Nutrición Animal. 3 ed. Zaragoza, España, Acribia, 1986. p. 270

²³ HERNANDEZ, M. J. Manual de nutrición y alimentación del ganado. 2 ed. P. Ministerio de Agricultura, Madrid, ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 1984. p. 16

En la tabla 2 se muestra el reporte de la composición química del grano de avena

Tabla 2. Composición química del grano de avena

DESCRIPCION	INDICADOR
Calorías kcal	359
Humedad %	11.4
Proteínas %	11.0
Grasas %	6.0
Carbohidratos %	68.3
Cenizas %	1.5

Fuente: Herrera (1985).

4.2.3 Arveja (*Pisum sativum*). Según Albornoz. “La arveja (*Pisum sativum*) es un cultivo importante en el departamento de Nariño, principalmente en las regiones de clima medio y frío, con un área que alcanza gran extensión de tierra y se convierte en la base de los ingresos familiares”²⁴.

El mismo autor sostiene que actualmente se constituye en una alternativa importante de sustitución agrícola, debido a sus perspectivas de industrialización y a los precios estables del producto. Además de utilizarse como planta para rotación de cultivos por su ciclo de vida relativamente corto, y su contribución al mejoramiento de la fertilidad de los suelos especialmente cuando se cosecha verde²⁵.

Castillo afirma que: “La arveja se adapta muy bien en regiones comprendidas entre 2400 y 2600 m.sn.m y con una temperatura entre los 13° C y 15° C. Se la puede sembrar en diferentes tipos de suelo, sin embargo, las mejores cosechas se obtienen en suelos fértiles, bien drenados con buen contenido de materia orgánica”²⁶.

²⁴ ALBORNOZ Hernán. Evaluación de la capacidad de fijación biológica de nitrógeno en Arveja (*Pisum sativum* L) en condiciones de laboratorio e invernadero. Pasto-Colombia.1993. p 14. Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño Facultad de Ciencias agrícolas. .

²⁵ Ibid, p16

²⁶ CASTILLO, NA Manual Práctico de hortalizas. Temas de orientación Agropecuaria (Colombia). 1974. p 29.

Caicedo citado por Benavides y Guzmán, anota que: “100g de arveja comestible tiene el siguiente contenido: calorías 68%; agua 79%; proteínas 5.9%; grasa 0.3%; carbohidratos 11.0%, Fósforo 11mg, Calcio 35mg; hierro 1.6mg; vitamina A 1000 U.I; tiamina 0.3mg; magnesio 31.0mg; riboflavina 0.08mg; niacina 1.5mg; vitamina C 40 mg”²⁷.

4.3. PASTO AUBADE (*Lolium* sp)

Bernal citado por Coral y Reyes (1997) sostiene que:

Los Raigrases crecen bien en alturas comprendidas entre los 2000 y 3000 m.s.n.m., requieren suelos de fertilidad alta y media, con un pH entre 5.5 y 7.0 de textura franca aunque tolera suelos pesados. Son pastos exigentes en humedad, responden bien en zonas donde la precipitación es de 1000 mm., al año o donde se garantice un suministro adecuado de agua en épocas de verano y son resistentes a la acción de las heladas”²⁸.

Caicedo y Egas citado por Coral y Reyes (1997) sostiene que: “los pastos más utilizados en clima frío son: los raigrases inglés e italiano, los Tetraploides aubade, Tetralite y Tetrablend, gramíneas y altos contenidos de proteína (18-20%) en materia seca), vitaminas y minerales y se caracteriza por su alto grado de humedad y relativamente baja fibra. Son pastos que el cuy los consume con gran facilidad, llegando hasta 500 o 600 gramos por animal al día”²⁹.

Aliaga (1979) manifiesta que: “al evaluar los incrementos de peso en cuyes de engorde con cuatro tratamientos. En donde la alimentación se realizó a base de raigras y trébol rojo a voluntad más concentrado comercial en diferentes cantidades. Los resultados muestran que el consumo de forraje verde se incrementa cuando los animales no disponen de concentrado”³⁰.

Coral y Reyes (1997) afirman que: “los raigrases considerados como plantas anuales, bajo buenas condiciones de manejo se comportan como plantas perennes de corta duración. Se desarrollan con facilidad y cada planta individual

²⁷ CAICEDO, Op. Cit. P. 18

²⁸ CORAL, Javier y REYES, Alba. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes alimentados con cofrey (*sympbium*) y pasto aubade (*lolium* sp). Pasto, 1997. p. 15. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

²⁹ Ibid., p. 15

³⁰ ALIAGA, Op. Cit., p. 5.

alcanza un buen tamaño cuando no hay demasiada competencia y las condiciones de desarrollo son apropiadas. Son exigentes en fertilización orgánica, especialmente en forma de gallinaza o porquinaza para un óptimo desarrollo”³¹.

En la Tabla 3 se reporta su análisis químico.

Tabla 3. Composición química del Pasto Aubade en base seca.

NUTRIENTES	CANTIDAD
Humedad %	84.51
Materia seca %	15.31
Proteína %	18.1
Ceniza %	5.29
Fibra %	17.14
Energía Digestible Kcal/kg	2900
E.L.N. %	58.57

Fuente: Laboratorio Nutrición Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño 2002.

4.4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY

Caicedo reporta los resultados de varias investigaciones según las cuales:” el cuy crece y se desarrolla bien con contenidos de proteínas de 13 y 18%, 2860 y 2900 Kcal/Kg de energía digestible (ED), calcio 1,2% y 1.4% y fósforo 0,6% y 0.8% para las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo”³².

En la tabla 4 se reporta los requerimientos nutritivos en la dieta del cuy en las fases de levante y engorde.

Tabla 4. Requerimientos nutritivos en la dieta del cuy en levante y engorde

Nutrientes	Concentración
Energía Digestible Kcal./kg	3000
Fibra %	6 - 18
Proteína %	16 - 18
Calcio %	0.80 – 1.2
Fósforo %	0.40 – 0.60

Fuente: Vergara (1992, citado por Orozco y Torres) (3)

³¹ Ibid, p. 7

³² CAICEDO, Op. Cit. P. 18

4.5. GENERALIDADES SOBRE DIGESTIBILIDAD

Según Mc Donald et al la digestibilidad de un alimento se define: “Como la parte de un alimento que no es excretado en las heces y que se supone por lo tanto, que ha sido absorbido. Se expresa generalmente en relación a la materia seca como un coeficiente en forma porcentual. De esta forma se puede calcular los coeficientes de cada uno de los constituyentes de la materia seca³³ .

Casting citado por Florez y Salazar señala que:

La digestibilidad de un alimento cualquiera, una parte es digestible y aprovechable y la otra es eliminada por las heces, es decir, indigestible; de aquí se concluye que todos los alimentos tienen diferente digestibilidad y ello está de acuerdo (si un alimento es vegetal) con el grado de crecimiento o madurez del mismo por una parte y otra, estará de acuerdo con la edad y especie animal que lo consuma; por eso es necesario tener en cuenta la cantidad de agua, cenizas, proteína, nitrógeno, grasa y fibra cruda de los alimentos³⁴ .

4.5.1 Factores que afectan la digestibilidad. Church, manifiesta que: “La composición química del alimento afecta la digestibilidad, el estado de madurez al momento de la cosecha es el factor de mayor importancia que influye en la composición de los forrajes, conforme las plantas maduran aumentan el contenido de la pared celular, el contenido celular se reduce y las plantas se vuelven menos digestibles³⁵ .

Según Maynard: “la digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o bien por falta de absorción completa³⁶ .

³³ Mc. DONALD, P, EDWARDS; R Y GREENHALGH, J. Nutrición animal 3a ed. Zaragoza, Acribia, 1986. p. 200.

³⁴ FLOREZ, Luis y SALAZAR Giovanni. Digestibilidad aparente de forrajes. Arbóreos y Raíz “Zea Mayz” en cuyes “cavia Porcellus”. Pasto-Colombia.1995 p22. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

³⁵ CHURCH, DC y POND, W.G Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Zaragoza, Acribia 1977 p. 462

³⁶ MAYNARD A. L Nutrición animal. Trad. De la 4ª edición inglesa por Eduardo Escalona. México 1981 p 515.

Church y Pond refiriéndose a los factores que afectan la digestibilidad menciona: “nivel de consumo de alimentos, trastornos digestivos deficiencias de nutrientes y frecuencia de las comidas entre otros”³⁷.

4.5.2 Mecanismos para determinar digestibilidad. Existen varias formas de determinar la digestibilidad de un alimento, dos de ellas se mencionan a continuación como son: digestibilidad aparente e invitro.

4.5.2.1 Digestibilidad aparente. Church y Pond afirman que: “Existen diferentes mecanismos para determinar la digestibilidad de un alimento y la proporción que es utilizable por el animal mediante su absorción en el tracto gastrointestinal. Los animales son alimentados con una dieta de composición conocida durante un período de tiempo de varios días, durante los cuales se recogen las heces que son analizadas para determinar los componentes que interesan”³⁸.

Un método consiste en la recolección de alimento y heces para lograr una medición directa de la digestibilidad aparente, se calcula como sigue

$$\begin{aligned} \text{D.A.} &= \text{Digestibilidad aparente} \\ \text{D.A.} &= \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{nutriente en heces}}{\text{Nutriente Ingerido}} \end{aligned}$$

Burbano y Lucero en un trabajo realizado con granos germinados en conejos reportan que:

Las mejores digestibilidades fueron para germinado de cebada y el germinado de trigo, lo que indica que estos alimentos pueden ser muy bien aprovechados para la alimentación animal, además argumentan que el cultivo de germinados permite utilizar alimentos sanos libres de pesticidas e insecticidas, además se puede 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 animal”³⁹.

³⁷ Ibid, p. 462

³⁸ Ibid, p. 462

³⁹ BURBANO, Martínez Dary Andrea, LUCERO, Benavides Rosa Anabelly. Valoración Nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), CEBADA (*Hordeum vulgare*) y MAIZ (*Zea Mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2006 p., 78 – 79. Tesis de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

4.5.2.2 Digestibilidad “in Vitro”. Muñoz y Olave señalan que: “La digestibilidad “in vitro” es utilizada para tomar la medida de alimentos esenciales se han convertido mediante procedimientos rutinarios en alimentos específicos por los animales bajo condiciones controladas; la medida de la digestibilidad de rumiantes en pastoreo es difícil y se requieren mejoras en la exactitud, trata el método de replicar el proceso de digestión de rumen a nivel de laboratorio”⁴⁰.

⁴⁰ MUÑOZ, E. y OLAVE, V. Determinación de Consumo Voluntario y Digestibilidad in vivo e in Vitro del ramio (*Bochmeria nivea*, Gaud) en ovinos, Tesis de Zootecnia, Palmira - Colombia. Universidad Nacional, 1982. p. 84.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

El trabajo se dividió en dos fases: en la primera se realizó la producción de germinados y la prueba de digestibilidad aparente *In vivo* de los germinados de avena, trigo y arveja. En la segunda fase se realizó una prueba de comportamiento con el germinado que presentó los mejores resultados (en este caso el germinado de trigo) y como alimento base se utilizó el pasto Aubade para determinar los rendimientos productivos de los cuyes.

5.1. PRODUCCIÓN DE GERMINADOS

5.1.1 Localización. Esta prueba se llevó a cabo en la granja experimental Botana de propiedad de la Universidad de Nariño, situada a 8 Km. de la ciudad de San Juan de Pasto, presenta una temperatura promedio de 12° C, una altura de 2820 m.s.n.m, una humedad relativa de 75%, y una precipitación anual aproximada de 1054 mm.

(*)

5.1.2 Instalaciones y equipos. La producción de germinados se realizó en un lugar adecuado, provisto de buena ventilación, protegido de la luz directa, para así proveer a las semillas un ambiente óptimo para su desarrollo. Se utilizaron estructuras en madera, láminas de polipropileno, todo esto para la construcción de las bancadas. Se utilizaron además baldes, balanzas, etc.

La producción de germinado se realizó en un cuarto con las siguientes características: paredes en ladrillo, piso de cemento y techo en teja de eternit. El área es de 9 m., de largo, 7,5 m., de ancho.

En su interior se construyeron tres estructuras en madera para la producción del germinado cada una de 5 pisos de 2.m., de alto, 3 m., de largo por 0.70 m., de ancho, en esta a su vez se colocan las bandejas que están elaboradas en plástico y madera y tienen como dimensiones 50 cm., por 90 cm., cada una.

5.2. OBTENCIÓN DEL GERMINADO

5.2.1 Tratamiento de la semilla. Se emplearon 16 kg., de semilla de avena forrajera, 16 kg., de trigo y 16 kg., de arveja, las semillas se lavaron con agua

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

limpia, retirando residuos y granos quebrados y en mal estado, se dejaron en remojo por 24 horas en un lugar fresco, con temperatura promedio de 15° C; posteriormente se escurrieron y se mantuvo 48 horas en reposo para luego proceder a sembrar.

5.2.2 Siembra. En cada bandeja se sembraron 200g de semilla, para un total de 5 bandejas y 1000 g de semilla por tratamiento, esta fue distribuida cuidadosamente, procurando uniformidad de espesor, esto se realizó pasando un día con el fin de obtener una producción continua de forraje, transcurridos 10 días, se procedió a cosechar de la misma forma en que se programaron las siembras.

