

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE  
PASTO BESTFOR (*Lolium hybridum*) Y VALORACIÓN NUTRITIVA EN  
CUYES (*Cavia porcellus*) EN ETAPA DE LEVANTE**

**CARLOS JAVIER MONTENEGRO HURTADO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIA PECUARIAS  
PROGRAMA ZOOTECNIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DE  
PASTO BESTFOR (*Lolium hybridum*) Y VALORACIÓN NUTRITIVA EN  
CUYES (*Cavia porcellus*) EN ETAPA DE LEVANTE**

**CARLOS JAVIER MONTENEGRO HURTADO**

**Trabajo de grado, presentado como requisito parcial para optar al título  
de Zootecnista.**

**Director  
ALBERTO CAYCEDO VALLEJO T.  
Ing. Agrónomo., MSc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIA PECUARIAS  
PROGRAMA ZOOTECNIA  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autor”.

Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

ALBERTO CAYCEDO I.A ., M.Sc. (Presidente)

---

HERNÁN OJEDA JURADO Zoot (Jurado delegado)

---

ARTURO GÁLVEZ CERÓN Zoot., M.Sc (Jurado)

Pasto, mayo de 2008

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresan sus agradecimientos a:

Alberto Caycedo Vallejo, I.A. M.Sc

Hernán Ojeda Jurado, Zootecnista

Arturo Gálvez Cerón, Zootecnista M.Sc

Carlos E. Solarte portilla M. Sc,. Ph.D

Luís Alfonso Solarte Portilla, Zootecnista

Sandra Espinosa, Tec. Laboratorios

Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Hugo Fernando Alvear Realpe, por su valiosa colaboración al facilitar las instalaciones de su granja para la realización de esta investigación.

Julio Cesar Narváez Ibarra I. A. Por su colaboración con sus valiosos conocimientos en la realización en este trabajo

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

Luis Arturo Realpe, por sus valiosos conocimientos adquiridos a lo largo de sus años “un verdadero maestro en el campo” (q.p.d)

## **DEDICATORIA**

Dedico:

Mi vida, ha tenido muchos éxitos, pero también tropiezos las personas a las que dedico este logro son las que se han alegrado con mis alegrías y me han ayudado a superar mis tristezas.

**A DIOS**

**A MI MADRE.** Ana del Rosario Hurtado, una luchadora inalcanzable, quien ha sido el mejor ejemplo de esfuerzo y amor por el trabajo

**A MI PADRE,** por su paciencia y colaboración en los momentos difíciles de mi vida.

**A MI HERMANA, SU ESPOSO Y MIS SOBRINAS,** Lorena, Luís Aurelio, Ángela e Isabela, quienes me acogieron en su hogar y me brindaron toda la colaboración para este trabajo.

**A MIS AMIGOS,** Quienes son más que una familia, Helena y Víctor Erazo, Miriam Erazo, Oswaldo Castro, Darío Tobar, Héctor Tobar y a toda la familia, Castro Erazo Carreño.

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE CARRERA Y FACULTAD**

## GLOSARIO.

**ABONOS ORGANICOS:** son productos naturales resultantes de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, suministran materia orgánica al suelo y nutrientes esenciales para las plantas.

**CECOTROFIA:** proceso mediante el cual el animal ingiere sus excrementos blandos llamados cecótrofos para aprovechar al máximo el alimento.

**BIOMASA:** masa total de los componentes biológicos de un ecosistema

**BROMATOLOGÍA:** es el análisis de las propiedades químicas de un alimento llevadas a cabo en un laboratorio.

**CELULOSA:** polímero de glucosa que se encuentra en un enlace resistente a la hidrólisis producida por las enzimas digestivas

**CONVERSIÓN ALIMENTICIA:** cantidad de alimento que necesita consumir un animal para incrementar 1 Kg. de peso.

**COMPOSTAJE:** producto obtenido durante un proceso de degradación irreversible, a través de organismos descomponedores endémicos normalmente artrópodos y microorganismos hasta la obtención de un producto con apariencia completamente independiente del material de origen

**ESTIERCOL:** mezcla de material fecal y alimento rechazado procedente de los animales, contiene residuos de alimentos no digeridos, enzimas, jugos gástricos, jugos pancreáticos, células muertas del intestino, bacterias vivas e inertes del colon y productos de desecho del metabolismo.

**FERTILIZACIÓN:** incorporación de abonos o enmiendas, efectuada con el fin de aumentar o restablecer la fertilidad de un suelo.

**LIGNIFICACIÓN:** depósito de lignina, junto con derivados oxidados de celulosa en la membrana celular, dándole a la planta una consistencia leñosa.

**MATERIA SECA:** aquella parte del alimento que no es agua, típicamente se determina por el peso residual de una muestra colocada por un periodo extendido en un horno para quitar toda el agua de la muestra, normalmente este dato se expresa en porcentaje.

**RAIGRAS:** especie cultivada del genero (*Lolium*) fisiológicamente clasificada como una planta C3 Gramínea adaptable a clima frío de alta productividad y calidad nutricional.

**REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES:** son las necesidades nutritivas de los seres vivos para cumplir con su normal desarrollo, crecimiento, reposición de tejidos y conservación.

**TETRAPLOIDE:** especie forrajera obtenida al duplicar el número normal de cromosomas de  $2n$  a  $4n$  mediante un tratamiento especial.

**VALOR NUTRITIVO:** balance de nutrientes de un forraje o alimento para garantizar a los animales la asimilación y el aprovechamiento para el crecimiento y producción.

## RESUMEN

En Nariño, los sistemas de producción cuyícola han sufrido un cambio positivo en su forma de producción, buscando estar a la par con otras producciones y tendencias mundiales, como son la producción agroecológica, tanto por salud como por conservación ambiental.

La investigación se llevó a cabo en la Granja Cuyícola El Granado, localizada en la vereda Las Aradas, a 2 Km. al norte del municipio de La Cruz, Departamento de Nariño, con una altitud de 2430msnm, una temperatura promedio de 14°C, precipitación anual de 1050 m.m. y humedad relativa de 80%.

Esta investigación tuvo como objetivo fertilizar orgánicamente el pasto Bestfor (*Lolium hybridum*) con tres estiércoles compostados (gallinaza, pollinaza y bovinaza) y evaluar la producción agronómica, la digestibilidad y la productividad del pasto en cuyes en etapa de levante.

Este ensayo se dividió en tres etapas: en la primera, se tomo un lote de 526.5 m<sup>2</sup> dividido en 24 parcelas de 18 m<sup>2</sup> cada una, con distancia entre tratamientos de 1 m y de 50cm entre parcelas. Bajo un diseño completamente al azar se evaluaron los siguientes tratamientos: T0= Sin fertilización, T1= Pollinaza, T2= Cuyinaza y T3= Bovinaza, la cantidad de fertilizante agregado a cada parcela se calculó con base en un requerimiento estándar de 400 kg. N/Ha, confrontados con un testigo absoluto sin ninguna fertilización.

Las variables agronómicas evaluadas fueron: producción de biomasa, altura de las plantas, índice de área foliar, profundidad radicular, y las variables bromatológicas: materia seca, fibra cruda, extracto etéreo, extracto no nitrogenado, ceniza, proteína, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa y energía; en dos cortes consecutivos.

Las variables agronómicas presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ); los mayores resultados se observaron en el T2 para las variables: producción de biomasa, 5170,24 Kg. MS/Ha, altura promedio de plantas 54.62 cm, un índice de área foliar de 12.17 y un periodo de recuperación de 42.5 días. La variable profundidad radicular presentó diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ); el mayor valor lo tuvo el T3 con 25.48cm y el menor valor el T2 con 24.52cm.

Los resultados bromatológicos presentaron el mayor contenido de materia seca para el T0 con 15.11% y el menor el T1 con 13.35%; en cuanto a la proteína, el contenido más alto es el T2 con 14.84% y el más bajo el testigo con 11.95%; el contenido más alto de fibra cruda lo tuvo el T0 con 47.24 % y el más bajo el T2 con 40.84%; el tratamiento con mayor contenido de ceniza fue el T0 con 12.99%; y para energía el T3 con 40.5Kcal/100g.

La segunda etapa evaluó la digestibilidad de los dos mejores tratamientos de la prueba agronómica, que fueron el T2 seguido por el T3. Esta prueba se realizó en la Granja Cuyícola El Granado las muestras obtenidas en esta prueba fueron procesadas en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño entregando como resultados la digestibilidad de 80.77% para el T2, y 75.48% para el T3; en cuanto a proteína 80.74% para el T2 y 80.24 para el T3; la digestibilidad de la fibra cruda, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno para el T2 fueron de 61.78, 71.95 y 91.57% respectivamente, y para el T3 de 52.54, 71.60 y 93.34%, los nutrientes digestibles totales para el T2 de 73.03% y para el T3 de 69.80%; la razón nutritiva para el T2 de 5.25 y de 5.09 para el T3.

En la siguiente etapa se evaluó el comportamiento animal esta prueba se realizó en la Granja El Granado, en un galpón de 3.5 de ancho x 6 m de largo. La prueba se realizó con los 2 mejores tratamientos de la prueba agronómica, además se incluyó un testigo utilizando 6 réplicas por tratamiento con 3 animales por réplica. Se aplicó un diseño completamente al azar y la prueba de Tukey para evaluar las diferencias entre los tratamientos los cuales fueron: T0= Testigo 70% aubade + 30% alfalfa, T2= 70% Bestfor (cuyinaza) + 30% alfalfa y T3 70% Bestfor (Bovinaza) + 30% alfalfa.

Las variables analizadas en la prueba de comportamiento animal fueron: consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia además se realizó un análisis parcial de costos.

La variable consumo de alimento no presentó diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) los consumos de alimento fueron 2392.91g MS para el T3, 2369.91 para el T2 y 2316.25 para el T0. Las variables incremento de peso y conversión alimenticia presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), el tratamiento con el mejor incremento de peso fue el T2 con 450.82 g, seguido por el T3 con 435.02 g y por último el T0 con 418.03 g; para la conversión alimenticia el mejor resultado lo tuvo el T2 con 5.14, seguido por el T3 con 5.45, y por último el T0 con 5.53.

Los costos de producción más bajos los presentó el T2 con \$101200, seguido por el T0 con \$101651 y el tratamiento con los costos de producción más altos fue el T3 con \$102224.

La mejor rentabilidad la presentó el T2 con 28.74%, seguida por el T3 con 24.05%, y la rentabilidad más baja la tuvo el T0 con 22.27%.

Se concluyó que la fertilización del pasto Bestfor con cuyinaza brinda los mejores resultados productivos y económicos, por lo cual se debe tener en cuenta como alternativa en la producción cuyícola.

## ABSTRACT

In Nariño the systems of production cuyícola have suffered a positive change in their production form looking for to be at the same time with other productions and world tendencies, like they are the ecological production agriculture, as much for health as for environmental conservation.

The investigation you carries out in the Farm Cuyícola the Pomegranate tree located in the sidewalk the one Plowed to 2 Km. to the north of the municipality of The Cruz Department of Nariño, with an altitude of 2430msnm a temperature average of 14°C, annual precipitation of 1050 m.m. and relative humidity of 80%.

The investigation has as objective to fertilize the grass organically Best fort (lolium hibridum) with three manures composition (cuy dung, chicken dung and bovine dung) and to evaluate the agronomic production, the digestibilidad and the productivity of the grass in cuyes in stage of gets up.

This investigation was divided in three parts. In the first part, I take a lot of 526.5 m<sup>2</sup> divided in 24 parcels of 18 m<sup>2</sup> each one with distance among treatments of 1 m and of 50cm among parcels. Under a design the following treatments were evaluated totally at random: T0 = Without fertilization, T1 = Chiken dung, T2 = Cuy dung and T3 = Bovine dung, the quantity of fertilizer added to each parcel you calculates with base to a standard requirement of 400 kg. Ha/N, confronted with an absolute witness without any fertilization.

The evaluated agronomic variables were: Production of biomass, height of the plants, area index to foliate depth radicular and the variable bromatologics: dry matter, raw fiber, ethereal extract, I summarize and free nitrogen extract, ash, protein, FDN, FDA, hemicellulose, cellulose and energy; in two serial courts.

The agronomic variables presented differences ( $P < 0.05$ ); the biggest results were observed in the T2 for the variables: Production of Biomass, 5170,24 Kg. MS/Ha, height average of plants 54.62 cm, an rate index to foliate of 12.17 and a period of recovery of 42.5 days. For the variable depth radicular I present bigger depth radicular the T3 with 25.48cm and the smallest depth radicular the T2 with 24.52.

The analysis bromatológico shows; the biggest content of dry matter for the T0 with 15.11% and the minor the T1 with 13.35% as for the protein the content but high the T2 with 14.84 and the but under the witness with 11.95%, the content but high of raw fiber he/she had it the T0 with 47.24% and the but under the T2 with 40.84 the treatment with more content of ash was the T0 con 12.99 and it stops energy the T3 with 40.5Kcal/100g.

The second part evaluated the digestibilidad of the two better treatments of the agronomic test that were the T2 continued by the T3, this test one carries out in the Farm Cuyícola The Pomegranate tree. The samples of grounds obtained in the digestibilidad test were processed in the specialized laboratories of The University of Nariño. For the fraction dry matter the digestibilidad results were of 80.77% of MS for the T2 and 75.48% for the T3 as for protein 80.74% for the T2 and 80.24 for the T3, the digestibilidad of the fiber raw ethereal extract and extract free of nitrogen for the T2 were respectively of 61.78, 71.95 and 91.57% and for the T3 52.54, 71.60 and 93.34, the nutritious total digestibles for the T2 73.03% and for the T3 69.80, the nutritious reason for the T2 5.25 and the T3 5.09.