El forraje obtenido en cada una de las bandejas por día y por tratamiento se suministró a cada grupo de animales según la distribución correspondiente.

En la figura 1 se muestra la siembra de grano de trigo en el proceso de germinación.

Figura 1. Siembra de germinado de trigo



5.2.3 Germinación. Para este proceso es determinante el aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura adecuada. Para que el agua se difunda a través de las envolturas de la semilla y llegue hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado, para luego iniciar el crecimiento.

Se realizó una prueba de germinación para determinar la calidad de la semillas cuyos datos están registrados en la tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje de germinación de los granos de Avena, Trigo y Arveja

ALIMENTO	% Germinación	% Pudrición
Avena	96.00	1.00
Trigo	95.00	1.00
Arveja	93.00	2.00

5.2.4 Sistema de riego y drenaje. El riego se realizó en forma manual, una vez al día, hasta el día octavo y el día noveno reposó, el día 10 se suministró a los animales.

5.2.5 Diseño experimental y análisis estadístico. Para la producción de grano germinado se utilizó un diseño en bloques al azar con 3 tratamientos y 5 réplicas por tratamiento. Para determinar la diferencia entre los tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey.

$$Y_{ij} = \mu + B_j + I_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable Respuesta en el bloque J, tratamiento i

μ = Media general del experimento

I_i = Efecto del tratamiento i

B_j = Efecto del bloque j

E_{ij} = Error experimental

5.2.6 Tratamientos

La distribución de los tratamientos se realizó de la siguiente forma:

Tratamientos	Replicaciones				
	I	II	III	IV	V
t1 Avena	T ₁ R ₁	T ₁ R ₃	T ₁ R ₄	T ₁ R ₂	T ₁ R ₅
t2 Trigo	T ₂ R ₂	T ₂ R ₁	T ₂ R ₅	T ₂ R ₄	T ₂ R ₃
t3 Arveja	T ₃ R ₃	T ₃ R ₂	T ₃ R ₁	T ₃ R ₅	T ₃ R ₄

5.3. PARAMETROS EVALUADOS.

5.3.1 Producción de Forraje. Se determinó la producción de germinados en cada tratamiento a los 8 días de siembra, en un área por tratamiento de 0.45m², denominada bandeja.

Con base en la producción obtenida por bandeja se realizaron los cálculos respectivos. Con los resultados obtenidos se hicieron las comparaciones entre los diferentes tratamientos con el fin de determinar diferencias estadísticas.

Este ensayo tuvo una duración de 18 días, periodo en el cual se cosechaba diariamente para medir los rendimientos de cada tratamiento.

En la figura 2 se presenta la producción de germinado a diferentes días de siembra.

Figura 2. Producción de germinado.



5.3.2 Capacidad de Carga. Con éste parámetro, se estableció la cantidad de animales que se puede alimentar con la producción de forraje verde obtenida a partir del grano. La capacidad de carga se determinó así:

$CC = \text{Kg de germinado producido en } 0.45 \text{ m}^2 / \text{Kg de germinado consumido por animal/día}$

5.4. ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD EN CUYES CON GRANOS GERMINADOS

5.4.1 Localización. La prueba de digestibilidad se realizó en las instalaciones de la Universidad de Nariño, ubicada en la zona de Torobajo, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño, situada a 2504 m.s.n.m con temperatura promedio de 12.45° C, precipitación anual de 800mm, y humedad relativa de 60% anual.

5.4.2 Instalaciones y Equipos. El experimento se realizó en el Bioterio en donde se ubicaron las 15 jaulas metabólicas, cuyas dimensiones y características son: 0.35 m., de ancho x 0.35 m., de profundidad y 0.88 m., de altura, con sus respectivas bandejas para la recolección de heces y orina.

Las heces se recolectaron en bolsas de papel para su posterior análisis, el pesaje de animales, de heces, suministro y rechazo de alimento se hizo en una balanza con capacidad de 0.1 g a 2610 g.

5.4.3 Animales. Se utilizaron 15 cuyes machos de dos y medio meses de edad con un peso promedio de 800g, procedentes del centro de investigación de la Universidad de Nariño, y fueron distribuidos aleatoriamente en cada jaula metabólica.

5.4.4 Plan sanitario. Con el fin de controlar tanto parásitos internos como externos se realizó la desparasitación previa al ensayo con un producto comercial a base de ivermectina.

5.4.5 Tratamientos. La alimentación estuvo constituida por granos germinados y se distribuyeron de acuerdo al tratamiento así:

Tipo de alimento	tratamiento
Germinado de avena	T1
Germinado de trigo	T2
Germinado de arveja	T3

5.4.6 Alimentación. Los granos germinados se constituyeron como único alimento durante todo el ensayo de digestibilidad, se suministró una vez al día, iniciando con una cantidad de 200 g/animal/día en la etapa pre experimental y se finalizó suministrando 300 g/animal/día.

5.4.7 Diseño experimental y análisis estadístico. Para el estudio se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) con 3 tratamientos y 5 réplicas por tratamiento y cada réplica con una unidad experimental, para un total de 15 animales. Para determinar la diferencia entre los tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey, aplicando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = U + t_i + E_{ij}$$

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

U = media general del experimento

T_i = efecto de j -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental de la i ésima unidad sometida al j ésimo tratamiento

5.4.8 Etapa pre-experimental. La etapa pre-experimental, hace referencia al periodo de adaptación a las condiciones del ensayo, jaulas y alimentación, este lapso de tiempo fue de 8 días, en los cuales se determinó el consumo y rechazo de alimento, que en este periodo se suministró a voluntad.

5.4.9 Etapa experimental. En esta etapa se suministró a cada animal la cantidad de alimento que se determinó en la fase anterior, durante 10 días seguidos hasta culminar el ensayo, se tuvo en cuenta, peso de los animales, suministro de alimento una vez al día, recolección y pesaje de heces y se llevó a la estufa a 65° C por 48 horas para realizar el análisis químico.

Cada 12 horas se recogieron las heces de las unidades, se pesaron e inmediatamente se secaron a una temperatura de 65° C, por último las excretas una vez secas se homogeneizaron para realizar los respectivos análisis químicos a cada grupo experimental.

5.4.10. Análisis químico. Se hizo tanto para heces como para el alimento ofrecido, en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño; para las fracciones materia seca, ceniza, fibra, proteína, extracto etéreo. (Anexo 17 y 18)

5.5. VARIABLES EVALUADAS

5.5.1. Consumo de alimento. Calculado por diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado durante el desarrollo del ensayo. Además se obtuvo la cantidad diaria de heces producidas por cada animal.

Consumo de alimento = (alimento ofrecido X % ms alimento ofrecido) – (alimento rechazado X % ms alimento rechazado)

5.5.2 Coeficiente de digestibilidad. Se calculó mediante la siguiente formula:

$$C.D. = \frac{Mo - Me}{Mo} \times 100$$

C.D = coeficiente de digestibilidad

Mo = materia ofrecida

M.e = materia excretada

5.5.3 Principio digestible. El principio digestible se calculó así:

$$P.D = \frac{C.D \times \text{análisis químico}}{100}$$

P.D = principio digestible

C.D = coeficiente de digestibilidad

5.5.4 Nutrientes digestibles totales. Se determinó por medio de la siguiente fórmula:

$$N.D.T = (P.D \text{ proteína } X_i) + (P.D.E.E \times 2.25) + (P.D.E.L.N \text{ } X_i) + (P.D \text{ fibra} \times 1)$$

N.D.T = nutrientes digestibles totales

P.D = principios digestibles

E.E = Extracto etéreo

E.L.N = extracto libre de nitrógeno

5.6. PRUEBA DE COMPORTAMIENTO

5.6.1. Localización. Esta prueba se llevó a cabo en la granja experimental Botana de propiedad de la Universidad de Nariño, situada a 8 Km. de la ciudad de San Juan de Pasto, presenta una temperatura promedio de 12° C, una altura de 2820 m.s.n.m, una humedad relativa de 75%, y una precipitación anual aproximada de 1054 mm.

5.6.1.1. Instalaciones y equipos. Para llevar a cabo el trabajo se adecuó una sección de galpón la cual tenía unas dimensiones aproximadas de 15 m., de largo por 6 m., de ancho y 2.5 m., de alto. En él se ubicaron las 16 jaulas de malla que tienen unas dimensiones de 0.80 m., de ancho por 1 m., de largo, 0.40 m., de alto, cada una provista con su respectiva pastera y un comedero para el suplemento. Estas jaulas fueron previamente lavadas y desinfectadas para evitar la presencia de organismos patógenos. Se emplearon además básculas para pesar el germinado, el concentrado y los animales

5.6.1.2. Animales y plan de manejo. Para el presente experimento se utilizaron 64 cuyes machos mejorados, de 25 días de edad con un peso promedio de 330 g, los cuales tuvieron una etapa de adaptación de 7 días luego se suministró las dietas correspondientes a cada uno de los tratamientos, por un período de dos meses y medio, tiempo en el cual se midieron los parámetros productivos propuestos.

5.6.1.3. Tratamientos. Los tratamientos que se emplearon en el ensayo fueron los siguientes expresados en gramos/animal día:

To: dieta base (pasto aubade) + 100% concentrado comercial

T1: dieta base (pasto aubade) + 50 % concentrado comercial + 50% germinado

T2: dieta base (pasto aubade) + 25% concentrado comercial + 75% germinado

T3: dieta base (pasto aubade) + 100 % germinado

5.6.1.4. Alimentación. La dieta base en cada uno de los tratamientos estuvo constituida por 300 g/animal/día de pasto aubade (*Lolium sp*), para la suplementación se trabajaron niveles experimentales en el reemplazo del concentrado por el germinado, con un tratamiento testigo de 40g de concentrado y de allí se fueron reemplazando por germinado según los tratamientos propuestos (anexo 19).

En la figura 3 se muestra el suministro de alimento a los animales de acuerdo a los tratamientos respectivos

Figura 3 Suministro de alimento



5.6.1.5 Duración del ensayo. La prueba de comportamiento tuvo una duración de 3 meses, en donde se realizaron pesajes periódicos de los animales cada semana.

5.6.1.6. Diseño experimental y análisis estadístico. Para este estudio se empleó un diseño irrestrictamente al azar (DÍA), con 4 tratamientos y 4 replicas por tratamiento, cada una con 4 unidades experimentales, para un total de 64 animales. El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + t_i + E_{ij}$$

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

U = media general del experimento

T_i = efecto de j -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental de la i ésima unidad sometida al j ésimo tratamiento.

Se realizó un análisis de varianza para las variables: consumo de alimento, incremento de peso, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Se aplicó la prueba de Tukey para establecer diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos.

5.6.1.7 Formulación de hipótesis. En este experimento se utilizaron las siguientes hipótesis:

HO: Hipótesis nula. Los resultados obtenidos para cada una de las variables a evaluar son similares en todos los tratamientos.

H1: Hipótesis alterna: existe, por lo menos, un tratamiento que presenta un resultado diferente con respecto a las variables objeto de estudio.

5.6.2 Variables evaluadas.

5.6.2.1 Consumo de materia seca. En cada tratamiento se determinó el consumo diario de alimento, esto se realizó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido menos el rechazado y el desperdicio.

Consumo de alimento = (alimento ofrecido X % ms alimento ofrecido) – (alimento rechazado X % ms alimento rechazado)

5.6.2.2 Incremento de peso. Se determinó mediante la diferencia entre el peso final y el peso inicial.

5.6.2.3 Conversión alimenticia. Se calculó teniendo en cuenta el consumo de materia seca tanto del pasto como del suplemento y el incremento de peso durante el periodo experimental.

Conversión alimenticia = $\frac{\text{consumo de materia seca}}{\text{Incremento de peso}}$

5.6.2.4. Ganancia diaria de peso. Se obtuvo dividiendo el incremento de peso sobre el periodo experimental en días.

5.6.2.5. Mortalidad. Se determina relacionando el número inicial de animales y el número de animales al final del experimento para cada uno de los tratamientos, expresando este valor en porcentaje.

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

5.6.3. Análisis parcial de costos. Dentro del análisis parcial de costos de esta investigación se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Costo total del alimento: se obtuvo al multiplicar el consumo de alimento en kilogramos, tanto para el pasto, el concentrado y el germinado, por el precio unitario, en cada uno de los tratamientos.
- Ingreso bruto: se obtuvo al multiplicar el rendimiento en pie por el valor comercial de un kilogramo de cuy.
- ingreso neto: se obtuvo de la diferencia entre el beneficio bruto y el costo total del alimento.
- Rentabilidad en el periodo: se obtuvo como resultado de la relación entre el beneficio neto y el costo total del alimento multiplicado por 100.

6. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

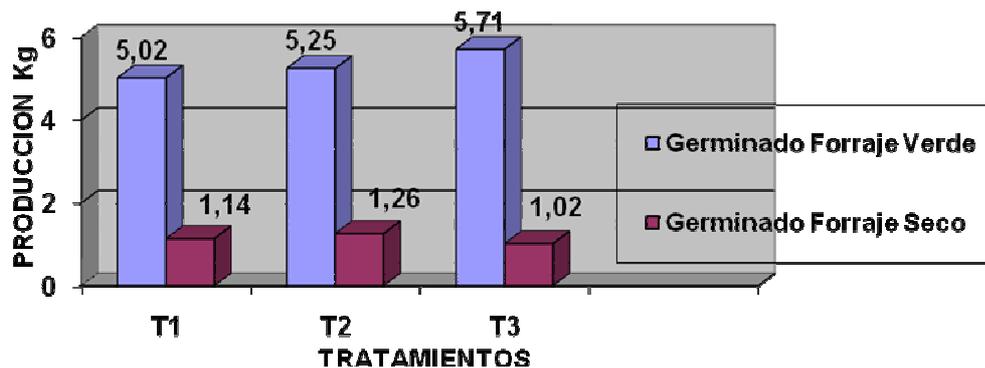
6.1. PRODUCCION DE GRANOS GERMINADOS

En la Tabla 6 y figura 4 se muestra los resultados de la producción de germinados por tratamiento, igualmente en el análisis de varianza y prueba de Tukey (Anexo 1 y 2), reveló que no se presenta diferencias entre los tres tratamientos obteniéndose para el germinado de trigo T2 1.26 kg./ms., seguido del germinado de avena T1., con 1.14 kg./ms., y por último el germinado de arveja T3 con 1.02 kg./ms.,

Tabla 6: Producción de Granos germinados

ALIMENTO GERMINADO	Kg., DE SEMILLA SEMBRADA	Kg., F.V OBTENIDO	% MS GERMINADO	RENDIMIENTO M.S./ KG/ X TTO.
T1 AVENA	1.0	5.02	22.80	1.14
T2 TRIGO	1.0	5.25	24.05	1.26
T3 ARVEJA	1.0	5.71	18.03	1.02

Figura 4. Produccion de granos germinados



A pesar de lograr un mayor rendimiento en forraje verde con el germinado de arveja, su bajo contenido de materia seca se refleja en un rendimiento similar estadísticamente en relación al germinado de avena y trigo. De igual manera se presenta una escasa variabilidad en la producción de forraje verde que depende

ante todo del contenido de humedad y de materia seca. Al respecto Carballo ⁴¹ manifiesta que: “bajo condiciones adecuadas de temperatura, humedad, densidad y buena calidad de la semilla, estas especies alcanzan un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla en pasto fresco y a una altura de 20 cm. Aproximadamente, en un periodo de 7 a 10 días, de igual manera afirma que la literatura reporta conversiones de semilla a forraje de 5 a 1, con las semillas regionales.

La semilla para la germinación y posteriormente la planta en sus primeros estados de crecimiento absorbe una cantidad limitada de agua, reflejándose en el contenido de materia seca, ayudado por el ambiente en el que se desarrolla en donde sólo cuenta con el agua que se le adiciona y los nutrientes presentes en la semilla. Vilalta⁴² 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 seguida de un brote muy pequeño que contiene hojas y tallo.

6.1.1. Capacidad de carga: En la Tabla 7 aparece registrada la capacidad de carga para cada uno de los tratamientos lo que nos indica el número de animales a alimentar con la producción de los germinados.

Para la determinación de esta variable se tuvo en cuenta la producción de germinado y el consumo por parte del animal. (Tabla 6)

Tabla 7. Capacidad de carga.

ALIMENTO	PRODUCCION Kg/MS.	CONSUMO Kg/ms/animal	Nº DE ANIMALES
GERMINADO DE AVENA	1.14	0.065	17.53
GERMINADO DE TRIGO	1.26	0.071	18.00
GERMINADO DE ARVEJA	1.02	0.050	20.40

⁴¹ CARBALLO. Op cit.

⁴² VILALTA, Senti. Op. Cit.

Los resultados muestran que con 1.14 kg/ms., de germinado de avena se pueden alimentar 17.53 animales por día, con un consumo de 0.065 kg/ms/animal, con 1.26 kg/ms de germinado de trigo se pueden alimentar 18 animales con un consumo de 0.070 kg/ms/animal y con 1.02 kg/ms de germinado de arveja se pueden alimentar 20.40 animales con un consumo de 0.050 kg/ms/animal.

Esto se debe posiblemente a que tanto la producción de germinados como el consumo de los mismos no presentan diferencias significativas la capacidad de carga es muy similar, además los germinados son un alimento que por sus características organolépticas agradables de sabor, color y aroma son muy apetecidos presentándose una excelente palatabilidad.

6.2. PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD:

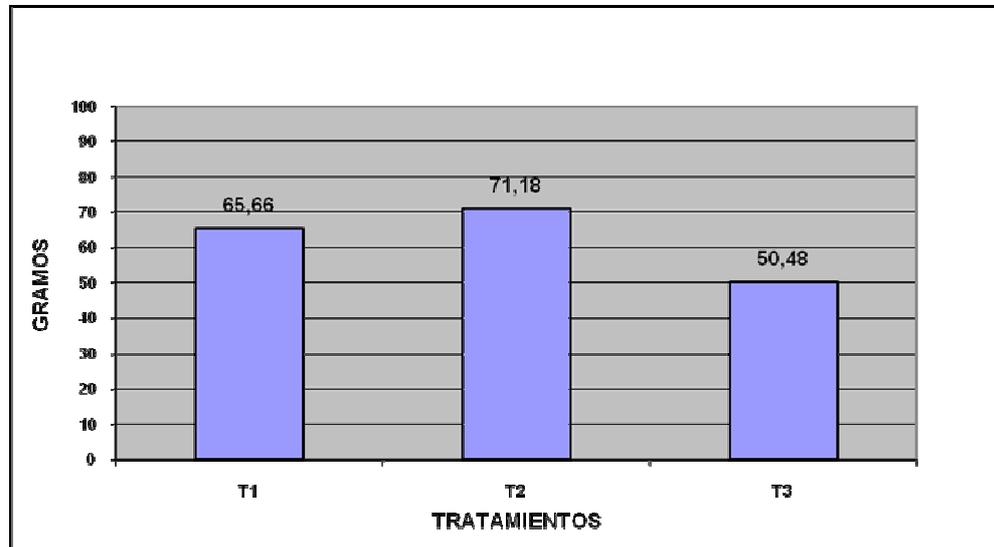
En la Tabla 8 se muestran los resultados de la digestibilidad de los nutrientes materia seca, proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de Nitrógeno, y NDT

Tabla 8. Coeficientes de digestibilidad aparente de germinados de avena, trigo y arveja.

PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD	T1 Germinado de avena	T2 Germinado de Trigo	T3 Germinado de Arveja
Período experimental (días)	10	10	10
Consumo promedio (ms g/día)	65.66	71.18	50.48
CD materia seca (%)	72.23	77.08	63.85
CD Proteína (%)	82.93	83.73	67.66
CD fibra (%)	58.79	81.30	33.36
CD EE (%)	88.55	79.85	26.37
CD ELN (%)	76.55	88.66	71.31
NDT	78.41	85.89	64.44

6.2.1. Consumo de materia seca. En la Tabla 8 y figura 5 se presentan los resultados de consumo de materia seca (g) así mismo en los anexos 3y 4 se muestra el análisis de varianza y la prueba de Tukey donde se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos T1 Germinado de Avena, con 65.66 g., y el T2 Germinado de Trigo con 71.18 g., con respecto al T3 Germinado de Arveja en donde el consumo fue de 50.48 g.,

Figura. 5 Consumo de materia seca



El mayor consumo de materia seca presentado con el germinado de trigo y el germinado de avena puede haber sido influenciado por las buenas características organolépticas que presentan estos alimentos, a diferencia del germinado de arveja que presenta un tallo y una semilla de mayor tamaño lo que la hace menos apetecible disminuyendo el consumo. Por otra parte el contenido de materia seca de los germinados de avena y trigo es superior al germinado de arveja

Además, tanto el germinado de avena como el de trigo por ser cereales, presentan posiblemente un balance más equilibrado en cuando a energía y proteína, al contrario de la arveja que por su condición de leguminosa es alta en proteína (28.19%) y baja en energía (64.44)

Preston y Leng, citados por Timaran y Ceballos 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 sus nutrientes"⁴³.

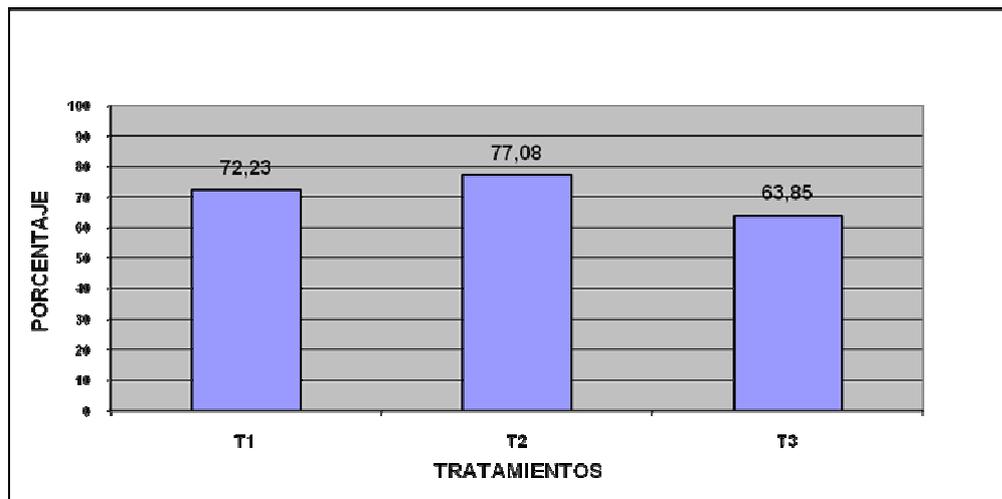
Caicedo, afirma que: "el consumo de alimento en función de su tamaño, estado fisiológico, densidad energética de ración y temperatura ambiental"⁴⁴.

⁴³ TIMARAN Y CEBALLOS, Op. Cit. Pag 150

⁴⁴ CAICEDO, Op. Cit., Pág. 97

6.2.2. Digestibilidad de la materia seca: (CDMS). En la Tabla 8 y figura 6 aparecen los resultados de la digestibilidad de la materia seca, y en el análisis de varianza (anexo 5) indica la presentación de diferencias significativas ($p < 0.001$), así mismo la prueba de Tukey (anexo 6) muestra diferencias significativas de los tratamientos T1 (72.23) y T2 (77.08%) con respecto al T3 (63.85), por otra parte el T2 es diferente a T1

Figura.6 Digestibilidad de la materia seca



La más alta digestibilidad de los germinados de trigo y avena con respecto al germinado de arveja puede atribuirse al mayor consumo de materia seca en el alimento, así como también la presencia de carbohidratos solubles y la mayor palatabilidad del grano pudo favorecer la degradación en el tracto digestivo.

La menor digestibilidad obtenida en el germinado de arveja podría explicarse por la forma física del alimento, el cual presentó mayor dureza y un diámetro mayor, así mismo presenta un tallo más grueso y menor número de hojas lo que puede influir en la masticación, degradación y transformación de los nutrientes. Asociado a un desequilibrio nutricional por su desbalance en cuanto a energía y proteína.

Mc Donald et al⁴⁵ afirma 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.

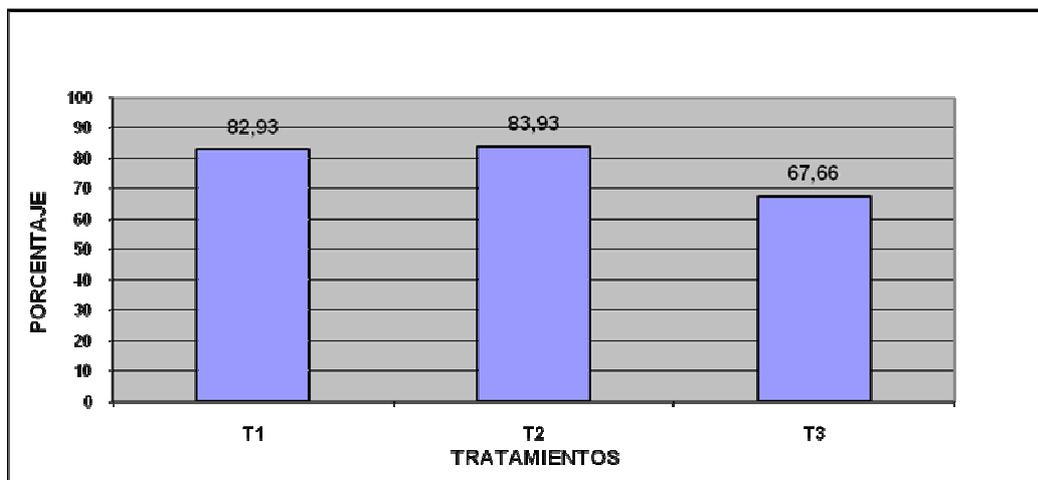
⁴⁵ Mc Donald et al Op Cit., P. 227, 479

Por su parte Carballo⁴⁶, 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.

6.2.3. Digestibilidad de la Proteína (CD PROT). En la Tabla 8 y figura 7 se presentan los resultados de digestibilidad de la proteína, así mismo en el análisis de varianza y prueba de Tukey (Anexo 7 y 8) se presentaron diferencias significativas ($P < 0.01$) de los tratamientos T2 (germinado de trigo) 83,93% y T1 (germinado de avena) 82,93% con respecto al T3 (germinado de arveja) que presentó la menor digestibilidad con 67,66%.