In a third part evaluated the animal behavior; this test one carries out in the Farm The Pomegranate tree in one of the coverize whose dimensions are of 3.5m of wide x 6m of long, the test one carries out with the 2 better treatments of the agronomic test, you also includes a witness using 6 you reply for treatment with 3 animals for he/she replies, you applies a design totally at random and the test of Tukey to evaluate the differences among the treatments, which were: T0 = Witness 70% aubade + 30% medic, T2 = 70% Best ford (cuy dung) + 30% medic and T3 70% Best ford (Bovine dung) + 30% medic.

The variables in the test of animal behavior were food consumption, increment of weight and nutritious conversion; one also carries out a partial analysis of costs.

The variable food consumption doesn't present statistical deferences ( $p < 0.05$ ) The food consumptions were 2316.25 for the T0 2369.91 for the T2 and 2392.91g / MS for the T3. The variables increment of weight and nutritious conversion presented statistical differences ( $p < 0.05$ ) the treatment with the best increment of weight was the T2 with 450.82 g continued by the T3 with 435.02 g and for I finish the T0 with 418.03 g, for the nutritious conversion the best result had it the T2 with 5.14 continued by the T3 with 5.45 and for I finish the T0 with 5.53

He production costs but first floor present them the T2 with \$101200 continued by the T0 with \$101651 and the treatment with the production costs but high it was the T3 with \$102224.

The best profitability presents it the T2 with 28.74% continued by the T3 with 24.05% and the profitability but it lowers it he/she had the T0 with 22.27%

You concludes that the grass fertilization Best ford with cuy dung offers the productive and economic better result reason why it should be kept in mind as alternative in the production cuyícola.

## CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	21
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
3. OBJETIVOS: OBJETIVO GENERAL, OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MARCO REFERENCIAL	24
4.1 GENERALIDADES DEL CUY	24
4.1.1 Clasificación taxonómica	24
4.1.2 Conocimientos básicos de anatomía y fisiología digestiva	26
4.1.3 Necesidades nutritivas de cuyes	26
4.1.3.1 Proteína	27
4.1.3.2 Fibra	27
4.1.3.3 Energía	28
4.1.3.4 Grasa	28
4.1.3.5 Agua	28
4.2 GENERALIDADES DEL RAIGRAS	28
4.2.1 Adaptación	29
4.2.2. Suelos.	30
4.2.3. Variedades	31
4.2.4. Siembra y establecimiento	31
4.2.5. Fertilización de raigrases	31
4.2.6. Manejo y utilización	32
4.2.7. Calidad y producción	32
4.2.8. Características del pasto bestfor ( <i>Lolium hybridum</i> )	32
4.3 FERTILIZACIÓN	33
4.3.1 Fertilidad actual	33
4.3.2 fertilidad potencial	33
4.3.1 Fertilización química	35
4.3.2 Fertilización orgánica	35
4.4. COMPOST.	37
4.4.1 Caracterización del proceso	37
4.4.1.1 Fase mesófila	38
4.4.1.2 Fase termófila	38
4.4.1.3 Fase mesófila	38
4.4.1.4 Fase de maduración	39
4.4.2 Relación carbono nitrógeno	39
4.4.3 Factores que afectan la compostación.	40
4.4.4 Insumos utilizados	40
4.5. CARACTERISTICAS DE LAS EXCRETAS UTILIZADAS	42
4.5.1 Pollinaza	42
4.5.2 Bovinaza	43
4.5.3 Cuyinaza	43

4.6 FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE	43
4.6.1 FACTORES ECOLÓGICOS	43
4.6.2 Factores edáficos	44
4.6.2.1 Propiedades físicas del suelo	44
4.6.2.2 Propiedades químicas del suelo	45
4.6.2.3 Propiedades microbiológicas	45
4.7 DIGESTIBILIDAD	46
4.7.1 Actividad cecotrófica	46
4.7.2 Alimentación con forraje	47
4.7.3 Forraje restringido	48
4.7.4 Alimentación a base de concentrado	48
4.7.5 Factores que afectan la digestibilidad	49
4.7.5.1 Ceras	49
4.7.5.2 Cutícula	50
4.7.5.3 Velloidades	50
4.7.5.4 Humedad de la planta	50
4.7.5.5 Lignina	50
4.7.5.6 Cristalización de la celulosa	50
4.7.5.7 Complejo de minerales	50
5. DISEÑO METODOLÓGICO	51
5.1 PRUEBA AGRONÓMICA	51
5.1.1 Localización	51
5.1.2 ÁREA EXPERIMENTAL	51
5.1.3 MATERIALES E INSUMOS	51
5.1.3.1 Variables a evaluar en la prueba agronómica	52
5.1.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	53
5.1.5 TRATAMIENTOS	54
5.1.5.1 Planteamiento de hipótesis	54
5.2 Prueba de digestibilidad individual.	54
5.2.1 Localización	54
5.2.2 Equipos e insumos	54
5.2.3 Variables	54
5.2.4.1 Consumo de alimento	54
5.2.4.2 Coeficiente de digestibilidad	55
5.2.4.3 Principios digestibles	55
5.2.4.4 Nutrientes digestibles totales	55
5.2.4.5 Razón nutritiva	55
5.3 Prueba de comportamiento animal	55
5.3.1 Localización	55
5.3.2 Animales	55
5.3.2 Instalaciones y Equipos	55
5.3.2.1 Instalaciones	55
5.3.2 Equipos	56
5.1.5 Tratamientos	56
5.3.3 Variables a evaluar	56
5.3.4 Variables a evaluar	56
5.3.4.1 Consumo de alimento	57
5.3.4.2 Incremento de peso	56

5.3.4.3 Conversión alimenticia	56
5.3.4. Diseño experimental	56
5.1.5.1 Planteamiento de hipótesis	57
5.4 Análisis parcial de costos	57
6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
6.1 PRUEBA AGRONOMICA	58
6.1.1 Producción de biomasa del Bestfor.	58
6.1.2 Altura de Planta	60
6.1.3 Índice de Área Foliar	62
6.1.4 Profundidad Radicular	63
6.1.5 Periodo de recuperación	64
6.1.5 Análisis bromatológico	65
6.1.5.1 Materia seca	65
6.1.5.2 Proteína	66
6.1.5.3 FDN	67
6.1.5.4 FDA	68
6.1.5.5 Ceniza	69
6.1.5.6 Energía Kcal. /100g	70
6.2 DIGESTIBILIDAD DEL PASTO BESTFOR	70
6.2.1 Consumo de materia seca	70
6.2.2 Digestibilidad de la materia seca	71
6.2.3 Digestibilidad de la proteína	71
6.2.4 Digestibilidad de la fibra cruda	72
6.2.5 Digestibilidad del Fibra detergente neutro (FDN)	73
6.2.6 Digestibilidad del Fibra detergente acido (FDA)	73
6.2.7 Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno	74
6.2.8 Digestibilidad del extracto etéreo (E.E.)	74
6.2.9 Nutrientes Digestibles Totales (NDT)	75
6.2.10 Razón nutritiva	75
6.3 COMPORTAMIENTO ANIMAL	76
6.3.1 Consumo de alimento	77
6.3.2 Incremento de peso	78
6.3.3 Conversión alimenticia	80
6.4 Análisis parcial de costos	82
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
7.1 Conclusiones	84
7.2 Recomendaciones	85
8 BIBLIOGRAFIA	86

## LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Variables productivas y reproductivas del cuy ( <i>Cavia porcellus</i> )	25
Tabla 2. Requerimiento nutritivo de cuyes	27
Tabla 3. Contenido nutricional de algunos raigrases ( <i>Lolium sp</i> )	30
Tabla 4 características agronómicas y nutricionales del pasto Bestfor ( <i>Lolium hybridum</i> )	33
Tabla 5. Producción de estiércol diario por especie animal	41
Tabla 6. Composición en porcentaje de las excretas de varios animales domésticos.	42
Tabla 7. Digestibilidad de algunas materias primas utilizadas en la alimentaciones de cuyes	48
Tabla 8. Contenido mineral del compost de las excretas de pollinaza, cuyinaza, bovinaza.	52
Tabla 9. Producción del pasto Bestfor ( <i>Lolium hybridum</i> ) bajo la aplicación de diferentes abonos orgánicos. (Kg/MS/Ha /corte)	58
Tabla 10. Altura de planta de pasto bestfor bajo diferentes niveles de fertilización	60
Tabla 11. Índice de área foliar de pasto bestfor bajo diferentes niveles de fertilización	62
Tabla 12. Profundidad radicular de pasto Bestfor bajo diferentes niveles de fertilización.	63
Tabla 13. Periodo de recuperación.	65
Tabla 14. Composición bromatológica del pasto Bestfor ( <i>Lolium hybridum</i> ) bajo diferentes niveles de fertilización orgánica (%)	66
Tabla 15. Coeficiente de digestibilidad aparente <i>in vivo</i> del pasto Bestfor.	70
Tabla 16. Consumo de alimento en la fase de levante	77

Tabla 17. Incremento de peso en la etapa de levante	79
Tabla 18. Conversión alimenticia etapa de levante	81
Tabla 19. Análisis económico fertilización orgánica de pasto Bestfor	83

## LISTA DE FIGURAS

	<b>PAG</b>
Figura 1. Etapas de la compostación	39
Figura 2. Composteras para las distintas fuentes de estiércol	52
Figura 3. Producción pasto Bestfor /corte (MS)	59
Figura 4. Altura de la plantas/corte	61
Figura 5 índice de área foliar	63
Figura 6 Profundidad radicular	64
Figura 7. Pesaje pasto	66
Figura 8. Jaulas de digestibilidad	72
Figura 9. Cultivo de alfalfa	76
Figura 10 consumo de alimento	78
Figura 11 incremento de peso	80

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis muestra de suelos, lote experimental	91
Anexo 2. Cálculo de la cantidad de fertilizante a aplicar en base a nitrógeno	92
Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable producción de biomasa en base seca corte 1.	93
Anexo 4. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable producción de biomasa en base seca corte 2.	94
Anexo 5. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable altura de la planta.	95
Anexo 6. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable índice de área foliar.	96
Anexo 7. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable índice de área foliar.	97
Anexo 8. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable profundidad radicular corte 1.	98
Anexo 9. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable profundidad radicular corte 2.	99
Anexo 10. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable consumo de alimento en la etapa de levante	100
Anexo 11. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable consumo de alimento en el periodo 1.	101
Anexo 12. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable consumo de alimento en el periodo 2.	102
Anexo 13. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable consumo de alimento en el periodo 3.	103
Anexo 14. Consumo de alimento forraje verde /animal en el periodo 1.	104
Anexo 15. Consumo de alimento forraje verde/ animal en el periodo 2.	105
Anexo 16. Consumo de alimento forraje verde/animal en el periodo 3.	106

Anexo 17. Consumo de alimento m.s. por periodos.	107
Anexo 18. Análisis de varianza y prueba de tukey para la variable incremento de peso etapa de levante.	108
Anexo 19. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el variable incremento de peso periodo 1.	109
Anexo 20. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable incremento de peso periodo 2.	110
Anexo 21. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable incremento de peso periodo 3.	111
Anexo 22. Incremento de peso por periodos.	112
Anexo 23. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia etapa de levante	113
Anexo 24. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia periodo 1.	114
Anexo 25. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia periodo 2.	115
Anexo 26. Análisis de varianza y prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia periodo 3.	116
Anexo 27. Conversión alimenticia por periodos.	117
Anexo 28. Costo de producción del compost.	118

## INTRODUCCION

Las políticas mundiales fomentaron un modelo de producción intensiva y productivista que durante mucho tiempo sólo buscaba incrementar las producciones, haciendo uso excesivo de fertilizantes químicos, lo que trajo consigo una alteración drástica de los recursos naturales que ésta utiliza y por eso el suelo tiene grandes problemas de degradación que comprometen su potencial. La erosión, la compactación, la salinización, y el detrimento de la capa arable, por lo mismo, la pérdida de la materia orgánica, son pruebas irrefutables del fenómeno de degradación.

La producción limpia u orgánica de alimentos busca dos objetivos: primero la salud en el ser humano, disminuyendo el exceso de sustancias químicas en la producción de alimentos; el segundo demanda formas de producción que ocasionen el menor daño ambiental sin disminuir la productividad de los cultivos y la rentabilidad para los productores.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, resulta conveniente que los profesionales agropecuarios y los mismos productores analicen que es posible combinar la tecnología para una alta producción y las prácticas ancestrales que hacían uso de lo orgánico, con el fin de producir y mantener la productividad y sostenibilidad del suelo.

Los forrajes son fuente de alimentación para muchas especies animales, pero requieren una gran cantidad de agro insumos para su la producción, ocasionando deterioro del suelo y elevando los costos de producción. Los cuyes requieren altas cantidades de forraje de excelente calidad para su producción, los productores cumplen con estos requerimientos realizando fuertes aplicaciones de fertilizantes químicos para la producción de forrajes, sin tener en cuenta el daño ambiental.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se observó la importancia de evaluar la producción agronómica, el contenido nutricional y la digestibilidad del pasto Bestfor (*Lolium hybridum*) bajo tres sistemas de fertilización orgánica (cuyinaza, bovinaza y pollinaza), analizar su digestibilidad y evaluar el comportamiento de este en la alimentación de cuyes en al etapa de levante.

Esta investigación no obedece a una “moda” si no a la búsqueda de formas limpias y competitivas de producción.