La relación energía proteína tanto del germinado de avena T1 (4.19) y trigo T2 (4.81) son comparables con los requerimientos que presenta el animal (4.11), en este aspecto se presenta un desequilibrio acentuado en esta relación energía proteína por parte de la arveja T3 (2.28)

Figura. 7 Digestibilidad de la proteína



Los resultados en donde el germinado de trigo y avena presentaron las mayores digestibilidades se puede atribuir a que estos tienen sus componentes nutricionales más balanceados a pesar de que es menor su contenido de proteína comparado con el germinado de arveja, estos presentan mayor cantidad de azúcares solubles lo que permite una mejor degradación y aprovechamiento de la proteína. Por otra parte los germinados quizá presentaron diferente solubilidad de

⁴⁶ Carballo, Op. Cit., P.2

los componentes proteicos y por lo tanto, la actividad proteolítica de los microorganismos fue más eficaz, mejorando la tasa y el grado de digestión.

Estos resultados están acordes con los encontrados por Burbano y Lucero ⁴⁷ quienes trabajaron con granos germinados en conejos. Ellos determinaron que al trabajar con granos germinado de trigo se presenta una adecuada digestibilidad de esta fracción con el 81.68% siendo este valor adecuado si se tiene en cuenta que por su condición de monogástricos herbívoros tanto el cuy como el conejo presentan similitud en la digestibilidad de los alimentos.

El bajo coeficiente del germinado de arveja obedeció posiblemente al consumo del alimento, puesto que al presentar características organolépticas poco aceptadas por el animal, se hizo menos apetecible.

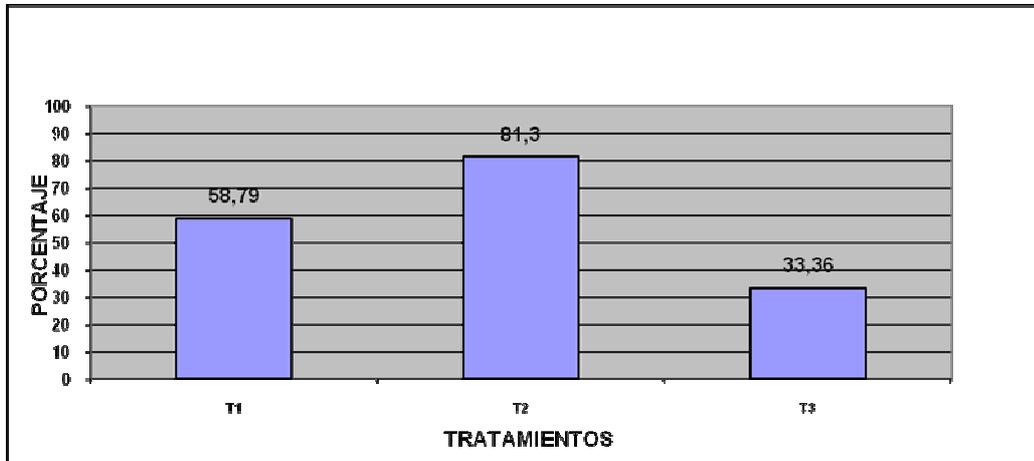
Maynard et al., sostiene que: “la digestibilidad de la proteína se complementa cuando la composición química del alimento favorece la digestión por el equilibrio nutricional, que independientemente de su contenido proteico bruto, cobra mayor importancia a la variedad de aminoácidos que hagan parte de este”⁴⁸.

6.2.4. Digestibilidad de la fibra cruda (CDFC). En la Tabla 8 y figura 8 se presentan los resultados de digestibilidad de la fibra cruda, en el análisis de varianza y prueba de Tukey (Anexo 9 y 10) reveló diferencias ($P < 0.01$) entre los tres tratamientos, entre el T2 (germinado de trigo) (81.30%), con el T1 (germinado de avena) (58.79%) y el T3 (germinado de arveja) (33.36%). Así mismo el T1 con el T3.

⁴⁷ BURBANO Y LUCERO. Valoración nutritiva de cereales germinados de trigo (*Triticum spp.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2006. p.110. Tesis de grado, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁴⁸ MAYNARD; Op. Cit. Pág. 137.

Figura. 8. Digestibilidad de la fibra.



La mayor digestibilidad del germinado de trigo puede atribuirse a la presencia de carbohidratos solubles en mayores cantidades debido a la condición de ser un cereal y debido a que en el proceso de germinación de carbohidratos se vuelven más asimilables en forma de azúcares simples.

La menor digestibilidad presentada en el germinado de arveja puede atribuirse posiblemente a la presencia de carbohidratos estructurales y a la lignina, por la dureza de la cutícula, además presenta un mayor grosor del tallo que es en donde se acumulan estos compuestos que confieren estabilidad estructural al grano y a la planta.

De acuerdo con Rodríguez: “durante la germinación, bajo la influencia de la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples, como dextrinas, maltosa y otros⁴⁹”.

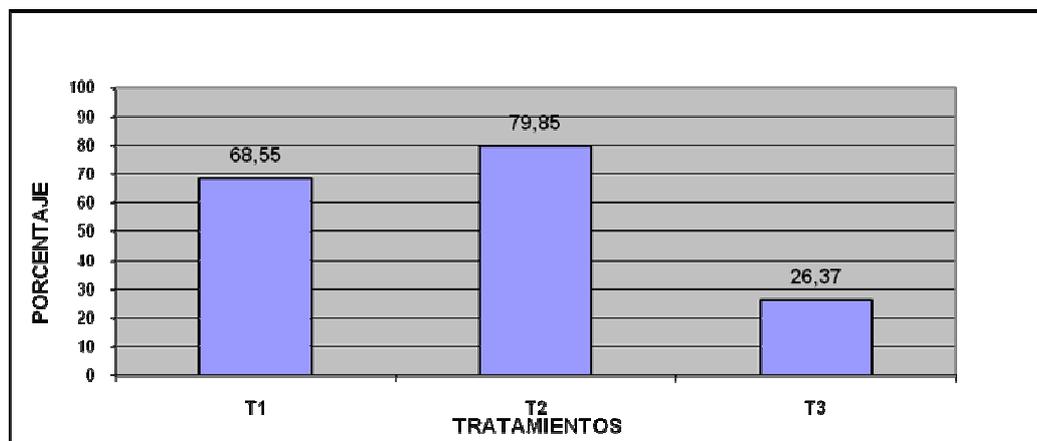
Al respecto García, coincide en expresar que en el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de transformaciones importantes, el germen del embrión a partir de su energía se forma de carbohidratos y lípidos, se transforma en pocos días en una planta con una cantidad de carbohidratos más solubles y asimilables para el organismo animal⁵⁰.

⁴⁹ RODRIGUEZ, José Angel, Proceso de Germinación en las Semillas [on line] Ali huen 4 ed., Argentina: Parque Natural Granadino. Rev., 12 diciembre 2002 [citado en 2004 – 14-09] megwell: A2003NOO. Disponible en Internet. <ulr: <http://www.alihuen.org.ar>> pág. 1

⁵⁰ GARCIA, Román David. Germinación [on line] journal 2 ed., Argentina. Unión Vegetariana Internacional, Vev. 29 abril 2004 [citado en 2005- 4-05] Reed mangels: UOO53N. Disponible en Internet: URL: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>. pág. 2

6.2.5. Digestibilidad del extracto etéreo (CDEE). En la Tabla 8 y figura 9 se presentan los resultados para la digestibilidad del extracto etéreo y en el análisis de varianza y prueba de Tukey (anexo 11 y 12) mostró diferencias de los tratamientos T1 (Germinado de avena) (68.55%) con respecto al T2 (Germinado de trigo) (79.85%), así mismo el T1 Y T2 mostraron diferencias con T3 (germinado de arveja) que presentó el menor valor (26.37%).

Figura. 9 Digestibilidad del extracto etéreo



El mayor porcentaje de digestibilidad para el germinado de trigo puede deberse a la composición de los ácidos grasos porque los granos suelen ser fuentes de ácido linoléico y linolenico, ácidos grasos insaturados, además el germinado de trigo presenta una mayor calidad en cuanto a sus ácidos grasos y un mayor balance de nutrientes, así como también estos ácidos grasos se absorben con mayor eficiencia en el intestino delgado, lo que se refleja en la mayor digestibilidad.

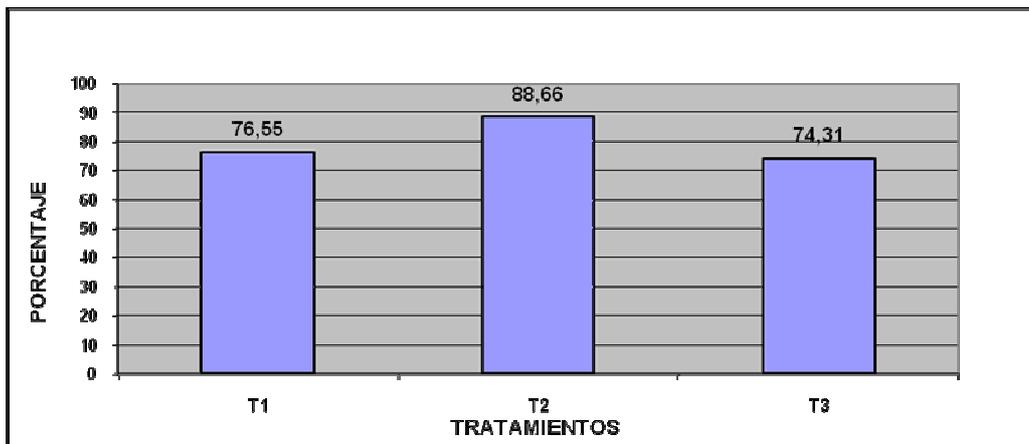
Si bien es cierto que el germinado de avena según el análisis químico tiene un porcentaje de extracto etéreo mas alto (6.54%) respecto al germinado de trigo (2.60%) la digestibilidad fue ligeramente mas baja debido posiblemente al tipo de ácidos grasos saturados e insaturados presentes en el germinado de avena lo que pudo afectar la digestibilidad.

Según Cheeke, expresa que: “las grasas de los cereales suelen ser más digeribles y tienen mayor valor energético mejorando la eficiencia de transformación del alimento, y mantienen niveles energéticos adecuados sin provocar la sobrecarga de carbohidratos en el intestino grueso”⁵¹.

⁵¹ CHEEKE, Meter R. Alimentación y Nutrición del Conejo. Zaragoza: Acribia, 1995 pág. 229.

6.2.6. Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (CD ELN). En la Tabla 8 y figura 10 se presentan los resultados de digestibilidad del extracto libre de Nitrógeno y en el análisis de varianza y prueba de Tukey (Anexo 13 y 14) mostró diferencias entre el T2 (germinado de trigo) (88.66%) con respecto al T1 (germinado de avena) (76.55) y al T3 (germinado de arveja) (71.31), así mismo se presentaron diferencias entre el T1 y T3

Figura 10. Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno



La mayor digestibilidad del T2 (germinado de trigo) puede explicarse debido al mayor contenido de carbohidratos solubles como azúcares y almidón presentes en el alimento, por otro lado, este cereal pudo haber tenido una mayor eficiencia en la acumulación de carbohidratos no estructurales.

A su vez, el germinado de avena por su menor contenido de carbohidratos solubles asociado también a un mayor contenido de fibra pudo influir para que la digestibilidad del ELN sea menor.

Así mismo el contenido de carbohidratos solubles del germinado de arveja fue el mas bajo, aspecto que también pudo influir en la menor digestibilidad de este germinado, además por ser ésta una leguminosa y por presentar un menor contenido de extractos libres de nitrógeno posiblemente afecto la digestibilidad de este nutriente.

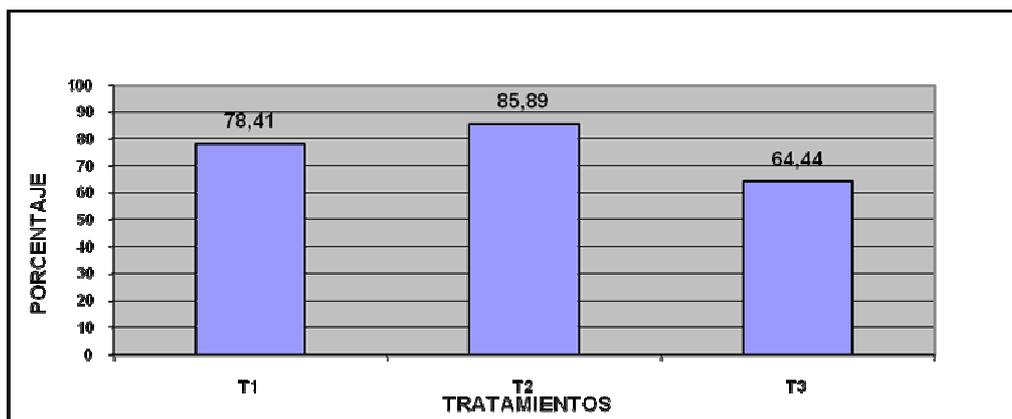
Al respecto, Kent y Amos, manifiestan que: “los azúcares, al igual que el almidón y la fibra, son hidratos de carbono con estructura química sencilla, los cuales son de

mayor y mas fácil digestibilidad, además son una fuente económica de mucho interés al suministrar como alimento a los animales”⁵².