## **1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA**

La producción agrícola intensiva a lo largo de los años ha generado un detrimento en la calidad de los suelos tanto en sus propiedades físicas como químicas, la producción animal plantea la consecución de alimentos económicos y de buena calidad, para la alimentación de animales herbívoros resulta más rentable la producción de forrajes, y para esto se emplean cantidades elevadas de agro-insumos los cuales no ayudan a menguar el daño causado por la intensiva producción.

Existen una gran variedad de pastos mejorados, de excelentes parámetros productivos y nutritivos bajo el sistema de fertilización tradicional, pero con algunas desventajas siendo la más importante el alto costo de producción, además no favorece las propiedades físico -químicas y biológicas del suelo, incrementando el costo ecológico. Aunque existen nuevas formas de producción que mantienen los parámetros productivos, disminuyen el costo económico y procuran reducir el daño al suelo, no se han evaluado en los pastos mejorados los cuales tiene gran aceptación por parte de los productores.

## **2. FORMULACION DEL PROBLEMA.**

En Nariño los planteles cuyícolas han sufrido un cambio positivo en su forma de producción buscando estar a la par con otras producciones y tendencias mundiales, dichas tendencias exigen nuevas formas de competir y una de ellas es la producción orgánica, la cual se puede alcanzar si se comienza a producir forrajes orgánicos o con la menor carga de agroquímicos. Los forrajes mejorados reaccionan muy bien a la fertilización química pero ésta es muy costosa además de ocasionar un detrimento ecológico. Por lo cual se debe buscar la forma de sustituirla sin perder las ventajas que ésta nos ofrece.

La fertilización orgánica, es quizá la más económica, no deteriora el suelo y puede entregar resultados aceptables en la producción.

En este orden de ideas se plantea la siguiente interrogante

¿Bajo que sistema de fertilización orgánica del pasto bestfor se obtiene los mejores rendimiento agronómicos y nutricionales?

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar tres tipos de fertilización orgánica de pasto Bestfor (*Lolium hybridum*) y determinar su valor nutritivo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de levante.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la fertilización orgánica del pasto Bestfor utilizando pollinaza, cuyinaza y bovinaza sobre la producción agronómica.
- Estimar el efecto de los diferentes tipos de fertilización orgánica sobre la composición bromatológica del pasto bestfor.
- Evaluar la digestibilidad del pasto bestfor sometido a los diferentes tipos de fertilización orgánica.
- Determinar el valor nutritivo del pasto bestfor obtenido en los diferentes tratamientos, en cuyes en etapa de levante.
- Establecer la rentabilidad económica de los diferentes tratamientos evaluados.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 GENERALIDADES DEL CUY.

El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos<sup>1</sup>.

En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes. En el Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16.500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar. La distribución de la población de cuyes en el Perú y el Ecuador es amplia; se encuentra en casi la totalidad del territorio, mientras que en Colombia y Bolivia su distribución es regional y con poblaciones menores. Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4 500 metros sobre el nivel del mar y en zonas tanto frías como cálidas<sup>2</sup>.

Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos<sup>3</sup>.

Los parámetros productivos y reproductivos del cuy se pueden observar en la Tabla 1.

**4.1.1 Clasificación taxonómica.** Orr, citado por Moreno afirma que la clasificación taxonómica es la siguiente:

Orden : Rodentia

---

<sup>1</sup> I INIA-CIID. Investigaciones en cuyes. [ en línea] Informe Técnico N° 6 94. 197 [Perú] 1993 [citado el 20 de Julio] disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/v652s/w652s00.htm#topOfpage>>

<sup>2</sup> Ibíd.

<sup>3</sup> CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas En la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia. Ed: Universidad de Nariño, Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados 200. p.16

Suborden : Hystricomorpha  
 Familia : Caviidae  
 Género : Cavia  
 Especie : Cavia aperea Erxleben  
           : Cavia porcellus Linnaeus  
           : Cavia cobaya.  
 Nombre común : Cuy, Curi, cobayo, conejillo de indias<sup>4</sup>.

**Tabla 1. Variables productivas y reproductivas del cuy**

<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>
Número de partos/ hembra/ año	4.0
Número de crías por parto	2.0-4.0
Mortalidad de crías (%)	12.0-15.0
Mortalidad de gazapos al destete (%)	10.0-15.0
Mortalidad de animales en levante y adultos (%)	4.0-6.0
Número de hembras por macho	6.0
Edad de las hembras al apareamiento (meses)	3.0-4.0
Edad del macho al apareamiento (meses)	4.0-5.0
Peso de venta (gramos)	1.000,0 - 1.300,0
Edad de venta (meses)	3.0
Consumo de forraje verde cuy adulto (g/día)	400.0-500.0
Consumo de forraje verde cuy levante (g/día)	350.0
Consumo de forraje verde hembras con crías (g/día)	600.0-650.0
Consumo de concentrado, levante y lactante (g/día)	15.0 –20.0
Consumo de concentrado gazapos (g/día)	10.0
Periodo de gestación (días)	65.0- 75.0
Duración del ciclo sexual (días)	16.0
Presentación de celo post-parto (horas)	2.0-3.0
Peso de crías al nacimiento (gramos)	90.0-130.0
Peso de crías al destete (gramos)	180.0-250.0
Fertilidad en hembras (porcentaje)	80.0
Crías paridas por hembra/año (número )	12.0
Número de crías destetadas hembra/año (número )	11.2
Hembras en reproducción (porcentaje)	33.3
Aumento de peso cuy/día con forraje (gramos)	6.0-7.0
Aumento de peso cuy/día con forraje y concentrado (gramos)	8.0-.12.0
Conversión alimenticia con pasto	9.0-14.0
Conversión alimenticia con pasto y concentrado	5.0-7.0
Densidad de animales en reproducción (m <sup>2</sup> )	6.0
Densidad de animales levante (m <sup>2</sup> )	10.0-12.0
Peso de camada al nacimiento (gramos)	280.0-350.0

<sup>4</sup> MORENO, R.A. El cuy. 2a ed. Lima, UNA. [ en línea] [La Molina Perú].1989. [citado el 20 de julio] disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/v652s/w652s00.htm#topOfpage>>

Tamaño de camada al destete (numero)	2.7-3.0
Intervalo entre partos	65.0-70.0

Caycedo, 2002

#### 4.1.2 Conocimientos básicos de anatomía y fisiología digestiva. Chauca afirma que:

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de éstos a lo largo del tracto digestivo<sup>5</sup>.

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína<sup>6</sup>.

Hagan y Robinsón, citado por Gómez y Vergara, afirman que

“El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego; sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado, incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total del tracto gastrointestinal”<sup>7</sup>.

**4.1.3 Necesidades nutritivas de cuyes.** De acuerdo con Caycedo: la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones

<sup>5</sup>CHAUCA, Lilia.. Experiencias de Perú en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Barinas, Venezuela. IV Symposium de especies animales subutilizadas, Libro de conferencias, UNELLEZ-AVPA, 1993 p.12.

<sup>6</sup> Ibid., p.12.

<sup>7</sup> GOMEZ, B. y VERGARA, V. 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares, INIA-EELM-EEBI. p. 38-50

balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción<sup>8</sup>.

El mismo autor afirma que:

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza<sup>9</sup>.

En la Tabla 2 se puede observar los requerimientos nutritivos del cuy.

**Tabla 2. Requerimiento nutritivo de cuyes**

Nutriente	Unidad	Gestación	Lactancia	Levante
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED <sup>1</sup>	(Kcal./kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17.	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Caycedo, 2002.

**4.1.3.1 Proteína.** Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos, ya que no pueden ser sintetizados<sup>10</sup>.

El National Research Council (NRC) afirma que:

El suministro inadecuado de proteína tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. Para cuyes manejados en bioterios, la literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20% siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> CAYCEDO. Op.cit, p. 36

<sup>9</sup> Ibid., p. 36

<sup>10</sup> INIA. Op.cit. p.54

<sup>11</sup> NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of laboratory animals. 33 ed. Washington. D.C., National Academy of Science, 1978 p65.

**4.1.3.2 Fibra.** Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 8 al 18 por ciento. Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animal de laboratorio, donde sólo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones, no sólo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo<sup>12</sup>.

**4.1.3.3 Energía.** Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, solubles y estructurales, contenidos en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo<sup>13</sup>.

**4.1.3.4 Grasa.** El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración<sup>14</sup>.

**4.1.3.5 Agua.** El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene, de acuerdo a su necesidad, de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno<sup>15</sup>.

Por costumbre, a los cuyes se les ha restringido el suministro de agua de bebida; ofrecerla no ha sido una práctica habitual de crianza. Los cuyes, como herbívoros siempre han recibido pastos succulentos en su alimentación, con lo que satisfacían sus necesidades hídricas. Las condiciones ambientales y otros factores a los que se adapta el animal, son los que determinan el requerimiento de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones<sup>16</sup>.

## **4.2 GENERALIDADES DEL RAIGRAS (*Lolium sp.*)**

---

<sup>12</sup> Ibid., p.62

<sup>13</sup> Ibid., p.62

<sup>14</sup> Ibid., p.63

<sup>15</sup> Ibid., p.63

<sup>16</sup> Ibid., p.63

El pasto Bestfor es un gramínea tipo perenne que presenta las mismas cualidades y requerimientos generales necesitadas por los raigrases en general. Las siguientes características son necesarias para el cultivo de raigrases, y desde luego para el cultivo del pasto Bestfor (*Lolium hybridum*).

Bernal afirma.

“El nombre genérico de raigrás (Ryegrass) se aplica primordialmente a dos especies cultivadas del género *Lolium*. Una de estas especies, el *lolium multiflorum* Lam. Se conoce como raigrás anual o italiano, y el *Lolium perenne* L como raigrás inglés o perenne. De estas dos especies se han seleccionado muchos cultivares y se han hecho diferentes cruces que han dado origen a un gran número de híbridos y variedades que reciben distintos nombres comerciales”<sup>17</sup>.

El raigrás perenne es originario de la zona templada de Asia y norte de Europa. Se ha cultivado en toda Europa y Norte América desde hace siglos y posteriormente se ha extendido a Nueva Zelanda, Australia, y algunas zonas de Latinoamérica<sup>18</sup>.

**4.2.1 Adaptación.** Guerrero asegura que los raigrases se introdujeron a Colombia hace aproximadamente 40 años y se han adaptado muy bien al clima frío. Las condiciones óptimas se encuentran normalmente a alturas entre 2.200 y 3.200 msnm. Son resistentes a las heladas y se pueden cultivar incluso en alturas de hasta 3.600 msnm y temperaturas promedio de 6 a 8 °C<sup>19</sup>.

El mismo autor sostiene:

En las zonas de clima frío moderado, situadas entre 1.800 y 2.200 msnm, que presentan temperaturas promedio entre 15 y 18 °C., y donde las temperaturas máximas pueden llegar a 25°C o más los raigrases se establecen rápidamente y tienen buena producción inicial, pero las plantas se agotan en un periodo muy corto de tiempo<sup>20</sup>.

Los tetraploides, de acuerdo con el mecanismo de fijación de CO<sub>2</sub>, fisiológicamente pueden clasificarse como plantas C<sub>3</sub> con características como: el primer producto de la fotosíntesis está compuesto de tres carbonos (ácido fosfoglicérico), fotorrespiran, son plantas de clima frío<sup>21</sup>.

Cuando la temperatura es menor a 30°C las plantas C<sub>3</sub> fotosintetizan más por unidad de radiación absorbida pero también pueden responder bien a altas

---

<sup>17</sup> Bernal EUSSE. J. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo Cuarta edición 2003 Bogotá, Colombia p. 528

<sup>18</sup> Ibid., p.345

<sup>19</sup> Guerrero, Ricardo. Fertilización de cultivos en clima frío Monómeros Colombo Venezolanos. Segunda Edición. Santafé de Bogotá, Colombia. 1998, p. 310

<sup>20</sup> Ibid., p.311

<sup>21</sup> COBO, José. El suelo y el agua en la producción de pastos. Cali, Colombia. 2003 .p73.

intensidades de luz solar a diferencia de las plantas C<sub>4</sub> las cuales tienen un comportamiento superior solo a altas temperaturas (35-40°C)<sup>22</sup>.

**4.2.2. Suelos.** Barrera afirma: desde el punto de vista de los suelos, los raigrases presentan un amplio grado de adaptación, desarrollándose bien en casi todos los suelos de clima frío; sin embargo, para una buena producción, requieren suelos de mediana a alta fertilidad o aquellos suelos de baja fertilidad en los que se ha suplementado los nutrientes faltantes<sup>23</sup>.

Guerrero<sup>24</sup> sostiene que, desde el punto de vista químico, se adaptan bien a las condiciones de suelo ácido, desde que el pH no sea demasiado bajo y el aluminio demasiado alto. Es necesario encalar para obtener mejores rendimientos. También afirma que en condiciones naturales no es muy eficiente para extraer del suelo magnesio (Mg), azufre (S), cobre (Cu), zinc (Zn) y boro (B), cuyos contenidos fluctúan entre medianos y bajos en el forraje; por lo regular presenta buenos contenidos de proteína, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y sodio (Na). Como se puede ver en la Tabla 3.

**Tabla 3 Contenido nutricional de algunos raigrases**

Variedad	Proteína %	Ca	P	Mg	K	S p.p.m	Na	Mn	Cu	B
Raigrás	19.88	0.53	0.43	0.24	3.92	0.34	237	104	8	9
Tetralite	20.80	0.44	0.38	0.19	3.22	0.29	160	128	9	10
Aubade	21.31	0.55	0.43	0.19	3.94	0.39	701	105	10	5

Guerrero, 1998

Berna<sup>25</sup> expresa que todos los raigrases presentan altos requerimientos de nitrógeno (N), elemento que normalmente representa el factor limitante para su desarrollo; además los raigrases son muy exigentes en humedad, en casi todas las zonas de clima frío es necesario aplicar riego, por lo menos durante algunos periodos, aún en zonas de alta precipitación, debido a la distribución desuniforme de la misma. A pesar de sus altos requerimientos de humedad, los raigrases no soportan el nivel freático demasiado alto, el encharcamiento prolongado y el exceso de humedad en el suelo.

Guerrero<sup>26</sup> señala que el raigrás perenne, como su nombre lo indica es una especie que en condiciones óptimas puede durar más de dos años, se desarrolla

<sup>22</sup> *Ibíd.*, p.73

<sup>23</sup> Barrera B. Luis. L. La fertilidad de los suelos de clima frío y la fertilización de los cultivos. Fertilidad de los suelos, diagnóstico y control. Publicación de la sociedad Colombiana de la ciencia del suelo, Santa fe de Bogotá. 1994, p.187

<sup>24</sup> GUERRERO, Op.cit., p.420

<sup>25</sup> BERNAL E. Op.cit. p.530

<sup>26</sup> GUERRERO. Op.cit., p.420

en macollas de 30 a 60 cm. es de color verde brillante, hojas angostas y produce menos forraje que el raigrás italiano, bajo las condiciones de Colombia produce muy poca semilla y, ésta es de muy baja fertilidad.

**4.2.3. Variedades.** Bernal<sup>27</sup> expone que los raigrases han sido sometidos a una serie de prácticas de mejoramiento, la principal de las cuales ha sido la obtención de raigrases tetraploides, proceso que consiste en duplicar el número normal de cromosomas de la especie mediante un tratamiento especial. Los raigrases tetraploides (4n) producen más forraje que los que contienen el número normal de cromosomas, que se llaman diploides (2n), pero presentan algunos problemas de manejo, pues son bajos en fibra y energía y exigentes en agua y nutrientes; continuamente se están produciendo a nivel privado nuevos tetraploides perennes que se comercializan con diferentes nombres como tetralite, foster, bastion, bóxer y BESTFOR, este último utilizado para esta investigación.

**4.2.4. Siembra y establecimiento.** En el manejo de los raigrases existen dos grandes tendencias, manejarlos como cultivo puro o manejarlos mezclados con otras especies nativas o introducidas, como festuca, orchoro, falsa poa, oloroso, etc. De acuerdo con el manejo seleccionado, se procede a la siembra y establecimiento, Guerrero<sup>28</sup>.

El mismo autor menciona que, una vez preparado el terreno, se aplican e incorporan las enmiendas y el fertilizante de establecimiento y se procede a la siembra. En el caso de praderas puras, se recomiendan 100 libras americanas por hectárea y en el caso de praderas mixtas, dependiendo de la proporción de raigrás que desee tener en la mezcla, entre 30 y 40 libras<sup>29</sup>.

**4.2.5. Fertilización de raigrases.** Bernal<sup>30</sup> indica que para la siembra de raigrases, la enmienda más común en clima frío es la aplicación de cal para corregir el pH.

El mismo autor señala que:

En muchas explotaciones se depende de la materia orgánica como única fuente de nutrientes para los pastos. Se debe tener en cuenta que para fertilizar una hectárea de pasto se debe contar con una gran cantidad de material orgánico y en muchas ocasiones debe ser complementada con nitrógeno. También es una práctica común la aplicación de fertilizantes foliares, especialmente en época de sequía o durante inviernos muy fuertes<sup>31</sup>.

---

<sup>27</sup>BERNAL, Op.cit., p.532

<sup>28</sup> GUERRERO. Op.cit., p.432

<sup>29</sup> Ibid., p.311

<sup>30</sup> BERNAL, Op.cit., p.532

<sup>31</sup> Ibid., p.311

Así mismo afirma que, cuando se hacen aplicaciones de fertilizante completo aumenta ligeramente el contenido de proteína, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio pero el contenido de magnesio desciende dramáticamente en los tetraploides<sup>32</sup>.

Guerrero<sup>33</sup> señala que:

Los raigrases perennes extraen del suelo aproximadamente 240 Kg de nitrógeno/ha/año.

**4.2.6. Manejo y utilización.** Guerrero<sup>34</sup> señala que el hábito de crecimiento del pasto y su alta producción permiten una amplia variedad de tipos de manejo. Se puede utilizar para corte, pastoreo, henificación, deshidratación, peletización o ensilaje.

**4.2.7. Calidad y producción.** Guerrero<sup>35</sup> asegura que: la calidad de los raigrases se puede considerar alta y suficiente para satisfacer en gran proporción los requerimientos nutritivos de animales en crecimiento y producción.

Burbano y Caycedo<sup>36</sup> reportan producciones de aubade (*Lolium sp*), de 6 ton/Ha, con fertilización química, complementada con estiércol porcino y la misma producción para fertilización química, complementa con estiércol de cuy, para el tercer corte

También comenta que la proteína cruda disminuye al aumentar la edad del pasto, pero cuando se consume tierno, hasta 40 días entre cortes o pastoreos, el contenido de proteína cruda es suficiente para suplir las necesidades de producción de las especies alimentadas con forrajes<sup>37</sup>.

En cuanto la digestibilidad, señala que la digestibilidad “*in Vitro*” de la materia seca rebaja ligeramente con la edad, especialmente en tetraploides anuales. La fibra detergente neutro permanece más o menos constante en tetraploides perennes, pero la fibra detergente ácida aumenta ligeramente en ambas especies, los contenidos de energía digestible y energía metabolizable son altos pero tienden a disminuir con la edad, al aumentar la lignina y disminuir la digestibilidad<sup>38</sup>.

Además, reportan disminuciones de hasta el 7% en el contenido de materia seca del forraje cuando se fertiliza con nitrógeno, debido a un incremento en el contenido de agua en la planta, y que los forrajes con alto nivel de fertilización

---

<sup>32</sup>Ibid.,p.311

<sup>33</sup>GUERRERO, Op.cit., p.432

<sup>34</sup>Ibid.p.432

<sup>35</sup>Ibid.p.432

<sup>36</sup>BURBANO, Hernán y CAYCEDO, Alberto. Respuesta del pasto aubade (*Lolium sp*) a la fertilización química y orgánica en el suelo en el altiplano de Pasto, Nariño 2002. Universidad de Nariño. Coordinación general de investigaciones, p.28

<sup>37</sup>Ibid.p.433

<sup>38</sup>Ibid.p.312

tuvieron mayor digestibilidad y el contenido de hemicelulosa se redujo en un 20 %<sup>39</sup>.

**4.2.8. Características del pasto Bestfor (*Lolium hybridum*).** El pasto evaluado en esta investigación es el Bestfor (*Lolium hybridum*), un raigrás perenne híbrido importado y cultivado en Colombia hace un poco más de 5 años; las características de este pasto se pueden ver en la Tabla 4.

Cuesta señala que:

El pasto Bestfor, cultivado sin fertilización de establecimiento en terreno utilizado con anterioridad para el cultivo de papa y con fertilización de sostenimiento de 50 Kg de Urea, produce alrededor de 4 ton de forraje en MS /Ha /corte con un porcentaje de proteína del 12.2 % y un contenido de FDN del 50%<sup>40</sup>.

**Tabla 4. Características agronómicas y nutricionales pasto bestfor**

<b>Características</b>	
Habito de crecimiento	Tipo perenne
Germinación	5 – 7 días
Densidad de siembra	100 lb./Ha
Rango de Ph	5-8
Precipitación	90 mm./mes
*Producción de materia seca (ton/Ha)	4 ton corte
*Proteína bruta (%)	12.2%
*Proteína cruda	479Kg/ha/corte
*FDN (%)	50.3 %

Cuesta 2006.

### **4.3. FERTILIZACIÓN.**

Bernal define la fertilidad del suelo como:

La cualidad que éste posee para suministrar los nutrientes apropiados, en cantidades adecuadas y balanceadas para el crecimiento normal de las plantas, cuando otros factores como la luz, temperatura, humedad y condiciones físicas son favorables<sup>41</sup>.

El mismo autor afirma que la fertilidad del suelo, puede dividirse en:

**4.3.1 Fertilidad actual:** la cual se define como el nivel inmediato de un nutriente disponible en el perfil agrícola<sup>42</sup>.

<sup>39</sup> Ibid.p.312

<sup>40</sup> CUESTA M. Corpoica Memorias día de campo Nuevas especies forrajeras para mejorar la competitividad de los sistemas de producción de leche del altiplano de Nariño. Pasto 2006 p.12,15

<sup>41</sup> BERNAL, Jorge. Pastos y forrajes tropicales,3ª Ed. Bogotá, Colombia: 1994 p.12

<sup>42</sup> Ibid., p13

**4.3.2 Fertilidad potencial:** la cual se refiere al nivel de materia orgánica y de allí al nivel de nitrógeno total, es decir, al nutriente en su forma global no disponible inmediatamente para las plantas<sup>43</sup>.

Medina citado por Acosta y Moncayo, reporta que:

En un programa de manejo de pastos, indudablemente, la práctica de la fertilización produce resultados satisfactorios en corto tiempo, ya que aumenta la fertilidad del suelo y, por ende, la cantidad y calidad de forraje, y con ella la capacidad de sostenimiento de mayor número de animales<sup>44</sup>.

Por su parte, Bernal sostiene que:

Las especies forrajeras, particularmente las gramíneas, responden muy bien a la fertilización, esta respuesta positiva se debe al nitrógeno; sin embargo, la mayor cantidad de forraje producido lleva necesariamente a una mayor extracción o demanda de otros nutrimentos particularmente P, K, S, Mg y Ca. En consecuencia, si el suelo no dispone de suficiente cantidad de estos elementos y no son añadidos en la fertilización, se perderá en una parte el efecto del nitrógeno aplicado y además disminuirá el valor nutritivo del forraje<sup>45</sup>.

Burbano Orejuela sostiene que:

“La conversión del C, N, P y S a formas minerales se denomina mineralización. El ciclo de mineralización opera continuamente en forma más o menos intensa, dependiendo según el suministro de sustratos de fácil descomposición”<sup>46</sup>.

El mismo autor sostiene que “la mineralización es un parámetro de liberación cuantitativo con dimensiones específicas, que es regulado por la disponibilidad de sustrato para la biomasa microbial”<sup>47</sup>.

Gómez asegura:

El nitrógeno es uno de los elementos principales para la reproducción celular, formación de hojas y tallos, desarrollo radicular, síntesis de hormonas, proteínas, azúcares y carbohidratos, pero uno de los factores con gran incidencia en la disponibilidad y manejo de este elemento es la desnitrificación, la forma más común es la

---

<sup>43</sup> Ibid., p.13

<sup>44</sup> ACOSTA y MONCAYO, Evaluación del pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum* Hoehst) bajo dos métodos de labranza y fertilización orgánica y/o minerales zona de ladera. Pasto Colombia 2002, 180p. Trabajo de grado (zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. p.15

<sup>45</sup> BERNAL, Op.cit. p.67

<sup>46</sup> BURBANO, Orejuela Hernán, Fertilidad de los suelos diagnóstico y control; La materia orgánica del suelo en el contexto de una agricultura sostenible. Publicación de la sociedad Colombiana de la ciencia del suelo, Santa fe de Bogotá. 1994, p.187

<sup>47</sup> Ibid.p.194-196

transformación de  $\text{NO}_3$  en óxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) los cuales son formas gaseosas que se pierden en la atmósfera<sup>48</sup>.

El mismo autor señala que la inmovilización es otro proceso que afecta la utilización de los nutrientes; este fenómeno se produce por la actividad de microorganismos del suelo que utilizan los elementos aportados por los fertilizantes como nutrientes para su desarrollo, compitiendo con las plantas por su absorción, los nutrientes más afectados son el N, P y S<sup>49</sup>.

**4.3.1 Fertilización Química.** Guerrero afirma que: En un programa de manejo de pastos, la práctica de la fertilización es la que produce los mejores resultados en el tiempo más corto, en cuanto a otros sistemas, diferentes a la fertilidad del suelo, la fertilización adecuada de los pastos se aumenta su cantidad y calidad<sup>50</sup>.

En cuanto al nitrógeno, afirma que en el trópico, en general, ésta es considerado como el elemento que más restringe el crecimiento de los pastos. Para obtener los mejores resultados de un programa de fertilización de pastos, se deben tener en cuenta los factores relacionados con el suelo, el clima y la planta<sup>51</sup>.

También afirma que es adecuado aplicar al voleo fertilizante nitrogenado al momento de la siembra, además recomienda aplicar el fertilizante después de la aplicación del riego para evitar pérdidas por lixiviación<sup>52</sup>.

Bernal afirma que:

“Los raigrases son exigentes en fertilización, especialmente en nitrógeno, fósforo, calcio, azufre, magnesio, cobre, zinc y boro”<sup>53</sup>.

Además, en el momento de la siembra se debe hacer la fertilización de establecimiento que deberá incluir todos los elementos que, según el análisis químico del suelo, se encuentren en cantidades inferiores a las requeridas por el pasto<sup>54</sup>.

**4.3.2. Fertilización orgánica.** Bonghkam afirma que “La agricultura orgánica plantea la posibilidad de garantizar una estabilidad presente y futura a la población rural y urbana, ofreciendo productos de buena calidad y en cantidad suficiente, recuperando y conservando la biodiversidad”<sup>55</sup>.