En este sentido, Bondi, señala que: “el elevado contenido de extractos libres de nitrógeno (principalmente almidón), es característico de la mayoría de los cereales, principal carbohidrato de reserva”⁵³.

6.2.7. Nutrientes digestibles totales (NDT). En la Tabla 8 y figura 11 se presentan los resultados obtenidos con respecto a los nutrientes digestibles totales, y el análisis de varianza y prueba de Tukey (Anexo 15 y 16) revelaron diferencias ($P < 0.01$) entre los tres tratamientos, el T2 (germinado de Trigo) (85.89%) con respecto al T1 (germinado de avena) (78.41) y al T3 (germinado de arveja) (64.44%), y También se presentaron diferencias entre al T1 y el T2

Figura.11 Nutrientes digestibles totales (NDT)



El germinado de trigo T1 mostró el mejor nivel energético debido posiblemente al mayor contenido de ELN, al respecto, Luna y Narváez, argumentan que: “el aumento de ELN, puede influir positivamente en el contenido energético, del alimento, especialmente carbohidratos solubles”⁵⁴.

El menor nivel de energía del T3 germinado de arveja se puede argumentar debido al menor contenido de carbohidratos y azúcares por ser una leguminosa y presentar un desbalance de nutrientes.

⁵² KENT, Jones. D.W., Amos, A.J., Química Moderna de los Cereales. España: Aguilar, 1986. p. 555.

⁵³ BONDI, Aron. Nutrición Animal. Zaragoza: Acribia, 1988 p., 9 - 46

⁵⁴ LUNA CARLOSAMA, John Alexander y NARVÁEZ ROMERO, José Jaime valoración nutritiva de los ensilajes de avena (Avena Sativa) Variedad Cayuse, L 15/85 y Obonuco, tritcale 48 (triticum SSR) 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.

Carballo, 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”⁵⁵.

6.3. PRUEBA DE COMPORTAMIENTO

En la Tabla 9 se consignan los resultados obtenidos en la prueba de comportamiento, en lo relacionado a consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia mortalidad y rentabilidad

Tabla 9. Rendimientos obtenidos en la prueba de comportamiento:

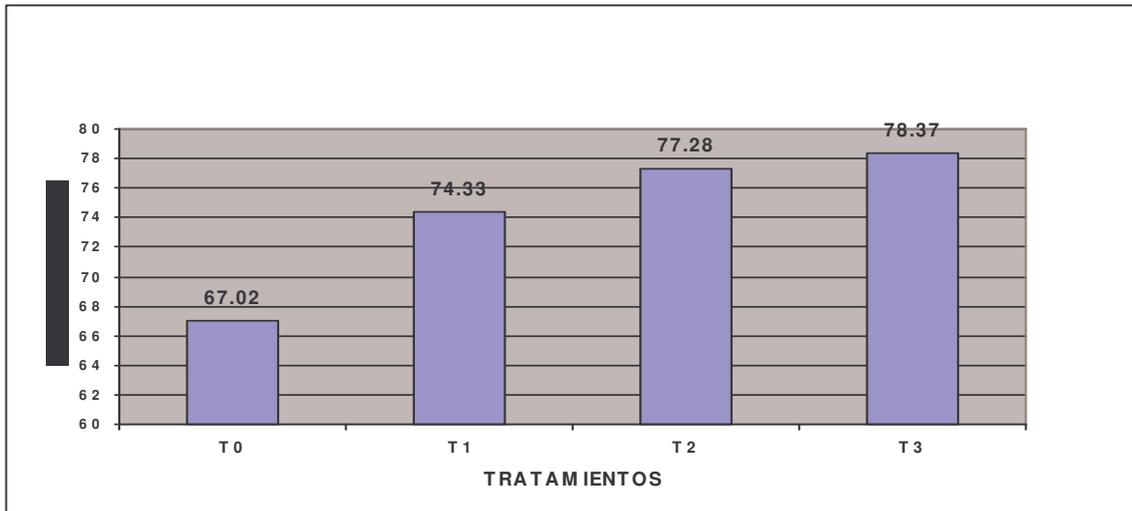
VARIABLES	T0	T1	T2	T3
	Aubade 100%	Aubade 50% Conc 50% Germ.	Aubade 25% Conc 75% Germ.	Aubade 100% Germ
Periodo experimental (días)	70	70	70	70
Nº inicial de animales	16	16	16	16
Nº final de animales	16	16	16	16
Consumo Ms total (g)	4691.4	5203.1	5409.6	5485.9
Consumo Ms., (g/día)	67.02	74.33	77.28	78.37
Peso promedio inicial	337.5	331.06	324.75	330.25
Peso promedio final	1240.68	1366.25	1418.3	1374.25
Incremento peso día	12.90	14.78	15.62	14.53
Conversión alimenticia	5.19	5.02	4.94	5.39
Mortalidad (%)	0	0	0	0
Rentabilidad/mes (%)	60.07	58.70	77.26	87.24

6.3.1. Consumo de materia seca: En la Tabla 9 y figura 12 se indica el consumo de materia seca de los diferentes tratamientos en la fase de levante y engorde.

El análisis de varianza para esta variable, muestra diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (anexo 18), según la Prueba de Tukey (anexo 19), los tratamientos T2 (77.28 g) y T3 (78.37 g) presentan diferencias significativas con respecto a T0 (67.02 g) y T1 (74.33 g). De igual manera el T1 mostró diferencias significativas con respecto al T0.

⁵⁵ CARBALLO, Op., Cit, pág. 3.

Figura.12 Consumo de materia seca durante la prueba de comportamiento.



El mayor consumo de los tratamientos T2 y T3 con 75 y 100% como reemplazo del concentrado por germinado de trigo, obedeció posiblemente a las características propias de los germinados, como por su buen olor y sabor, por la transformación que presentan los almidones en azúcares y en general la solubilidad de los nutrientes, lo cual contribuye a que el animal tenga mayor apetencia y consumo por este tipo de alimento. Al respecto Rodríguez, sostiene que durante la germinación hay producción de azúcares simples por transformación de los almidones, se mejora la calidad de las proteínas, por descomposición de cadenas complejas de aminoácidos libres, las grasas se transforman en ácidos grasos libres y las vitaminas se aumentan durante la germinación⁵⁶.

Al respecto, Preston y Leng, citados por, Timarán y Ceballos, 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”⁵⁷.

Por otra parte, Carballo, manifiesta que: “los cereales más apropiados por su textura 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

⁵⁶ RODRIGUEZ, Op. Cit. Pág. 3.

⁵⁷ TIMARAN Y CEBALLOS, Op. Cit. Pg. 23

propiedades nutritivas, que contienen los mejores nutrientes del cereal y poseen la energía necesaria para crear una nueva planta”⁵⁸.

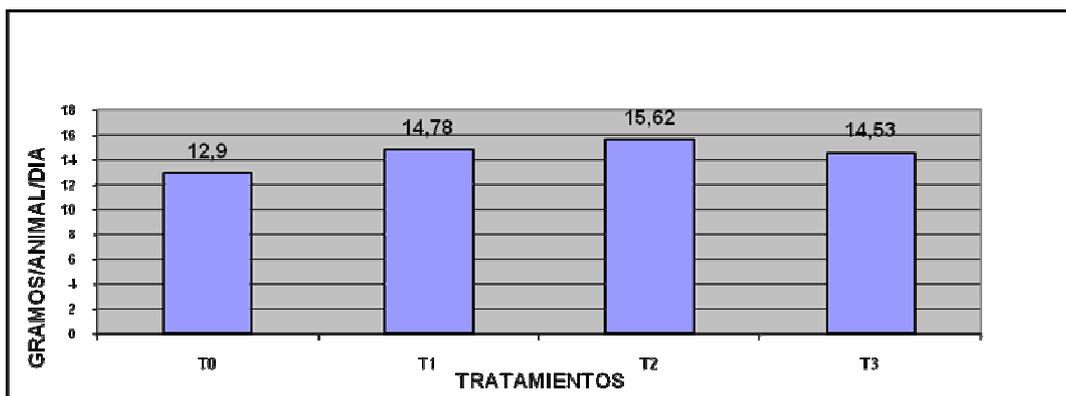
Así mismo, citado por Nieves y Mage, manifiesta que: “con adecuados procedimientos de germinación en pocos días se obtiene una pequeña planta, que tanto en su parte aérea como radicular, se encuentra el crecimiento acelerado donde aumentan los compuestos solubles como aminoácidos pre digeridos y azúcares naturales”⁵⁹.

De la misma manera; Mc Donald, 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”⁶⁰.

6.3.2. Incremento de peso. En la tabla 9 y figura 13 se indica el incremento de peso de los de los diferentes tratamientos en la fase de levante y engorde.

El análisis de varianza para esta variable reveló diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos (anexo 20), según la Prueba de Tukey (anexo 21) el tratamiento T2 (15.62 g/día) presentó diferencias con respecto a los tratamientos T0 (12.90 g/día), T1 (14.68 g/día) y T3 (14.53 g/día). A si mismo el tratamiento T1 presentó diferencias con respecto al T0, también se encontraron diferencias entre el tratamiento T3 con el T0.

Figura. 13 Incremento de peso diario



⁵⁸ CARBALLO, Op. Cit., pág. 18

⁵⁹ NIEVEZ y MAGE, Op. Cit. Pág. 18.

⁶⁰ MC DONALD. Op. Cit. Pág. 150

El mayor incremento de peso de los animales alimentados con aubade 25% de concentrado y 75% germinado (T2) indica la mejor calidad nutricional del alimento, debido a la presencia de carbohidratos solubles, proteínas, vitaminas y enzimas que contribuyen a una buena digestibilidad del alimento. Por otra parte la alta digestibilidad que mostró el germinado de trigo con relación al germinado de avena y arveja, contribuyó también a mejorar el aprovechamiento de nutrientes del suplemento y el forraje.

Con relación a lo anterior, Silva, citado por Burgos y Luna, manifiesta que: “la ganancia de peso está afectada directamente por el consumo y 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, parte nutricional del alimento, palatabilidad, etc.)”⁶¹.

Según los resultados obtenidos para esta variable el germinado de trigo logra reemplazar en 75% a la proteína del concentrado como se puede apreciar en el tratamiento T2, cuyos rendimientos de peso son superiores a los tratamientos T0, T1 y T3.

El consumo de alimento obtenido para el tratamiento T3 es similar estadísticamente al T2, no respondió en la misma forma para los incrementos de peso que fueron inferiores, debido posiblemente a que el consumo de nutrientes, concretamente en proteína fue más baja en T3, situación que se puede observar también en los tratamientos T0 y T1.

Por su parte, Rodríguez, menciona que: “la germinación convierte a las semillas secas y duras en brotes tiernos ricos en nutrientes, ya que transforman 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”⁶².

Es importante mencionar que el incremento de peso encontrado en esta investigación esta por encima de lo reportado por otras investigaciones. Así por Timaran y Ceballos, utilizando cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes, reportan incrementos de peso entre 8.77g y 10.89 g animal/día⁶³. Igualmente superan a los datos reportados por Silva y Moreno citados por Caicedo utilizando cebada y maíz germinados en la alimentación en cuyes, obtuvieron ganancias entre 2.06 g y 9.79 g animal/ día.⁶⁴

⁶¹ BURGOS y LUNA, Op. Cit., pág. 20

⁶² RODRIGUEZ, Op. Cit. Pág. 3

⁶³ TIMARAN, Op. Cit. Pág. 46

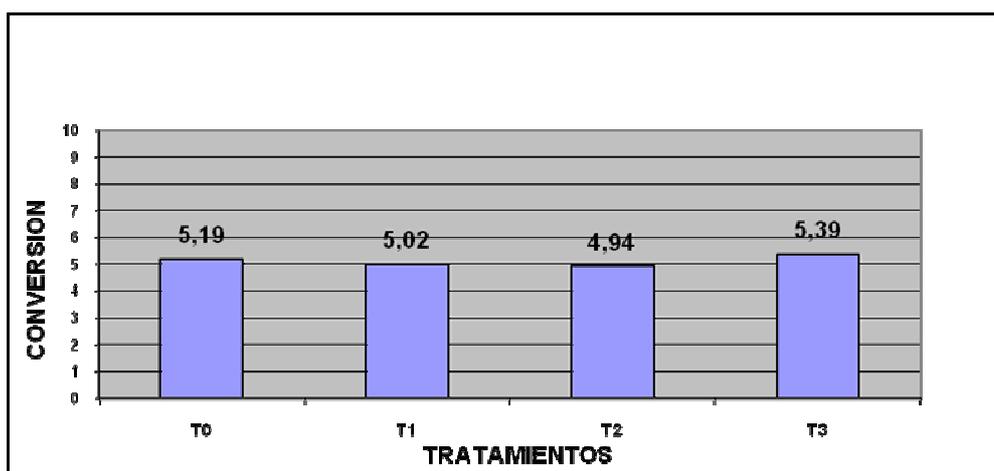
⁶⁴ CAICEDO, Op. Cit. Pág. 197

Por otro lado, Maynard et al sustentan que: “el insuficiente aporte de aminoácidos y demás nutrientes disminuyen la formación de tejido corporal de los animales en crecimiento”⁶⁵.