---

<sup>48</sup> GOMEZ Ivan. Microfertiliza; Manual técnico de fertilización de cultivos. Ed, Producciones Bogotá 2006. p. 17

<sup>49</sup> Ibid.p.311

<sup>50</sup> GUERRERO, Op.cit., p.432

<sup>51</sup> Ibid.p.438

<sup>52</sup> Ibid.p.311

<sup>53</sup> BERNAL, Op. cit., p.67

<sup>54</sup> Ibid.p.311

<sup>55</sup> BONGHKAM, E. Guía para compostaje y manejo de suelos, , Ed Espinos 2003. Serie ciencia y tecnología. Bogotá Colombia p.15

Gómez<sup>56</sup> sostiene que:

Para eliminar los efectos tóxicos de los agro-químicos en el suelo e, igualmente para preservar o aumentar los coloides orgánicos, los microorganismos y los elementos nutricionales, es importante entrar al conocimiento de la preparación de éstos a partir de residuos orgánicos de fuentes diferentes.

Durán presenta la siguiente definición:

“El abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixtos; la fuente original, de lo que entendemos como materia orgánica del suelo”<sup>57</sup>.

CIAO dice:

“Serán los restos de plantas y animales, en diferentes estados de descomposición, así como la biomasa microbiana”<sup>58</sup>.

El mismo autor menciona que:

El abono orgánico tiene la capacidad de mejorar la fertilidad y estructura del suelo, la capacidad de retención de humedad, activar su capacidad biológica y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos<sup>59</sup>.

Ruiz<sup>60</sup> afirma que: la fertilización de kikuyo (*pennisetum clandestinum hoesh*) con porquinaza, incrementa y proporciona los mayores niveles de proteína.

También afirma que:

Los contenidos de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible, potasio de cambio y CIC, fueron, también las propiedades físicas, densidad aparente, densidad real, capacidad de campo y textura se mejoran mediante la utilización de diferentes tipos de compost<sup>61</sup>.

Gómez Zambrano afirma:

Los abonos orgánicos tienen un perfil bastante diferente al de los abonos químicos. Un primer aspecto, la lenta liberación de los nutrientes almacenados, los cuales, a excepción del K, pasan a la solución del suelo a medida que el proceso de descomposición del abono avanza con el tiempo. Tienen todo el conjunto de los elementos esenciales y en gran parte de los no esenciales, y por esto puede decirse que son completos<sup>62</sup>.

---

<sup>56</sup> GOMEZ, J. La materia orgánica en los agroecosistemas, Cali. Universidad Nacional Colombia. 2000, p17

<sup>57</sup> DURAN, F. Manual de cultivos orgánicos y Alelopatía. Bogotá: Grupo Latino Ltda., 2003. 737p

<sup>58</sup> CIAO. Manejemos ecológicamente nuestros suelos y cultivos. Risaralda, 1997. 38p

<sup>59</sup> Ibid.p.38

<sup>60</sup> RUIZ A. Respuesta del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum Hoesh*) a la aplicación de diferentes restauradores. Pasto Colombia 2007, 95p. Trabajo de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia. p.62

<sup>61</sup> Ibid.p.39

<sup>62</sup> GOMEZ. Zambrano J. Abonos orgánicos , ed. FERIVA Santiago de Cali. 200, p107

Meléndez<sup>63</sup> Afirma:

Que la materia orgánica además de estar constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos linfáticos, proteínas etc. También esta formada por las llamadas sustancias húmicas, que son una serie de compuestos de alto peso molecular. Estas sustancias han sido divididas en grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones acidas y básicas concentradas: Ácidos húmicos y fúlvicos. Los ácidos húmicos, presentan contenidos más altos de nitrógeno, tiene el punto de equivalencia cerca de un pH de 8,0-9,0 los ácidos fúlvicos se distinguen de los húmicos por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono, una CIC de hasta 700 meq/100g de sustancia, y por su buena solubilidad en alcohol, álcalis y ácidos minerales.

#### **4.4. COMPOST.**

Durán afirma que: Se puede lograr la producción de abono orgánico mediante un proceso de compostación de materiales orgánicos de origen vegetal, animal y la adición de algunos minerales puros; a este tipo de abono se le llama compost<sup>64</sup>.

CIAO dice que:

El compost constituye la base de la Granja Integral Autosuficiente, pues va a ser el vehículo para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos, ya que al descomponerse la materia orgánica se convierte en humus<sup>65</sup>.

También asegura que el contenido de nutrientes es variable y dependen del régimen de alimentación basada en subproductos de maíz, arroz, trigo, harina de pescado, torta de soya, melaza, vitaminas A, D, E, K y algunos minerales como magnesio y potasio<sup>66</sup>.

**4.4.1. Caracterización del proceso.** Bonghkam<sup>67</sup> sostiene que: los abonos fermentados se obtienen por descomposición de residuos orgánicos con desprendimiento de calor en presencia de oxígeno; la realizan poblaciones de microorganismos que existen en los materiales utilizados, los cuales sintetizan un material parcialmente estable bajo condiciones controladas. Y tiene las siguientes ventajas:

- Se obtiene en corto tiempo un producto final fértil de gran utilidad y bajo costo.
- No se producen gases tóxicos ni malos olores. Por lo cual son fácil de manejar, almacenar y trasportar.

---

<sup>63</sup> Gloria ABONOS ORGANICOS Principios aplicaciones e impactos en la agricultura. San Jose de Costa Rica 2003 p. 6

<sup>64</sup> DURAN. Op.cit., p.432

<sup>65</sup> CIAO. Op.cit., p.432

<sup>66</sup> Ibid.p.432

<sup>67</sup> BONGHKAM, Op. cit., p.432

- El proceso desactiva agentes patógenos perjudiciales a los cultivos.
- Son una fuente constante de materia orgánica Mejoran gradualmente la fertilidad de los suelos asociada a los microorganismos. Estimulando el ciclo vegetativo de cultivos hortícolas, haciéndolo mas corto Mayor rendimiento de número de plantas por hectárea.
- Los abonos son más completos, incorporan macro y micronutrientes, respetando la fauna y la flora.
- Mejoran la textura y la permeabilidad.

Afirma CIAO que:

En clima frío el proceso dura, desde la iniciación del compostaje hasta la madurez, un mínimo de 90 días, al cabo de este tiempo se voltea el montón y la mezcla debe ser el de una sustancia esponjosa, liviana, de color oscuro, olor fresco, donde no hay presencia de estiércol ni de materia orgánica llamado abono orgánico, el cual está maduro y listo para aplicarlo como fertilizante<sup>68</sup>.

INFOAGRO informa que el compost tiene 4 fases bien definidas<sup>69</sup>.

#### **4.4.1.1 Fase mesófila.**

- La temperatura de la pila de compostaje sube rápidamente hasta los 40° C.
- Los microorganismos mesófilos se alimentan de proteínas y azúcares.
- Predominan las bacterias.
- El pH baja un poco debido a la producción de ácidos orgánicos, alrededor de 5.0 a 5.5.

#### **4.4.1.2 Fase termófila.**

- Esta etapa se caracteriza por la presencia de altas temperaturas, por encima de los 40° C.
- Los microorganismos termotolerantes continúan la transformación del material orgánico. Predominan los hongos termófilos y Actinomycetos. Por encima de los 65° C, las bacterias que forman esporas preponderan y los hongos mueren.
- En esta fase, la celulosa y la hemicelulosa son transformadas.

---

<sup>68</sup> CIAO. Op. cit., p.432

<sup>69</sup> INFOAGRO, El compostaje [ en línea]. INFOAGRO [ESPAÑA] 2004 [citado 15 Marzo 2007]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.INFOAGRO.COM>>

- El pH de la pila sube a causa del consumo de los ácidos orgánicos por parte de los microorganismos, estando entre 8 y 9, mientras se da la producción de iones, como los de potasio, magnesio y calcio.

#### **4.4.1.3 Fase de mesófila.**

- En esta etapa se da un descenso paulatino de la temperatura a 40° C y los microorganismos mesófilos se reactivan.
- Las bacterias y los hongos transforman otra parte de la celulosa, como la lignina

#### **4.4.1.4 Fase de maduración.**

- En esta etapa, la temperatura de la pila disminuye continuamente hasta asemejarse a la del ambiente.
- Se produce la madurez o el enfriamiento del compost.
- Hay una disminución de las poblaciones de microorganismos.
- El pH del compost terminado puede oscilar entre 7 y 8.

Las fases o etapas de la compostación pueden verse en la figura 1.

**4.4.2 Relación carbono nitrógeno (C/N)** INFOAGRO<sup>70</sup> asegura que: la relación carbono / nitrógeno es un aspecto básico a considerar en la elaboración del compost. Por esta razón, es importante determinarla en cada uno de los materiales a compostar, fijando las cantidades a mezclar de cada uno, garantizando así una relación adecuada entre 25-35:1. El Carbono es utilizado por los microorganismos como fuente de energía, mientras que el Nitrógeno es utilizado por la planta como nutriente además en la síntesis de sustancias y para las funciones vitales de los microorganismos.

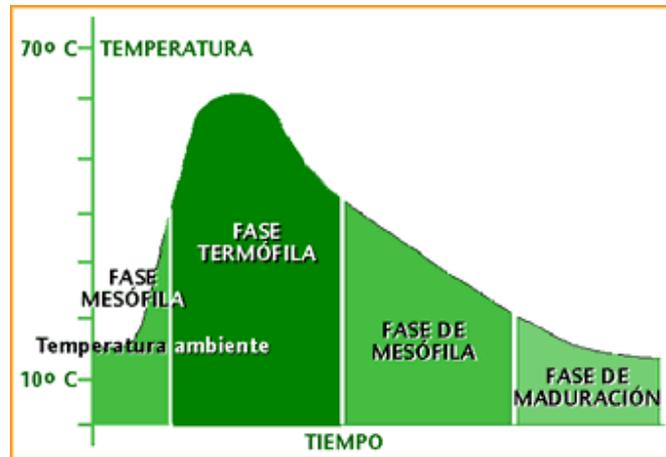
El mismo señala que cuando la relación de C/N es mayor de 40:1, los microorganismos demorarán mucho tiempo en degradar los residuos por carecer de nitrógeno, disminuyendo el rendimiento en el compostaje. Si la relación es muy baja, se producen pérdidas de nitrógeno en forma amoniacal, debido a elevaciones considerables de la temperatura<sup>71</sup>.

### **Figura 1. Etapas de la compostación**

---

<sup>70</sup> Ibid.p

<sup>71</sup> Ibid.p



INFOAGRO 2007

Muñoz afirma.

“La relación C/N va bajando durante el proceso, hasta llegar a valores cercanos a 10-15:1, y es cuando el material está listo para ser utilizado”<sup>72</sup>.

#### 4.4.3 Factores que afectan la compostación. INFOAGRO también señala.

- La temperatura puede superar con facilidad los 50 °C, entre las 14 y 20 horas después de terminada la preparación de los componentes, tiempo en que los microorganismos se reproducen en abundancia y transforman los carbohidratos en presencia de oxígeno.
- La humedad óptima para alcanzar la máxima eficiencia en la etapa de fermentación oscila entre el 50 y 60 % del peso total del preparado inicial. Por debajo de 40%, la fermentación es lenta; cuando la humedad supera el 60%, hay putrefacción, lo cual es indeseable.
- La aireación, el proceso de fermentación inicial y maduración posterior deben realizarse en presencia de oxígeno. El límite mínimo se calcula en 10 a 15 % de concentración en la masa total.
- La relación carbono/nitrógeno: la relación teórica e ideal para conformar un 55.8 y 6.2; el límite superior puede llegar a 7.5.
- El tamaño de las partículas de los insumos: al disminuir aumenta la superficie donde pueden operar los microorganismos en el proceso de descomposición;

<sup>72</sup> MUÑOZ, Rodrigo. Fertilidad de los suelos diagnósticos y control, los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. Publicación de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Santafé de Bogotá 1994, p.295, 296

sin embargo, el exceso de partículas pequeñas puede llevar fácilmente a la compactación de los materiales y favorecer la putrefacción<sup>73</sup>.

**4.4.4 Insumos utilizados.** Durán afirma que mientras más variados sean los materiales, mejor será la calidad el abono que se obtenga<sup>74</sup>.

El mismo autor sostiene que la fabricación del abono orgánico consiste en una mezcla aproximada de una parte de estiércol por 7 partes de material vegetal como residuos de pasto, malezas<sup>75</sup>.

Con respecto a los materiales para elaborar el compost, Durán<sup>76</sup> los menciona de esta manera:

- Materia orgánica de origen vegetal: malezas, residuos de cosechas, aserrín
- Materia orgánica de origen animal: estiércol de animales, mortalidades y algunas vísceras.
- Desechos biodegradables de los rellenos o centros de acopio de basuras.
- Desperdicios domésticos procedentes de la cocina
- Ceniza vegetal, cal, carbón.
- Tierra común y agua
- Melaza de caña, Levadura, fermento de maíz.

Bonghkam establece que:

Los estiércoles son los principales insumos para considerar en la preparación de abonos orgánicos como aportantes de macro y micro nutrientes, los cuales han sido biológicamente ajustados en los organismos de los animales para que sean tomados por las plantas. Los estiércoles son preparados bioquímicos en los cuales proliferan en forma natural los microorganismos transformadores de sustancias simples y complejas; estos mineralizan sustancias de estructuras complicadas en elementos simples, al igual que pueden sintetizar dentro de sus organismos productos complejos que a la muerte de estos organismos son transformados en sales para la nutrición de las plantas<sup>77</sup>.