En los animales que consumieron aubade y 100% concentrado mostraron incrementos de peso menores quizá por el desbalance de nutrientes así como de aminoácidos en la ración, afectando negativamente el desarrollo de los animales.

6.3.3. Conversión alimenticia: En la Tabla 9 y figura 14 se indican los resultados de conversión alimenticia para cada tratamiento. El análisis de varianza (anexo 22) y en la Prueba de Tukey (anexo 23) muestra diferencias significativas del tratamiento T3 (5.39) con respecto al T1 (5.02) y al T2 (4.94). Así mismo se presentaron diferencias del T0 (4.65) con respecto al T1 y T2.

Figura.14 Conversión alimenticia



Los resultados de conversión alimenticia están en relación directa con los incrementos de peso. Los tratamientos T2 (4.94) y T1 (5.02) con mejores incrementos de peso logran las mejores conversiones respecto a los tratamientos T0 (5.19) y T3 (5.39) cuyos rendimientos en peso fueron también más bajos que T2 y T1. Esto demuestra la posibilidad de lograr un reemplazo del suplemento concentrado de 75% (T2) con granos germinados de trigo, nivel donde se consigue un mejor equilibrio nutricional, que contribuye a optimizar el aprovechamiento del alimento con un adecuado incremento de peso.

⁶⁵ MAYNARD, Op. Cit. P. 515

Los resultados encontrados en esta investigación son superiores a los reportados por Timaran y Ceballos quien utilizaron cebada y trigo germinados, obtuvieron conversiones alimenticias desde 5.96 a 7.92 ⁶⁶.

La conversión alimenticia encontrada en esta investigación es similar a la encontrada por Silva y Moreno, citados por Caycedo, que utilizaron cebada y trigo germinados en cuyes donde obtuvieron conversiones entre 3,98 a 5,71 ⁶⁷

Al respecto, Carballo, argumenta que: “los cereales germinados de trigo y cebada, por sus características físico-químicas, pueden utilizarse en toda clase de animales pues garantizan mejores conversiones alimenticias”⁶⁸.

6.3.4. Mortalidad. No se presentó mortalidad en ninguno de los tratamientos, esto indica que las condiciones tanto de manejo y alimentación fueron adecuadas y que el germinado no presentó ninguna sustancia que pueda alterar su consumo, siendo una buena fuente alimenticia, además aportó una adecuada cantidad de nutrientes reflejada en los rendimientos obtenidos.

En relación a esto, Velásquez, 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 nutricionales”⁶⁹.

Por otra parte Carballo 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. ⁷⁰

6.3.5. Análisis parcial de costos. En la Tabla 10 se muestra los costos de producción, ingresos y rentabilidad de los cuatro tratamientos evaluados.

Los costos de producción (Anexo 33) se realizaron con base en los costos fijos y variables por tratamiento; durante el ensayo se encontró que el mayor costo correspondió a los tratamientos donde se suministró pasto, suplemento concentrado y germinado lo cual obedeció a gastos de mano de obra, para la siembra y obtención del germinado, en comparación con el pasto y concentrado donde la mano de obra costó menos.

⁶⁶ TIMARAN Y CEBALLOS, Op. Cit. P. 42

⁶⁷ CAYCEDO, Op. Cit. P. 198

⁶⁸ CARBALLO, Op. Cit. Pág. 4

⁶⁹ VELASQUEZ R. Jairo A. Producción avícola y porcícola. Bogotá. Universidad Santo Tomás 1986 – p. 97.

⁷⁰ CARBALLO, Op. Cit. Pág. 20

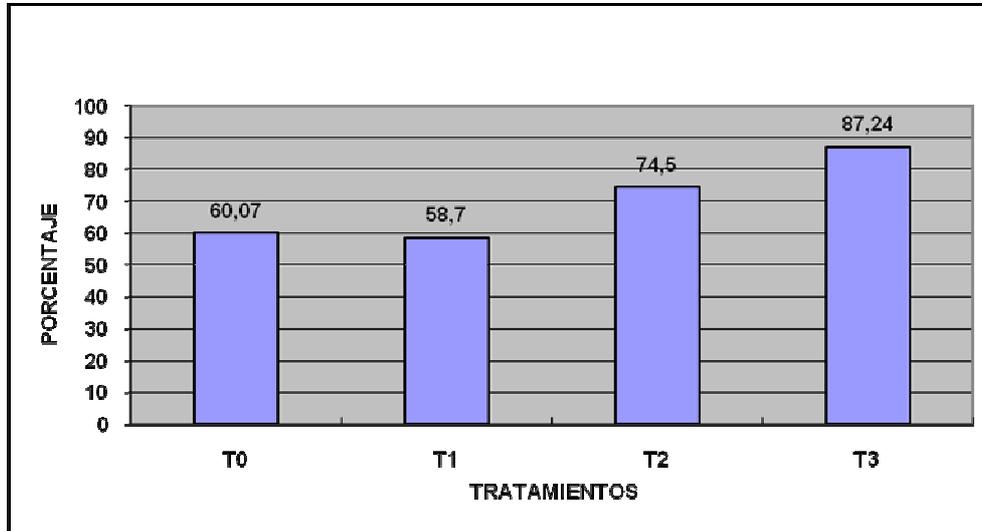
Tabla 10. Costos de producción e ingresos

CONCEPTO	T0	T1	T2	T3
1 Costos fijos animales	80.400	80.400	80.400	80.400
Mano de obra	8.356.32	18.083.33	18.083.33	18.083.33
Depreciación de equipos		10.500.00	10.500.00	10.500.00
Arrendamiento	4000	4000	4000	4000
SUBTOTAL COSTOS FIJOS	92.756.32	108.983.33	108.983.33	108.983.33
COSTOS VARIABLES				
Alimento	38.425.6	36.531.53	25.947.53	14.187.53
Droga e insumos	1000	1000	1000	1000
Imprevistos	5000	5000	5000	5000
SUBTOTAL COSTOS VARIABLES	44.405.6	42.531.53	31.947.53	20.187.53
TOTAL COSTOS	137.161.6	151.514.86	140.930.86	129.170.06
COSTO / ANIMAL	8.572.6	9.469.68	8.808.18	8.073.13
INGRESOS				
Peso vivo (kg.)	1.240.68	1.366.25	1.418.3	1.374.25
Nº animal vendidos	16	16	16	16
Ingreso bruto venta de animales Precio kg peso vivo (\$ 11.000)	154.550	182.193	192.456	178.772
INGRESO NETO	81.198,08	88.945.14	108.889,22	112.697,14
INGRESO NETO ANIMAL	5.074,88	5.559.07	6.885,57	7.043,57
RENTABILIDAD/MES/ (%)	60.07	58.70	77.26	87.24

7.3.6 Análisis de rentabilidad de los tratamientos. Los resultados se muestran en la Tabla 10 y figura 15 para cada tratamiento.

Las mejores rentabilidades fueron para el tratamiento T3 con 87.24% y T2 con 77.26%, relacionadas con incrementos de peso logrados por los animales en donde se incluyó la ración de concentrado más germinado.

Figura 15. Análisis de rentabilidad de los tratamientos.



Por otra parte, los tratamientos T1 y T0 presentaron la más baja rentabilidad (58.70% y 60.07% respectivamente), debido a que obtuvieron los mas bajos rendimientos en peso.

Es importante mencionar que la rentabilidades obtenidas son superiores a las reportadas por Timaran y Ceballos, que utilizaron cebada y trigo germinados en cuyes en donde obtuvieron resultados para la variable rentabilidad desde 56.80% hasta 61.92%.⁷¹.

⁷¹ TIMARAN Y CEBALLOS, Op. Cit. Pág. 56

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Con respecto a la producción de germinados de avena, trigo y arveja no se presentaron diferencias estadísticas significativas obteniéndose una producción de 5.71 kg., para la arveja, 5.25 kg., para el trigo y 5.02 kg para la avena por kilogramo de semilla sembrada.
- En la variable capacidad de carga no se presentaron diferencias estadísticas significativas obteniéndose que se pueden alimentar 17, 18 y 20 animales, con germinados de avena, trigo y arveja respectivamente.
- La mejor digestibilidad se presentó con el germinado de trigo con 77.08% de materia seca, 83.73% de proteína, 81.30% de fibra, 79.85% de extracto etéreo, 88.66% ELN, 85.89%, NDT seguido del germinado de avena con 72.23% de materia seca, 82.13% de proteína, 58.79% de fibra, 88.55% de extracto etéreo, 76.55% de ELN y 78.41% de NDT.
- La digestibilidad más baja se encontró con el germinado de arveja con 63.87% de MS, 67.66% de proteína, 33.36% de fibra, 26.37% de extracto etéreo y 64.44 % de NDT.
- En la prueba de comportamiento, el consumo de alimento es ascendente en la medida en que el reemplazo de suplemento concentrado por forraje de grano germinado se incrementaba mostrando diferencias estadísticas. T0 (67.02g), T1 (74.33g), T2 (77.28g) y T3 (78.37g).
- Para la variable incremento de peso al reemplazar del 75% (T2 15.62) de suplemento por germinado de trigo, fue significativamente mejor ($P < 0.05$) a los tratamientos T0 (12.90), T1 (14.78) y T3 (14.53), además el T0 (testigo) fue inferior al T1 y T3.
- La mejor conversión alimenticia se obtuvo en los tratamientos T1 (5.02) y T2 (4.94) con respecto a T3 (5.39) y T0 (5.19).
- Los tratamientos en los que se incluyó germinado de trigo (T2 1.418.30 g, T3 1.374.25 g y T1 1.366.25 g) mostraron los mejores pesos finales con respecto al

- tratamiento testigo sin germinado (T0 1.240.68) obtenidos en el periodo experimental de 70 días.
- El costo promedio por animal para los diferentes tratamientos se vio afectado por la mano de obra, producción de germinados y costos de concentrado, obteniendo el mejor resultado para tratamiento T3 con \$ 8.073,12 debido a la ausencia de concentrado por ser éste el alimento más costoso.
- El germinado de trigo se constituye en un recurso alimenticio de adecuado valor nutritivo, para los cuyes en la fase de levante y engorde, con un balance adecuado para incrementar peso y minimizar costos.
- Los germinados se pueden producir en cualquier lugar y época del año, libre de tóxicos y contaminantes, además son de buena calidad nutritiva por lo cual se presenta mayor asimilación de nutrientes por parte del animal.

7.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar otro tipo de granos para observar su comportamiento tanto en la germinación como en el consumo por parte de los animales y su incidencia en los parámetros productivos.
- Evaluar los granos germinados en otras fases productivas del animal.
- Determinar el efecto de la alimentación con granos germinados sobre el rendimiento en canal del cuy, así como sobre las características organolépticas de su carne.
- Realizar investigaciones acerca del suministro de granos germinados a diferentes días de germinación.
- Utilizar los granos germinados en otras especies animales como alternativa alimenticia.
- Divulgar y transferir los resultados de esta investigación con el fin de que las personas dedicadas a la producción cuyícola miren en los granos germinados una opción para la alimentación animal.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ Alvaro E. Evaluación de la capacidad de fijación Biológica de nitrógeno en arveja (*Pisum sativum* L) en condiciones de Laboratorio e invernadero. Pasto Colombia. 1993 Tesis de grado para optar al título de Ingeniero agrónomo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

ALIAGA, R.L. Producción de cuyes. Publicación de UNCT, Huancayo, Universidad del Centro del Perú, Huancayo 1979. p. 5.

BENAVIDES, Edmundo y GUZMAN Jaime. Efecto de la aplicación de diferentes fuentes y niveles de fósforo, sobre la fijación simbiótica de nitrógeno en arveja (*Pisum sativum* L). San Juan de Pasto Nariño. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias agrícolas. Universidad de Nariño.

BONDI, Aron. Nutrición Animal. Zaragoza: Acribia, 1988. pág. 564.

BURBANO, Douglas y VILLOTA, Diego. Evaluación de torta de palmiste (*Elais quinecnsis*, jacq) y bagazo de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*. I). Canal en la fase de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto Colombia. 2002. p. 110. Tesis de Zootecnia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BURGOS, A y LUNA, Y. Digestibilidad aparente de los pastos raygras aubade y raygras tetralite (*lolium hybridum*) en cuyes de engorde (*cavia porcellus*). Pasto-Colombia. 1986. p 90 .Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño.

BURBANO MARTINEZ, Dary Andrea, LUCERO BENAVIDES, Rosa Anabelly. Valoración Nutritiva de Cereales Germinados de trigo (*Triticum* spp.), Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Maíz (*Zea Mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Pasto, 2006. p. 110. Tesis de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CASTILLO N.A. Manual práctico de hortalizas. Temas de orientación agropecuaria (Colombia) 93 entre 29-32, 1974

CARBALLO, Carlos. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal. Culiacán – Sinaloa. Acribia. Marzo 2 de 2000. p. 10.

CAYCEDO, Alberto. Alimentación de cuyes. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. 1985. p. 20.

CAICEDO, V, A. Primer seminario sobre cuyicultura. Facultad de zootecnia, Universidad de Nariño Pasto – Colombia 1989 p 50.

CAICEDO, Alberto. Experiencias investigativas. En la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño. Pasto – Colombia. p. 95.

CHURCH, D. C y POND, W. G bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Zaragoza, Acribia 1977 p 462.