---

<sup>73</sup>INFOAGRO, Op.cit

<sup>74</sup>DURAN, Op.cit., p.451

<sup>75</sup> Ibid.p.311

<sup>76</sup> Ibid.p.311

<sup>77</sup> BONGHKAM, Op. cit., p.432

En la Tabla 5 se puede observar la producción de estiércol diaria por animal

**Tabla 5. Producción de estiércol diario por especie animal**

<b>Animal</b>	<b>Cantidad (Kg. / Día)</b>
Vaca lechera	24
Novillo de engorde	30
Caballo	16
Cerdo	3
Gallina	0.1

Bonghkam, 2000

Bonghkam<sup>78</sup> afirma que las excretas producidas por los animales domésticos difieren en calidad y contenido de nutrientes, por tanto es pertinente mencionar para su evaluación las distintas clases que pueden ser utilizadas para lograr una mejor diferenciación

En la tabla 6 se puede observar la composición química de algunos estiércoles

**Tabla 6. Composición en porcentaje de las excretas de varios animales domésticos.**

<b>Tipo estiércol</b>	<b>Macronutrientes %</b>					<b>Micronutrientes %</b>			
	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>
Gallinaza	2.43	2.67	4.80	5.70	0.50	11	4.25	2.64	19
Bovinaza fresca	2.11	1.60	5.76	0.87	0.44	1.2	7.63	1.32	75
Porcinaza	2.32	4.72	3.90	3.25	8.77	8.8	6.43	4.22	62
Equinos	2.65	1.95	2.92	-----	----	----	-----	-----	65

Bonghkam, 2000

#### **4.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS EXCRETAS UTILIZADAS**

**4.5.1 Pollinaza.** Según INFOAGRO, Al esparcir 3 o más toneladas /ha de cama de pollo sobre potreros, en una sola aplicación, reduce el crecimiento del pasto, algunos productores manifiestan que al aplicar la cama de pollo en los potreros aumenta la proliferación de malezas, suponiendo equivocadamente que las semillas de las malezas vienen con la cama, pero este aumento resulta, sencillamente, por la mayor concentración de nutrientes que aumenta la tasa de crecimiento de todas las plantas y no solamente de las malezas que había en el potrero<sup>79</sup>.

<sup>78</sup>Ibid.p.311

<sup>79</sup> INFOAGRO, Op.cit.

También afirma que:

El nitrógeno contenido en la cama está ligado orgánicamente y por ello no está tan disponible como el nitrógeno contenido en los fertilizantes comerciales. La lenta liberación del nitrógeno de la cama de pollo puede ser tanto negativa como positiva. Negativa por que no aparece un rápido crecimiento de los brotes de forraje después de su aplicación, como ocurre en el fertilizante comercial. Positiva, porque la aplicación de la cama una sola vez por temporada de pastoreo funciona bien, por que la lenta liberación de nitrógeno promueve el crecimiento de forraje durante una larga temporada<sup>80</sup>.

**4.5.2 Bovinaza.** Según la Dirección General de Agricultura y Alimentación de España: el efecto de la adición de bovinaza sobre la estructura del suelo es mediano, la persistencia es de tres años, mineralizándose aproximadamente el 50 % el primer año, 35% el segundo año y 15 % el tercer año, el efecto nutritivo de momento tiene una importancia relativamente menor, pero se prolonga más años de su aplicación.

En general, se indica que este efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta el 30 % del N total presente. El efecto residual tiene importancia relevante después de varios años del cese de los aportes, en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembren<sup>81</sup>.

Según Mora e Imbrahim.

El estiércol del vacuno es un fertilizante muy bueno y barato, y la cantidad que se produce es significativa. Por ejemplo, una vaca excreta 5.5 Kg. de materia seca por día, lo que equivale a una producción anual de 14ton de estiércol fresco por unidad de animal (450 kg. de peso vivo), la mayor parte de este estiércol y de otros tipos de animales cae en las tierras de pastoreo: sin embargo, en los sistemas de producción estabulados, es posible recolectar grandes cantidades y esparcirlas en las tierras de cultivo<sup>82</sup>.

**4.5.3 Cuyinaza.** Echandia<sup>83</sup> afirma que: el estiércol de cuy es uno de los mejores bioabonos que existen pues, además de los carbohidratos que contiene, es, generalmente, el producto de la metabolización de la fibra que digiere el cuy. Las características físicas son importantes pues, por lo general, el cuy no consume agua y la consistencia del material excretado es seca y evita la proliferación de moscas que prefieren otros tipos de estiércol.

---

<sup>80</sup> Ibid.p.

<sup>81</sup> DIRECCION GENERAL DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION. Por la que se publica las buenas practicas agrarias. [en línea] Dirección general de Agricultura y alimentación. [Madrid España] 1999 [citado 16 Marzo 2008] Disponible en Internet <URL <http://www8.madrid.org/gema/revista/leyes/ferbmac99/boc041.htm>>

<sup>82</sup> MORA, Jairo e IMBRAHIM, Muhammad. Diversificación de fincas pecuarias [en línea] [Bogotá, Colombia] 2005 [citado 22 de Marzo de 2008] disponible en internet <URL: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia4/sintesis/htm>>

<sup>83</sup> ECHANDIA, José. Grupo cuyes [en línea] ZOE. [Argentina] Diciembre 2003 [citado 15 abril, 2008] Disponible en Internet <URL : <http://www.ar.groups.yahoo.com/group/cuyeszoe>>

## 4.6 FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

### 4.6.1. Factores ecológicos. Peña, citado por Castro, sostiene que:

El crecimiento de las plantas es mucho mayor bajo un régimen apropiado de fluctuaciones térmicas que bajo una temperatura constante, factor al cual se le ha denominado termoperiodicidad. Se ha demostrado que la temperatura afecta los procesos de fotosíntesis, respiración, transpiración, absorción de agua y nutrientes, como también la actividad enzimática, entre otras<sup>84</sup>.

Burbano y Sánchez afirman que:

En el suelo, las diferentes reacciones bioquímicas y la actividad microbial necesitan un rango de temperatura óptima para su normal desempeño. La temperatura puede afectar las tasas de mineralización del nitrógeno, ya que en la transformación de compuestos orgánicos del nitrógeno a nitrógeno amoniacal, es catalizada por enzimas sensibles a los cambios bruscos de temperatura. Lo propio sucede con los microorganismos nitrificadores<sup>85</sup>.

Cobo<sup>86</sup> afirma que: los forrajes se clasifican, fisiológicamente de acuerdo con el mecanismo de fijación de CO<sub>2</sub> como: plantas C3 y C4, las cuales tiene una temperatura optima para su eficiencia de 20°C para C3 y de 35°C para las C4.

Peña, citado por Castro, afirma que:

La intensidad de la luz afecta directamente el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo, la respuesta de las plantas a la luz no es lineal: es decir, al aumentar la intensidad de la luz la fotosíntesis no aumenta proporcionalmente por la saturación de los cloroplastos en las primeras capas de las células<sup>87</sup>.

El mismo autor asegura que:

La precipitación y humedad del suelo es, sin duda, uno de los elementos de mayor influencia en la producción de los pastos, por efecto del agua sobre los procesos fisiológicos internos de la planta. La expansión celular depende de un mínimo de turgencia en la célula y el

---

<sup>84</sup> CASTRO, Daniel. Influencia del grado de disturbacion del suelo y efecto fisiológico de un herbicida de contacto en una pradera de kikúyo (*Pennisetum clandestinum Hoehst*). Pasto, Colombia 1990,107p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas Programa Agronomía. p.56

<sup>85</sup> BURBANO V. y SÁNCHEZ, Respuesta del pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum Hoehst*) a fuentes de nitrógeno y un abono compuesto en el Altiplano de Pasto, Colombia 1986, 61p. Trabajo de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

<sup>86</sup> COBO L, José, El suelo y el agua en la producción de pastos. Cali, Colombia. 2003 .p73.

<sup>87</sup> CASTRO, Op.cit., p.432

alargamiento y desarrollo de tallos y hojas se detiene rápidamente ante un déficit de agua<sup>88</sup>.

#### **4.6.2 Factores edáficos**

##### **4.6.2.1 Propiedades físicas del suelo.**

Castro afirma que:

Las propiedades físicas fundamentales como porosidad, capacidad de retención de agua, distribución y tamaño de partículas y estructura, pueden dar una visión global de la potencialidad productiva de un suelo; el estado físico del suelo determina, entre otras cosas, la capacidad de las raíces para profundizar en el perfil del suelo en busca de nutrimentos y agua, el impedimento mecánico que presentan los suelos compactados restringe el desarrollo radicular, y por ende, el desarrollo del cultivo<sup>89</sup>.

##### **4.6.2.2 Propiedades químicas del suelo.** Bernal asegura que:

La naturaleza química del suelo controla el suplemento y disponibilidad de los nutrimentos para el crecimiento de las plantas, siendo las principales el contenido de materia orgánica, reacción del suelo o pH y capacidad de intercambio catiónico<sup>90</sup>.

Respecto al contenido de materia orgánica, el mismo autor menciona que ésta puede constituirse en una fuente importante de nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre. La materia orgánica en avanzado estado de descomposición puede formar compuestos coloidales con alta capacidad de intercambio catiónico, cercano a los 200 meq/100g; los valores bajos de pH pueden ser causa de una baja tasa de descomposición, lo cual es evidente especialmente en suelos de clima frío<sup>91</sup>.

##### **4.6.2.3 Propiedades microbiológicas.** Burbano define al suelo como:

Un complejo vivo el cual no solamente sirve como medio de apoyo mecánico o substrato del que se aseguran y nutren las raíces de las plantas, sino que su biodiversidad compone un complejo sistema de interrelación de microorganismos que con sus acciones permiten y crean las condiciones y factores necesarios para que se desarrollen tanto las plantas como la microflora, microfauna, macroflora y macrofauna, que son de gran importancia como agentes benéficos del suelo<sup>92</sup>.

El mismo autor asegura que:

---

<sup>88</sup> Ibid.p.58

<sup>89</sup> Ibid.p.58

<sup>90</sup> BERNAL, Op.cit., p.67

<sup>91</sup> Ibid.p.59

<sup>92</sup> BURBANO, H. El suelo: una visión sobre sus componentes biorgánicos: Ed: Universidad de Nariño. Pasto. 1989, p405.

Adicionalmente, la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas dependen en gran parte de los microorganismos que lo habitan, los cuales pueden mostrar cierto grado de especialización con relación a las actividades que ejecutan, así por ejemplo, hay algunos que intervienen en la degradación de los residuos orgánicos; otros en las transformaciones de elementos o sustancias a formas aprovechables o no por la planta, causar enfermedades, producir antibióticos, intervenir en la agregación de partículas, etc<sup>93</sup>.

Igualmente, Burbano<sup>94</sup> “clasifica a los microorganismos del suelo en los siguientes grupos: microorganismos autóctonos, microorganismos zimógenos, microorganismos transitorios”

El mismo autor menciona que:

El número y especie predominante de microorganismos varía con el tipo y condiciones del suelo, además de las complicadas relaciones entre especies como simbiosis, comensalismo, antagonismo, etc. Las asociaciones de microorganismos del suelo normalmente se encuentran como micro colonias sobre las partículas del suelo, mientras que muy pocos se encuentran en la solución de éste<sup>95</sup>.

**4.7 Digestibilidad.** La digestibilidad es la desaparición del alimento en el aparato digestivo, sin embargo, una definición más amplia incluye la absorción al mismo tiempo que la digestión. La información sobre la digestibilidad se utiliza en forma muy extensa en la nutrición de los animales para evaluar los alimentos o estudiar la utilización de los nutrimentos, la digestibilidad es muy variable, ya que un mismo alimento proporcionado a un mismo animal no siempre se digiere en la misma cantidad. Varios factores pueden alterar el grado de digestión, dentro de los cuales se encuentran el nivel de consumo del alimento, los trastornos digestivos, frecuencia de la alimentación, deficiencia de nutrimentos, procesamiento de los alimentos y otros efectos relacionados con los nutrientes (efectos no aditivos de la combinación de diferentes alimentos). El determinar los coeficientes de digestibilidad de los diferentes insumos alimenticios, sean forrajes o componentes de raciones, permite estudiar mejor la nutrición del cuy como productor de carne<sup>96</sup>.

**4.7.1 Actividad cecotrófica.** La cecotrofia es un proceso digestivo poco estudiado; se han realizado estudios a fin de caracterizarla. Esta actividad explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en prueba de raciones. Al evaluar

---

<sup>93</sup> Ibid., p.405

<sup>94</sup> Ibid., p.405

<sup>95</sup> Ibid., p.406

<sup>96</sup> INIA, Op.cit., p.432

balanceados con niveles proteicas entre 13 y 25 por ciento, que no muestran diferencias significativas en cuanto a crecimiento, una explicación de tales resultados podría tener su base en la actividad cecotrófica. La ingestión de las heces blandas permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado<sup>97</sup>.

Para evaluar la actividad cecotrófica, medida a través de pruebas de digestibilidad, se ha utilizado chala de maíz (*Zea mays*), donde la digestibilidad de MS - permitiendo la actividad cecotrófica-, fue superior en 18 por ciento al compararla con la digestibilidad obtenida, evitándola. Este efecto es menor cuando se evalúa un forraje de buena calidad, como la alfalfa, en donde la diferencia de digestibilidades, evitando la actividad cecotrófica, es menor (4,67 por ciento). Estas pruebas permiten estimar, por diferencia, la fracción de alimento que deja de ser aprovechada cuando se impide realizar la cecotrofia<sup>98</sup>.

La digestibilidad de algunos nutrientes se puede observar en la Tabla 5.

En cuyes, los sistemas de alimentación se adaptan de acuerdo a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos, dada por la restricción, sea del concentrado del forraje, hacen del cuy una especie versátil en su alimentación, pues puede comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función de un mayor uso de balanceados<sup>99</sup>.

**4.7.2 Alimentación con forrajes.** Zaldívar y Rojas afirman que: el cuy es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es, sobre todo, a base de forraje verde y, ante el suministro de diferentes tipos de alimento, muestra siempre su preferencia por el forraje. Las leguminosas, por su calidad nutritiva, se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo, por lo que es conveniente combinar especies gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera las primeras. Cuando a los cuyes se les suministra una leguminosa (alfalfa), su consumo de MS, en 63 días, es de 1,636 kg, valor menor al registrado con consumos de pasto elefante. Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos, siempre debe irse adaptando a los cuyes al cambio de forraje. Esta especie es muy susceptible a presentar trastornos digestivos, sobre todo las crías de menor edad<sup>100</sup>.

---

<sup>97</sup>Ibid.p.432

<sup>98</sup>Ibid.p.433

<sup>99</sup>Ibid.p.433

<sup>100</sup> ZALDIVAR, A.M. y ROJAS, S. Tratamientos dietéticos en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones Agropecuarias del Perú. Lima.1968, p36

Según Caycedo<sup>101</sup> en nuestra región, se señalan suministros de 500 g de forraje fresco, siendo los más comunes el ryegrass, tetraploides (*Lolium sp*), kikúyo (*Pennisetum clandestinum*), saboya (*Holcus lannatus*), brasilero, imperial (*Axonopus scoparius*), puntero, (*Hiparrhenia rufha*), elefante (*Pennisetum purpureum*), micay (*Axonopus micay H*) y guinea (*Panicum maximum Jacq*). Estos forrajes han sido utilizados en crecimiento y engorde de cuyes. La frecuencia en el suministro de forraje induce a un mayor consumo y, por ende, a una mayor ingesta de nutrientes

El mismo autor menciona que:

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego, en estos casos, la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales como suplemento al forraje<sup>102</sup>.

**4.7.3 Forraje restringido.** Otra alternativa que se viene evaluando con buenos resultados es la alimentación de cuyes en recría con suministro de forraje restringido. Un racionamiento técnicamente concebido exige su empleo de manera más eficiente que permita aumentar sus rendimientos. Se vienen evaluando con buenos resultados los suministros de forraje restringido equivalentes al 1.0, 1.5 y 2.0 por ciento de su peso con MS proveniente del forraje. Esta alternativa es viable si el productor de cuyes está dispuesto a invertir en alimento balanceado<sup>103</sup>.

Algunas de las materias primas más utilizadas en la alimentación de cuyes puede observarse en la Tabla 7.

**Tabla 7. Digestibilidad de algunas materias primas utilizadas en la alimentación de cuyes**

Forrajes	MS	Proteína	Grasa	Fibra	NDT
Maíz forrajero*	57.84	58.58	48.67	50.48	53.88
Nacedero*	78.68	75.37	43.52	83.09	66.44
Morera **	83.26	90.44	25.54	82.36	78.71
Chilca*2	70.08	68.60	53,18	51.36	65.75
Guarango**	71.78	80.85	58.42	55.59	70,49
Colla negra**	74.4	76.65	53.57	92.48	72.72
Kikuyo***	79,16	88,62	68,71	46,91	75.50
Trébol****	68,22	70,82	9,13	10,50	
Alfalfa Verde****	60,59	64,96	40,92	32,27	

<sup>101</sup> CAYCEDO. Op.cit., p.70

<sup>102</sup> Ibid.p.67

<sup>103</sup> Ibid.p.67

Rye grass + trébol blanco****	72,06	75,54	58,09	50,83
-------------------------------	-------	-------	-------	-------

\*Flores y Salazar, 1995

\*\* Ayte y Narváez, 1999

\*\*\*Belalcazar y Narváez, 2008

\*\*\*\* INIA, 1993

**4.7.4 Alimentación a base de concentrado.** El utilizar un concentrado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones, los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 a 60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9 por ciento y el máximo 18 por ciento. Bajo este sistema de alimentación, debe proporcionarse diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe, en lo posible, paletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo. El consumo de MS en cuyes alimentados con una ración paletizada es de 1,448 kg, mientras que cuando se suministra en polvo se incrementa a 1,606 kg; este mayor gasto repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia<sup>104</sup>.

**4.7.5 Factores que afectan la digestibilidad.** Uno de los factores que afecta la digestibilidad de los vegetales es la presencia de lignina en su estructura, ésta hace parte de la pared celular, la cual desempeña funciones de protección y soporte, por cuanto la membrana plasmática que recubre la célula ofrece mínima protección para el contenido celular<sup>105</sup>.

Church, citado por Moncayo, afirma que:

Existen diversos compuestos que influyen sobre el lugar, velocidad y cuantía de la digestión de los carbohidratos y otros nutrientes, así como la utilización de los mismos por el animal. La lignina es el componente químico de la fibra que se asocia con mayor fuerza en la indigestibilidad de los nutrientes y se ha demostrado su utilidad para predecir la cuantía de la digestión de la fibra, la lignificación de la materia vegetal ha sido asociada también con un bajo rendimiento de los animales. El mayor contenido de lignina está asociado con los estados avanzados de maduración de los forrajes, lo cual constituye la base para suponer que la lignificación es uno de los principales factores responsables del escaso valor nutritivo de los forrajes maduros<sup>106</sup>.

El INIA, por su parte, argumenta que:

La digestibilidad de un pasto disminuye a medida que avanza su estado de madurez, sin embargo, el descenso en el porcentaje de digestibilidad con respecto al tiempo, no tiene un carácter lineal, pues disminuye lentamente con el desarrollo de la planta hasta que las espigas

<sup>104</sup> Ibid.p.92

<sup>105</sup> Ibid.p.92

<sup>106</sup> MONCAYO, Op. cit., p.84

emergen en aquellos pastos que florecen; posterior a este estado, el descenso es más acelerado y la deposición de carbohidratos estructurales es mucho más marcada<sup>107</sup>.

**4.7.5.1 Ceras:** El mismo autor define que: son asociadas con la superficie externa y son usualmente también indigestibles, por lo tanto, necesitan ser penetradas; en una amplia extensión están relacionadas con la cutícula.

Las plantas han desarrollado rasgos estructurales para permitirse sobrevivir y reproducirse en su ambiente, el cual incluye bacterias y hongos que pueden utilizar las plantas para su propio crecimiento. Sin embargo, la extensión y la velocidad a la cual actúan éstos pueden ser bajas, debido a las barreras defensivas que son parte de la pared celular de la planta; estas barreras se pueden dividir en químicas y físicas. Dentro de las físicas están<sup>108</sup>:

**4.7.5.2 Cutícula:** Es indigestible y forma una barrera a la penetración de enzimas, sin embargo, es destruida durante la digestión, ayudada por la masticación, rompiendo el tejido en láminas y exponiendo el interior de los tejidos.

**4.7.5.3 Vellosidades:** Los pequeños pelos de la superficie de la planta a veces contienen depósitos de silicato insoluble que ofrecen una barrera adicional a la digestión enzimática.

**4.7.5.4 Humedad de la planta:** La pared celular tiene un contenido de humedad bajo, particularmente en estados avanzados de crecimiento y éste, probablemente, reduce la propagación y reactivación de las enzimas digestivas.

**4.7.5.5 Lignina:** Indudablemente, el factor principal al determinar la digestibilidad de la pared celular de la planta es la cantidad de lignina y su distribución y asociación con otros componentes de la pared celular. La correlación negativa entre el contenido de lignina y la digestibilidad es razonablemente fuerte, pero hay diferencias entre las clases de plantas, entre especies y entre variedades.

**4.7.5.6 Cristalización de la celulosa:** Algunas celulosas se presentan estrechamente empaçadas, bien ordenadas, de tal forma que oponen resistencia a la penetración enzimática; por lo tanto, la proporción de la celulosa ordenada en esta forma afecta la amplitud de la digestión.

**4.7.5.7 Complejo de minerales:** Principalmente silicio y silicato, de los cuales se tiene mucho conocimiento por resistir y reducir la digestión, por estar vinculados a

---

<sup>107</sup> INIA, Op. cit., p.75

<sup>108</sup> Ibid., p.75

la lignina; la proporción en que otros minerales pueden estar implicados es incierta.

Dentro de los factores químicos se encuentran los ácidos fenólicos, que están en asociación con la lignina y son fuertes inhibidores de las enzimas; grupos acetilicos y otros químicos que algunas plantas contienen en cantidades relativamente altas, los cuales interfieren con la actividad microbiana o potencial<sup>109</sup>.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

### 5.1 PRUEBA AGRONÓMICA.

**5.1.1 Localización.** La valoración agronómica se llevó a cabo en la Granja cuyícola El Granado, de propiedad del señor Hugo Jhony Alvear, localizada en la vereda Las Aradas a 2 Km. al norte del municipio de La Cruz Nariño, con una altitud de 2430msnm, una temperatura promedio de 14°C, una precipitación anual de 1050 mm y humedad relativa del 80%.

**5.1.2 Área Experimental.** La investigación se realizó en un lote experimental de 526.5 m<sup>2</sup> el cual se dividió en 24 parcelas de 18 m<sup>2</sup>, entre tratamientos se dejó una distancia de 1m y entre parcelas de 50 cm para evitar el efecto borde.

**5.1.3 Materiales e Insumos.** Las fuentes para los compostajes fueron: Pollinaza procedente de aves de engorde de la línea Ross alojadas en galpones con piso de cemento y cama de viruta, alimentadas con concentrado. Cuyinaza: obtenida de animales de distintas líneas alimentados con pasto Aubade (*Lolium hybridum*) y Alfalfa (*Medicago sativa*) y alojados en jaulas de dos pisos de cuatro compartimentos. Bovinaza: procedente de vacas tipo Holstein criollo alimentadas con pasto Kikúyo (*pennisetum clandestinum hoesh*) Estos estiércoles se compostaron simultáneamente por 90 días.

La preparación de los compostajes se realizó siguiendo la metodología de Bongkham<sup>110</sup>.

---

<sup>109</sup> Ibid.p.76

<sup>110</sup> BONGKAM, Op. cit., p.432

\*Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Pasto Colombia: 2005. Comunicación personal

El proceso de compostación se realizó en casetas tipo silo, de un metro cúbico, abierto en la parte superior para el llenado de los materiales y la extracción del compostaje.

Para determinar la cantidad de compost que se aplicó, se tuvo en cuenta el análisis de suelos, el contenido de nitrógeno de los compost, y se tomó como constante la aplicación de 400 Kg de nitrógeno como requerimiento para gramíneas perennes, además el 2% de mineralización de la materia orgánica por año, Anexo 1y 2.

T0: Testigo absoluto

T1: Pollinaza, 12870 Kg/Ha

T2: Cuyinaza, 17500 Kg/ha

T3: Bovinaza, 26550 Kg/Ha

**Tabla 8. Contenido mineral del compost de pollinaza, cuyinaza, bovinaza.**

	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Carbono (%)	relación C/N	Materia Seca
<b>Pollinaza</b>	<b>3.67</b>	<b>0.25</b>	<b>0.49</b>	<b>31.21</b>	<b>8.54</b>	<b>55.49</b>
<b>Cuyinaza</b>	<b>3.26</b>	<b>0.62</b>	<b>0.71</b>	<b>33.96</b>	<b>10.41</b>	<b>65.30</b>
<b>Bovinaza</b>	<b>3.01</b>	<b>0.27</b>	<b>2.11</b>	<b>24.69</b>	<b>8.20</b>	<b>80.10</b>

**Figura2. Composteras para las distintas fuentes de estiércol.**



**5.1.3.1 Variables a evaluar para la prueba agronómica.** Las variables agronómicas a evaluar son las siguientes:

▪ **Producción de biomasa seca.** La biomasa seca se determinó aforando 1m<sup>2</sup> a cada replica de los tratamientos y por medio del análisis proximal de Wende, según la metodología descrita por el CIAT<sup>111</sup>.

▪ **Altura de las plantas.** Para ello se tomó la altura de la planta desde la base hasta la puntad de la hoja principal sin estirar las hojas, según la metodología descrita por Bernal<sup>112</sup>.

▪ **Índice de área foliar.** Para este cálculo se tuvo en cuenta la metodología de Bernal<sup>113</sup>, y se calculó de la siguiente manera:

- relación hoja tallo que es el peso de la planta menos el peso del tallo.
- Se toma un centímetro del centro de las hojas intermedias, de esta muestra se calcula su área y su peso.
- La relación hoja tallo se multiplica por el área sobre el peso y nos da el área foliar
- El índice de área foliar es el área foliar en metros cuadrados sobre el número de plantas de un metro cuadrado del terreno.

▪ **Profundidad radicular.** Igualmente, esta medición se realizo, excavando en el suelo hasta encontrar las puntas de las raíces mas largas.

▪ **Periodo de recuperación.** Para esta variable se contabilizo, los días transcurridos entre cada corte el cual se determino teniendo en cuenta el estado “abanderado” del pasto.

▪ **Análisis Bromatológico.** Se realizó al segundo corte, después de tomar las muestras para las otras variables; se tomó una muestra por tratamiento y se trasladaron para su análisis bajo la metodología de la universidad de Nariño.

Mediante el análisis proximal de Wende se determinaron: materia seca, fibra cruda extracto etéreo y ceniza; por el método de Kedjal se determino proteína cruda; la energía bruta a través de la bomba calorimétrica, y por calorimetría el fósforo.

---

<sup>111</sup> Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982. MANUAL para la evaluación agronómica. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Editor técnico: José M. Toledo, Cali, Colombia. 107 p.

<sup>112</sup> BERNAL, Op.cit., p.85

<sup>113</sup> Ibid.p.76

**5.1.4. Diseño experimental.** Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, seis réplicas por tratamiento, cada una con un lote de 18m<sup>2</sup> como unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), las medias de los tratamientos se analizaron mediante una prueba “t”.