CORAL, Javier y REYES, Alba Lucía. Evaluación de los rendimientos productivos en cuyes alimentados con cofrey (*Sympbytum*) y pasto aubade (*Lolium* sp). Pasto-Colombia.1997. p. 15. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

CORREA, N. R. La crianza del cuy. ICA. Pasto – Colombia. 1986. p. 18.

FLOREZ. Luis y SALAZAR, Giovanni. Digestibilidad aparente de forrajes Arbóreos y Maíz “*Zea Mayz*” en cuyes “*cavia porcellus*”.Pasto-Colombia. 1995 P 22.Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia.

GARCIA, Román David. Germinación [on line] journal 2 ed., Argentina. Unión Vegetariana Internacional, Vev. 29 abril 2004 [citado en 2005- 4-05] Reed mangels: UOO53N. Disponible en Internet: URL: <http://www.uva.org.ar/germinados.html>. pág. 2

HERNÁNDEZ, M. J. Manual de nutrición y alimentación del ganado. Ministerio de Agricultura, Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2 Ed. 1984. p. 441.

MAYNARD, A. L. Nutrición animal. Trad. De al 4ª edición Inglesa por Eduardo escalona. México, 1981 p.515

MC. DONAL, P. EDWARDS, R. y GREENHALGH, J. Nutrición Animal. 3ª edición. Zaragoza, acribia, 1986. p 200 –203

MUÑOZ, E y OLAVE, V determinación del consumo voluntario y digestibilidad In vivo e in Vitro del Ramio (*Bochmeria nivea*, Gaud) en Ovinos. Palmira-Colombia. 1982. p 84. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad nacional.

NIEVEZ, María y MAGE, DINA. Producción de avena forrajera bajo condiciones hidropónicas, utilizando dos sustratos y el sistema NFT. Pasto-Colombia.1989. p. 14-16. Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

ORTEGÓN, M y MORALES, F. El cuy (*Cavia porcellus*). Marmor, Edición Técnica. 1987. Pasto – Colombia. p. 33.

RODRIGUEZ, José Angel, Proceso de Germinación en las Semillas [on line] Ali huen 4 ed., Argentina: Parque Natural Granadino. Rev., 12 diciembre 2002 [citado en 2004 – 14-09] megwell: A2003NOO. Disponible en Internet. <ulr: <http://www.alihuen.org.ar>> pág. 1

TIMARÁN, Segundo y CEVALLOS, Héctor. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto-Colombia.1984. p. 3-12.Tesis de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

VILALTA, Senti, los germinados, una fuente de salud [on line]. Zaforo 3ª Ed. Argentina: Megawell, rev. 022 junio 24 [citado en 2004 – 14 – 09]. Grupo salud: 1357.Disponible en Internet:
[URL:http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art:561](http://www.enbuenasmanos.com/ARTICULOS/muestra.asp?art:561)

ANEXOS

ANEXO 1: ANALISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCION DE GERMINADOS:

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Bloques	3	200	50		
Tratamientos	3	38	19	2.61	
Error	9	172	19.11	0.99	0.0005**
Total	15	410	29.28		

ANEXO 2. PRUEBA DE TUKEY PARA PRODUCCION DE GERMINADOS

PROMEDIOS	GERMINADO DE AVENA (T1) 5.02	GERMINADO DE TRIGO T2 5.25	GERMINADO DE ARVEJA T3 5.71
GERMINADO DE ARVEJA (T3) 5.71	0.69 NS	0.46 NS	
GERMINADO DE TRIGO (T2) 5.25	0.23 NS		
GERMINADO DE AVENA (T1) 5.02			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 3: ANALISIS DE VARIANZA PARA CONSUMO DE MATERIA SECA:

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	1149.4	574.7	18.59	0.0005 **
Error	12	144.97	12.08		
Total	14	1294.37			

ANEXO 4: PRUEBA DE TUKEY PARA CONSUMO DE MATERIA SECA:

PROMEDIOS	GERMINADO DE ARVEJA T3	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2
	50.48	65.66	71.18
GERMINADO DE TRIGO (T2) 71.18	20.7*	5.52 NS	
GERMINADO DE AVENA (T2) 65.66	15.18*		
GERMINADO DE ARVEJA (T3) 50.48			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 5: ANALISIS DE VARIANZA PARA CD MS

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	574.49	287.24	17.14	0.0005 **
Error	12	201.55	16.75		
Total	14	476.94			

ANEXO 6: PRUEBA DE TUKEY PARA CD MS

PROMEDIOS	GERMINADO DE ARVEJA T3	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2
	(63.85)	(72.23)	(77.08)
GERMINADO DE TRIGO (T2) (77.08)	13.23*	4.85*	
GERMINADO DE AVENA (T1) (72.23)	8.38*		
GERMINADO DE ARVEJA (T3) (63.85)			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 7: ANALISIS DE VARIANZA PARA CD PB

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	814.98	407.49	17.86	0.0005 **
Error	12	273.77	22.81		
Total	14	1088.75			

ANEXO 8. PRUEBA DE TUKEY PARA CD PB

PROMEDIOS	GERMINADO DE ARVEJA T3	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2
	(67.66)	(82.93)	(83.93)
GERMINADO DE TRIGO (T2) (83.93)	16.27*	1 NS	
GERMINADO DE AVENA (T1) (82.93)	15.27*		
GERMINADO DE ARVEJA (T3) (67.66)			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 9. ANALISIS DE VARIANZA CD FB

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	75.32.72	3766.36	35.59	0.0005 **
Error	12	12.69.95	105.82		
Total	14	88.02.67			

ANEXO 10: PRUEBA DE TUKEY PARA CD FB

PROMEDIOS		GERMINADO DE ARVEJA T3	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2
		(33.36)	(58.79)	(81.30)
GERMINADO TRIGO (T2) (81.30)	DE	47.94*	22.51*	
GERMINADO AVENA (T1) (58.79)	DE	25.43*		
GERMINADO ARVEJA (T3) (33.36)	DE			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA CD EE.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	11338.63	5669.31	6.39	0.0005 **
Error	12	721.64	60.13		
Total	14	12060.27			

ANEXO 12. PRUEBA DE TUKEY PARA CD EE

PROMEDIOS		GERMINADO DE ARVEJA T3	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2
		(26.37)	(68.55)	(79.85)
GERMINADO TRIGO (T2) (79.85)	DE	62.18*	8.7 NS	
GERMINADO AVENA (T1) (68.55)	DE	53.48*		
GERMINADO ARVEJA (T3) (26.37)	DE			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 13: ANALISIS DE VARIANZA PARA CD ELN

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	595.92	297.96	22.93	0.0005
Error	12	155.97	12.99		
Total	14	751.89			

ANEXO 14: PRUEBA DE TUKEY PARA CD ELN

PROMEDIOS	GERMINADO DE ARVEJA T3	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2
	(26.37)	(58.79)	(81.30)
GERMINADO DE TRIGO (T2) = 12.35 (86.66)	10.11*	2.24*	
GERMINADO DE AVENA (T1) = 10.11 (76.55)	7.87 NS		
GERMINADO DE ARVEJA (T3) = 2.24 (74.31)			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 15: ANALISIS DE VARIANZA PARA NDT

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	2	3250.73	1625.36	5.74	0.0005
Error	12	3392.43	282.70		
Total	14	6643.16			

ANEXO 16: PRUEBA DE TUKEY PARA NDT

PROMEDIOS		GERMINADO DE ARVEJA T3 (64.44)	GERMINADO DE AVENA T1 (78.41)	GERMINADO DE TRIGO T2 (85.89)
GERMINADO DE TRIGO (T2) (85.89)	DE	21.45 NS	7.48 *	
GERMINADO DE AVENA (T1) (78.41)	DE	13.97 NS		
GERMINADO DE ARVEJA (T3) (64.44)	DE			

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 17. ANALISIS QUIMICO DE LOS GRANOS GERMINADOS

ANALISIS	GERMINADO DE AVENA T1	GERMINADO DE TRIGO T2	GERMINADO DE ARVEJA T3
Materia seca	22.80	24.05	18.03
Proteína	18.70	18.49	28.19
Fibra	20.59	17.86	14.89
Extracto Etéreo	6.51	2.60	1.69
Ceniza	3.26	3.25	3.11
ENN	50.95	57.80	52.13
NDT	78.41	85.89	64.44

Fuente: laboratorio de bromatología universidad de Nariño.

ANEXO 18. COMPOSICION QUIMICA DE LAS HECES

ANALISIS	HECES DEL GERMINADO DE AVENA	HECES GERMINADO DE TRIGO	HECES GERMINADO DE ARVEJA
Materia seca	55.49	58.06	57.74
Proteína	11.56	20.82	25.09
Fibra	30.51	29.24	30.76
Extracto Etéreo	2.70	3.62	3.44
Ceniza	8.06	8.83	6.56
ENN	47.14	54.50	34.14

Fuente: laboratorio de bromatología universidad de Nariño

ANEXO 19. TRATAMIENTOS PARA EL REEMPLAZO DE CONCENTRADO POR GERMINADO DE TRIGO. (Base fresca)

To: pasto aubade: 300g + concentrado comercial: 40 g

T1: pasto aubade: 300 g + concentrado comercial: 20 g + germinado: 80 g

T2: pasto aubade: 300 g + concentrado comercial: 10g + germinado: 115 g

T3: pasto aubade: 300 g + germinado: 150g

ANEXO 20. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD:

T	R	MS	MS	CD	PB	PB	CD	FB	FB	CD	EE	EE	CD	ELN	ELN	CD
		Cons (g)	Excre (g)	Ms (%)	Cons (g)	Excre (g)	PB (%)	Cons (g)	Excre (g)	FB (%)	Cons (g)	Excre (g)	EE (%)	Cons (g)	Excre (g)	ELN (%)
AVENA	1	68.4	19.16	71.98	12.79	2.13	83.34	14.08	5.31	62.28	4.45	0.48	89.21	26.31	3.74	85.78
	2	63.84	20.86	67.32	11.93	2.21	81.47	13.14	6.74	48.70	4.15	0.58	86.02	25.37	6.37	74.89
	3	57	16.06	71.82	10.65	2.06	80.65	11.73	5.01	57.28	3.71	0.37	90.02	25.37	6.98	74.48
	4	70.68	18.22	74.22	13.21	1.94	85.31	14.55	5.58	61.64	4.60	0.63	86.30	28.19	7.21	72.42
	5	68.4	16.53	75.83	12.79	2.06	83.89	14.08	5.06	64.06	4.45	0.39	91.23	26.31	6.53	75.20
PROMEDIO		65.66	18.16	72.23	12.27	2.08	82.93	13.51	5.54	58.79	4.27	0.49	88.55	26.31	6.16	76.55
TRIGO	1	69.74	9.16	86.86	12.89	1.98	84.63	12.45	1.89	84.81	1.81	0.28	84.53	40.30	4.25	89.45
	2	72.15	10.29	75.58	13.34	1.78	86.65	12.88	2.50	80.59	1.87	0.36	80.74	41.70	4.90	88.24
	3	72.15	11.44	72.85	13.34	2.46	81.55	12.88	2.55	80.20	1.87	0.40	78.60	41.70	5.20	87.52
	4	72.15	10.03	76.20	13.34	2.23	83.28	12.88	2.59	79.89	1.87	0.40	78.60	41.70	4.08	90.21
	5	69.74	10.61	73.95	12.89	2.25	82.54	12.45	2.36	81.04	1.81	0.42	76.79	40.30	4.88	87.89
PROMEDIO		71.18	10.30	77.08	13.16	2.14	83.73	12.70	2.39	81.30	1.84	0.37	79.85	41.14	4.66	88.66
ARVEJA	1	50.48	19.26	61.84	14.23	5.26	63.03	7.42	4.95	33.36	0.85	0.75	11.76	34.84	9.64	72.33
	2	48.68	17.10	64.87	13.72	4.87	64.50	7.24	4.15	42.67	0.82	0.53	35.36	32.52	9.75	70.01
	3	48.68	19.35	60.25	13.72	5.22	61.95	7.24	5.06	30.11	0.82	0.71	13.41	29.04	7.19	75.24
	4	54.09	17.45	67.73	15.24	3.64	76.11	8.05	5.05	37.26	0.91	0.55	39.56	36.01	8.68	75.89
	5	50.48	17.87	64.59	14.23	3.88	72.73	7.15	5.75	23.43	0.85	0.58	31.76	34.84	7.63	78.09
PROMEDIO		50.48	18.20	63.85	14.22	4.57	67.66	7.42	4.99	33.36	0.85	0.62	26.37	33.45	8.57	74.31

ANEXO 21. ANALISIS DE VARIANZA PARA CONSUMO DE MATERIA SECA:

FV	GL	SC	CM	FC	P de un Valor >
Tratamientos	3	313.74	104.58	217.87	0.0001*
Error	12	5.87	0.48		
Total	15	319.61			

** = Diferencias estadísticas altamente significativas.

ANEXO 22: PRUEBA DE TUKEY PARA CONSUMO DE MATERIA SECA:

PROMEDIOS	Aubade + 100% Conc. (T0) 67.02	Aubade + 50% conc. + 50% germ. (T1) 74.33	Aubade + 25% conc + 75% germ. (T2) 77.28	Aubade + 100% germ. (T3) 78.37
Aubade + 100% germ. (T3) 78.37	11.35**	4.04**	1.09 NS	
Aubade+ 25% conc. + 75% germ. (T2) 77.28	10.26**	2.95**		
Aubade + 50% conc. 50% germ. (T1) 74.33	7.31**			
Aubade + 100% conc. (T0) 67.02				

** = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 23: ANALISIS DE VARIANZA PARA INCREMENTO DE PESO

FV	GL	SC	CM	FC	Pr F
Tratamientos	3	15.75	5.25	150	0.0001*
Error	12	0.42	0.035		
Total	15	16.17			

** = Diferencias estadísticas altamente significativas.

ANEXO 24: PRUEBA DE TUKEY PARA INCREMENTO DE PESO:

PROMEDIOS	Aubade + 100% Conc. (T0) 11.71	Aubade + 50% conc. + 50% germ. (T1) 12.24	Aubade + 100% germ. (T3) 12.38	Aubade + 25% conc. 75% germ. (T2) 13.27
Aubade + 25% conc. + 75% germ. (T2) 15.62	2.72**	0.84**	1.09**	
Aubade + 100% germ. (T3) 14.53	1.63**	0.25NS		
Aubade + 50% conc. 50% germ. (T1) 14.78	1.88**			
Aubade + 100% conc. (T0) 12.90				

** = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 25: ANALISIS DE VARIANZA PARA CONVERSION ALIMENTICIA:

FV	GL	SC	CM	FC	P de un Valor >
Tratamientos	3	0.93	0.31	2.58	0.0001*
Error	12	1.52	0.12		
Total	15	2.45			

** = Diferencias estadísticas altamente significativas.

ANEXO 26: PRUEBA DE TUKEY PARA CONVERSION ALIMENTICIA:

PROMEDIOS	Aubade + 25% Conc. + 75% germ. (T2) 4.94	Aubade + 50% conc. + 50% germ. (T1) 5.02	Aubade + 100% conc. (T0) 5.19	Aubade + 100% Germ. (T3) 5.39
Aubade + 100% germ. (T3) 5.39	0.45*	0.37*	0.2*	
Aubade + 100% conc. (T0) 5.19	0.25*	0.16*		
Aubade + 50% conc. 50% germ. (T1) 5.02	0.08 NS			
Aubade + 25% conc. + 75% germ. (T2) 4.94				

* = SIGNIFICATIVO (P<0-01)

NS = No Significativo.

ANEXO 27: CONSUMO DE ALIMENTO EN LA PRUEBA DE COMPORTAMIENTO:

T	R	ALIMENTO		GERM.	% MS		GER M	MS OFR	PROM	ALIMENTO RECH		GER M	% MS RECH		ALIM RECH MS	PRO M	MS CONS	PROM
		FV	CONC		FV	CON				FV	CON		FV	CON				
T0	R1	19250	2800	-	17.46	87	-	5797.05	5797.05	1137	1094.5	-	19.18	87	1170.28	1105.66	4626.77	4691.55
	R2	19250	2800	-	17.46	87	-	5797.05		1212.5	1000.2	-	20.19	87	1114.97		4682.2	
	R3	19250	2800	-	17.46	87	-	5797.05		1187.5	963.3	-	19.27	87	1066.90		4729.9	
	R4	19250	2800	-	17.46	87	-	5797.05		1226	946	-	20.12	87	1069.69		4727.35	
T1	R1	19250	1400	5483.1	17.46	87	24.05	7512.99	7512.99	1137	463	-	20.18	87	653.82	694.59	5178.82	5203.29
	R2	19250	1400	5483.1	17.46	87	24.05	7512.99		2435	354	-	19.17	87	796.33		5123.31	
	R3	19250	1400	5483.1	17.46	87	24.05	7512.99		1990	264	-	21.5	87	679.09		5240.55	
	R4	19250	1400	5483.1	17.46	87	24.05	7512.99		2197	227.5	-	19.16	87	649.13		5270.51	
T2	R1	19250	700	8050	17.46	87	24.05	7281.81	7281.81	1400	229.14	-	22.18	87	471.20	457.31	5395.89	5409.77
	R2	19250	700	8050	17.46	87	24.05	7281.81		1610	240.4	-	19.16	87	478.82		5388.27	
	R3	19250	700	8050	17.46	87	24.05	7281.81		1522.5	220.8	-	21.26	87	476.80		5390.29	
	R4	19250	700	8050	17.46	87	24.05	7281.81		1528.6	152.8	-	20.18	87	402.43		5464.66	
T3	R1	19250	-	10500	17.46	-	24.05	7680.75	7680.75	-	-	-	21.18	-	441.60	400.44	5444.70	5485.94
	R2	19250	-	10500	17.46	-	24.05	7680.75		-	-	-	19.12	-	370.35		5516.30	
	R3	19250	-	10500	17.46	-	24.05	7680.75		-	-	-	20.14	-	360.30		5526.00	
	R4	19250	-	10500	17.46	-	24.05	7680.75		-	-	-	21.16	-	429.54		5456.76	

ANEXO 28. CONSUMO DE ALIMENTO

TRATAMIENTO	PASTO	CONCENTRADO	GERMINADO
T0	258.75 257.68 258.03 257.48	24.36 25.71 26.23 26.48	
T1	258.75 240.21 246.57 243.61	13.39 14.66 16.23 16.61	78.33 78.33 78.33 78.33
T2	255.00 252.00 253.25 253.25	6.72 6.56 6.84 7.81	115 115 115 115
T3	245.21 247.32 249.44 246.00	- - - -	150 150 150 150

ANEXO 29. COMPORTAMIENTO EN PESO:

T	R	ANIMAL	PESO INIC	PESO FINAL	INCREMENTO PESO	PROM
T0	R1	1	345	1247	12.98	12.90
		2	328	1230	12.8	
		3	328	1230	12.92	
		4	336	1238	12.92	
	R2	1	336	1238	12.92	
		2	340	1242	12.81	
		3	328	1230	12.97	
		4	335	1237	12.92	
	R3	1	348	1250	12.87	
		2	346	1248	12.90	
		3	340	1242	12.93	
		4	325	1237	12.99	
	R4	1	336	1238	12.95	
		2	338	1240	12.88	
		3	344	1246	12.94	
		4	336	1238	12.97	
T1	R1	1	324	1366	14.88	14.78
		2	347	1357	14.42	
		3	312	1345	14.92	
		4	328	1354	14.65	
	R2	1	348	1354	14.37	
		2	336	1342	14.37	
		3	315	1357	14.88	
		4	334	1343	14.41	
	R3	1	344	1387	14.92	
		2	344	1388	14.91	
		3	320	1397	15.38	
		4	324	1382	15.11	
	R4	1	338	1394	15.08	
		2	312	1381	15.27	
		3	341	1389	14.97	
		4	330	1343	14.47	

T	R	ANIMAL	PESO INIC	PESO FINAL	INCREMENTO PESO	PROM	
T2	R1	1	342	1408	15.22	15.62	
		2	324	1445	16.15		
		3	319	1351	14.74		
		4	318	1419	15.72		
	R2	1	346	1394	14.97		
		2	312	1480	16.68		
		3	310	1423	15.94		
		4	322	1418	15.65		
	R3	1	319	1478	16.55		
		2	343	1398	15.07		
		3	341	1450	15.84		
		4	312	1431	15.98		
	R4	1	312	1392	13.28		14.91
		2	344	1466	16.02		
		3	318	1442	16.05		
		4	314	1400	15.51		
T3	R1	1	338	1392	15.05		
		2	312	1302	14.91		
		3	341	1396	15.37		
		4	330	1373	14.28		
	R2	1	342	1391	14.98		
		2	318	1391	15.32		
		3	318	1368	15.00		
		4	342	1352	14.42		
	R3	1	348	1395	14.95		
		2	318	1355	14.81		
		3	320	1365	14.92		
		4	324	1387	15.07		
	R4	1	312	1353	14.87		
		2	327	1382	15.07		
		3	324	1393	15.01		
		4	341	1366	14.64		

ANEXO 30: APORTE NUTRICIONAL T0.

PASTO AUBADE

PASTO AUBADE	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	34.92	6.21	20.95	5.98	0.74
	35	41.90	7.56	25.14	7.18	0.89
	45	48.88	8.82	29.33	8.37	1.04
ENGORDE	55	55.87	10.08	33.52	9.57	1.19
	65	61.11	11.12	36.67	10.55	1.30

CONCENTRADO

CONCENTRADO	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	19.16	3.30	12.29	2.64	0.49
	35	22.19	3.82	14.233.82	3.0614.23	0.57
	15	25.21	4.35	16.17	3.48	0.65
ENGORDE	55	28.24	4.87	18.11	3.89	0.73
	65	35.00	6.65	20.05	4.31	0.80

ANEXO 31: APORTE NUTRICIONAL T1

PASTO AUBADE

PASTO AUBADE	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	34.92	6.21	20.95	5.98	0.74
	35	41.90	7.56	25.14	7.18	0.89
	45	48.88	8.82	29.33	8.37	1.04
ENGORDE	55	55.87	10.08	33.52	9.57	1.12
	65	61.11	11.12	36.67	10.55	1.30

CONCENTRADO

CONCENTRADO	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	10.00	1.90	10.34	2.22	0.41
	35	12.00	2.28	11.64	2.50	0.46
	45	14.00	2.66	12.93	2.78	0.52
ENGORDE	55	16.00	3.04	14.23	3.06	0.57
	15	15.50	3.32	15.52	3.34	0.62

GERMINADO

GERMINADO	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	12.25	2.26	20.29	3.20	0.79
	35	14.43	2.66	21.85	3.45	0.85
	45	16.11	2.97	23.41	3.69	0.91
ENGORDE	55	17.31	3.2	24.97	3.94	0.97
	15	18.83	3.48	26.53	4.19	1.03

ANEXO 32. APORTE NUTRICIONAL T2**PASTO AUBADE**

PASTO AUBADE	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	34.92	6.21	20.95	5.98	0.74
	35	41.90	7.56	25.14	7.18	0.89
	45	48.88	8.82	29.33	8.37	1.04
ENGORDE	55	55.87	10.08	33.52	9.57	1.19
	65	61.11	11.12	36.67	10.55	1.30

CONCENTRADO

CONCENTRADO	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	4.35	0.82	5.17	1.11	0.20
	35	4.78	0.90	6.46	1.39	0.26
	45	5.22	0.99	7.76	1.67	0.31
ENGORDE	55	5.65	1.07	9.05	1.94	0.36
	65	6.09	1.15	10.34	2.22	0.41

GERMINADO

GERMINADO	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	20.44	3.77	32.22	4.93	1.21
	35	22.84	4.22	32.78	5.17	1.27
	45	25.25	4.66	34.34	5.42	1.33
ENGORDE	55	26.45	4.89	35.90	5.67	1.40
	65	27.65	5.11	37.46	5.91	1.46

ANEXO 33. APORTE NUTRICIONAL T 3

PASTO AUBADE

PASTO AUBADE	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	38.92	6.21	20.95	5.98	0.74
	35	41.90	7.56	25.14	7.18	0.89
	45	48.88	8.82	29.33	8.37	1.04
ENGORDE	55	55.87	10.08	33.52	8.57	1.19
	65	61.11	11.12	36.67	10.55	1.30

GERMINADO

GERMINADO	EDAD (DÍAS)	SUMINISTROS MS (g/día)	PROTEÍNA	NDT	FIBRA	GRASA
LEVANTE	25	26.45	4.89	34.34	5.42	1.33
	35	28.86	5.33	37.46	5.91	1.46
	45	31.26	5.77	40.59	6.41	1.58
ENGORDE	55	33.67	6.22	43.71	6.90	1.70
	65	36.07	6.67	46.83	7.39	1.82

ANEXO 34: PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN MATERIA VERDE Y SECA (KG/M2)

ALIMENTO	KG FV/M2	%MS	% MS GRANO	RENDIMIENTO MG/KG/M2	CORTE COSECHA DÍAS	CORTES COSECHAS AÑOS	KG MG/M2/AÑO
Aubade	1.4	16.98		0.237	45	8.11	2.26
Germinado Trigo	5.25	41.14	90.00	0.35	8	45.62	15.96

La materia seca del grano de trigo es del 90% en un m2 se siembra 1kg, gramo y para sacar del rendimiento de le resta a la materia seca del germinado la materia seca del grano.

ANEXO 35: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR KILOGRAMO DE ALIMENTO.

CONCEPTOS		ALIMENTO	TRATAMIENTO			
			T0	T1	T2	T3
1 kg	materia seca (\$)	Aubade	80.8	80.8	80.8	80.8
1 kg	materia seca (\$)	Concentrado	10.50	1050	1050	1050
1 kg	materia seca (\$)	Germinado	468.75	468.75	468.75	468.75
TOTAL			1599.55	1599.55	1599.55	1599.55

ANEXO 36: COSTOS DE ALIMENTACION PRUEBA DE COMPORTAMIENTO

TRATAMIENTO	CONSUMO TOTAL			COSTO KG Y MS			COSTO TOTAL ALIMENTO (\$)
	Aubade	Conc	Germ	Aubade	Conc	Germ	
T0	53.77	32.48		80.18	1.050		38.405,6
T1	40.67	21.28	21.09	80.18	1.050	468.75	36.531.53
T2	41.84	11.20	30.97	80.18	1.050	468.75	25.947,53
T3	35.04		40.40	80.18	1.050	468.75	14.187.53