Para la respuesta agronómica del forraje, el modelo estadístico fue:

$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ij}$ , donde:

$Y_{ijk}$  = respuesta del forraje  
 $\mu$  = media de los tratamientos.  
 $T_j$  = Efecto de la fertilización.  
 $E_i$  = Error experimental,

**5.1.5 Tratamientos.** Los tratamientos evaluados para la prueba agronómica fueron:

T0 = sin fertilización  
T1 = Pollinaza  
T2 = Cuyinaza  
T3 = Bovinaza

#### **5.1.5.1 Planteamiento de hipótesis**

**A) Hipótesis nula:**  $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_T$ . La media de los tratamientos es igual: no hay efecto de la fertilización sobre la producción.

**B) Hipótesis alterna:**  $H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_T$ ; la media de los tratamientos no es igual. La fertilización afecta estadísticamente la producción.

## **5.2 Prueba de digestibilidad individual.**

**5.2.1 Localización.** La prueba de digestibilidad se llevó a cabo en la granja cuyícola El Granado, ubicada a 2 Km del municipio de la Cruz (N). Los análisis bromatológicos de las heces se realizaron en los laboratorios de la Universidad de Nariño, para determinar la digestibilidad del pasto obtenido de los dos mejores tratamientos.

**5.2.2 Equipos e Insumos.** Se utilizaron 8 jaulas de 30cm de ancho x 40 cm de largo y 60 cm alto para pruebas de digestibilidad las cuales se construyeron basadas en el modelo utilizadas por el Bioterio de la Universidad de Nariño.

También una balanza para el pesaje del pasto suministrado, el consumido y el rechazado, además de las heces para la prueba de digestibilidad.

**5.2.3 Tratamientos.** Se realizó una prueba de digestibilidad independiente. La prueba se realizó con los dos tratamientos que mejores resultados agronómicos demostraron. Los tratamientos son T1 Cuyinaza y T2 Bovinaza, dicha prueba no contempla un análisis estadístico.

#### **5.2.4 Variables.**

**5.2.4.1 Consumo de alimento.** Se determinó por diferencia entre alimento ofrecido y el rechazado, esta prueba se realizó para saber la aceptabilidad del pasto por el animal, además de calcular el consumo exacto de pasto.

**5.2.4.2 Coeficiente de digestibilidad.** Para determinar esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$CD = (Mo - Me) / Mo \times 100$$

CD: Coeficiente de digestibilidad.

Mo: Material ofrecido

Me: Material excretado.

**5.2.4.3 Principios digestibles.** Se calculó de la siguiente manera:

$$PD = CD \times AQ / 100$$

Donde:

PD = Principio digestible

CD = Coeficiente de digestibilidad

AQ = Análisis químico

**5.2.4.4 Nutrientes digestibles totales.** Se calculó mediante la sumatoria de los principios digestibles de proteína, fibra, ELN y EE, multiplicada por 2.25

**5.2.4.5 Razón nutritiva.** La razón nutritiva se calculó con la siguiente fórmula:

$$RN = \frac{NDT - PD \text{ Proteína}}{PD \text{ Proteína}}$$

### **5.3 Prueba de comportamiento animal**

**5.3.1 Localización.** La prueba de comportamiento se llevó a cabo en la granja cuyícola El Granado, municipio de La Cruz, departamento de Nariño

**5.3.2 Animales.** Se utilizaron 54 cuyes destetos mestizos con un promedio de peso de 190 g.

### **5.3.2 Instalaciones y Equipos.**

#### **5.3.2.1 Instalaciones.**

- **Galpón.** Se realizó en un galpón de 3.5m de ancho por 6m de largo, adecuado especialmente para esta prueba.

- **Jaulas.** Se utilizó 9 jaulas de 1 m<sup>2</sup>, divididas a la mitad, cada uno de estos espacios se utilizó como réplica.

**5.3.2.2 Equipos.** También una balanza para el pesaje del pasto suministrado, el consumido y el rechazado.

**5.3.3 Tratamientos.** Para esta prueba, se incluyó un tratamiento testigo pasto aubade, en igual proporción que el pasto evaluado, los tratamientos evaluados para la prueba de comportamiento animal fueron:

T0 = 70% aubade + 30% alfalfa

T2 = 70% bestfor fertilizado con cuyinaza + 30% alfalfa

T3 = 70% bestfor fertilizado con bovinaza + 30% alfalfa

**5.3.4 Variables a evaluar.** Las variables a evaluadas fueron las siguientes:

**5.3.4.1 Consumo de alimento.** Se determinó por diferencia entre alimento ofrecido y el rechazado en las réplicas de cada tratamiento.

**5.3.4.2 Incremento de peso:** Se tomó el peso inicial de cada animal y se pesaron quincenalmente, determinando el incremento hasta el final del experimento.

**5.3.4.3 Conversión alimenticia:** Se tuvo en cuenta la siguiente fórmula.

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

**5.3.4. Diseño experimental.** Se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos, seis réplicas por tratamiento, cada una con tres animales como unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), las medias de los tratamientos se analizaron mediante una prueba de Tukey.

Para el comportamiento animal el modelo estadístico fue:

$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_{ij}$ , donde:

$Y_{ijk}$  = respuesta del animal

$\mu$  = media de los tratamientos.

$T_j$  = Efecto del pasto

$E_i$  = Error experimental.

#### **5.1.5.1 Planteamiento de hipótesis**

**A) Hipótesis nula:**  $H_0 = \mu = \mu_2 = \mu_T$ . La media de los tratamientos es igual: no hay efecto del pasto sobre las variables del comportamiento animal.

**B) Hipótesis alterna:**  $H_a = \mu \neq \mu_2 \neq \mu_T$ . La media de los tratamientos no es igual. El pasto afecta estadísticamente las variables del comportamiento animal.

**5.4 Análisis parcial de costos:** Para establecer la rentabilidad se siguió la metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias propuesta por Cino y De Armas<sup>114</sup> (1996, 35), que para este caso se utilizó la relación costo: beneficio, considerando únicamente los factores que difieren entre tratamientos, manteniendo los comunes.

La alimentación, medicamentos e insumos de aseo del proyecto se asumieron como costos variables, y como costos fijos los originados por los animales y mano de obra. Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó el costo total de producción y la rentabilidad.

---

<sup>114</sup> CINO, María y de ARMAS Carmen, Metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias. La Habana, Cuba. Instituto de Ciencia Animal. 1996. 127pag

## 6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 PRUEBA AGRONOMICA

**6.1.1 Producción de biomasa del pasto Bestfor (*Lolium hybridum*).** El resumen de los datos obtenidos para esta variable se pueden observar en la Tabla 9.

El análisis de varianza Anexo 3 y 4 reveló diferencias ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, al aplicar la prueba de Tukey, se observó que el tratamiento 2 Cuyinaza tuvo una mayor producción con 5170.24 kg/ha de materia seca (MS) seguido por los tratamientos T3 Bovinaza y T1 pollinaza con, 3301.92 y 2961.63 kg/ha MS respectivamente, y como último el T1 Testigo con 2479.38 kg/ha MS.

**Tabla 9. Producción del pasto bestfor (*Lolium hybridum*) bajo la aplicación de diferentes abonos orgánicos (kg/MS/ha /corte).**

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Promedio
<b>Testigo (T0)</b>	2378,43	2580,34	2479,38C
<b>Pollinaza (T1)</b>	2806,98	3116,28	2961,63B
<b>Cuyinaza (T2)</b>	4845,14	5495,34	5170,24A
<b>Bovinaza (T3)</b>	3025,61	3578,23	3301,92B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ( $p < 0.05$ )

Los mejores resultados obtenidos con el T2 probablemente se deben a que el material utilizado como fertilizante (cuyinaza), después de realizado el proceso de compostación, aportó un adecuado nivel de nutrientes requeridos por el pasto bestfor además de mostrar la mejor relación (10.41) carbono nitrógeno, Figura 3.

La información resumida en la Tabla 8 explica lo mencionado. Aunque el contenido de nitrógeno es mayor en el T1 (pollinaza), la relación carbono nitrógeno es muy baja (8.54); debido a un alto contenido de carbono, lo que ocasionó una baja mineralización de la materia orgánica.

Muñoz afirma:

“Las condiciones ambientales que regulan la descomposición y asimilación de la materia orgánica incorporada al suelo tiene una condición favorable cuando la relación carbono nitrógeno es 10 -12/1”<sup>115</sup> .

El mismo autor afirma<sup>116</sup> que cuando la relación C/N es desfavorable, el nitrógeno tiende a ser desnitrificado biológicamente en condiciones anaeróbicas y convertido a formas gaseosas (N<sub>2</sub>, NO, N<sub>2</sub>O) que se pierden en la atmósfera.

Aunque la pollinaza tuvo el mayor contenido de nitrógeno y la relación C/N no es muy diferente a la del T2 (cuyinaza), Burbano Orejuela afirma<sup>117</sup> que es más importante el tipo de compuesto del de carbono antes que el contenido de éste. Específicamente, se conoce una hay relación lignina /N Aquellos materiales con esta relación, como la pollinaza, son de baja calidad y se descomponen lentamente, lo que explica el rendimiento productivo bajo en este tratamiento.

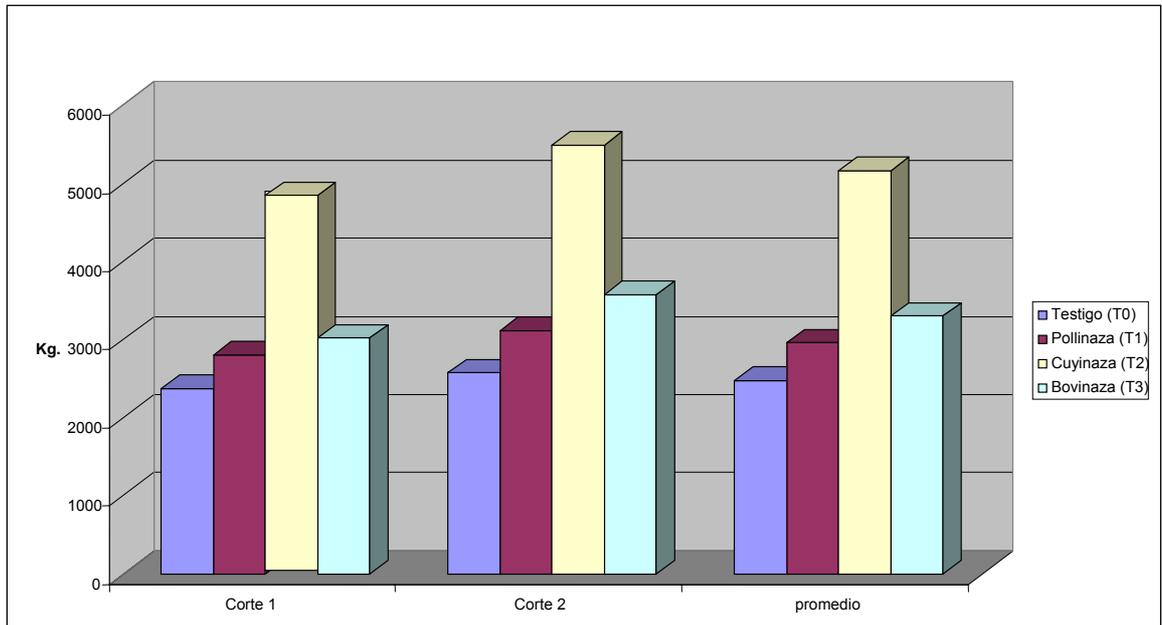
### **Figura 3. Producción del pasto Bestfor /corte MS (Kg.)**

---

<sup>115</sup> MUÑOZ A. Los abonos orgánicos y su uso en la agricultura. Fertilidad de suelos Diagnostico y Control., Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Edición 1994. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá. Colombia, p.294

<sup>116</sup> *Ibíd.*, p.293

<sup>117</sup> BURBANO. *Op.cit* 285



Además, el nitrógeno puede ser utilizado por la flora y la fauna del suelo, llegando a crear una deficiencia temporal de nitrógeno disponible<sup>118</sup>.

Burbano y Caycedo<sup>119</sup> reportan producciones para aubade de 6 ton/Ha manejado bajo fertilización química, complementada con estiércol de cuy.

La producción reportada por Burbano y Caycedo, es mejor a la obtenida por esta investigación en su mejor tratamiento que fue el T2, pero cabe recordar que para esta investigación, sólo se utilizó fertilización orgánica, y las tasas de mineralización afectan la disponibilidad de nutrientes y, por ende, la producción del pasto.

En el segundo corte se observó un incremento en la producción de biomasa, esto posiblemente ocurrió gracias a la mineralización de los elementos agregados al suelo, logrando ser asimilados por la planta.

**6.1.2 Altura de Planta.** La Tabla 10 y Figura 4 presentan los resultados de esta variable, el análisis de varianza Anexo 5, reveló diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos.

El tratamiento T2 cuyinaza (54.62 cm) presentó mayor altura ( $P < 0.05$ ), mientras que el resto de los tratamientos no tuvieron diferencias, presentando alturas para T3, T1 y T0 de 46.34, 44.76 y 42.02 cm respectivamente.

<sup>118</sup> Ibid., p.285

<sup>119</sup> BURBANO y CAYCEDO. Op.cit. p22

**Tabla 10. Altura de planta de pasto bestfor bajo diferentes niveles de fertilización**

<b>Tratamiento</b>	<b>Corte 1</b>	<b>Corte 2</b>	<b>promedio</b>
<b>Testigo (T0)</b>	38,24	45,8	42,02B
<b>Pollinaza (T1)</b>	42,08	47,44	44,76B
<b>Cuyinaza (T2)</b>	50,28	58,96	54,62A
<b>Bovinaza (T3)</b>	45,56	47,12	46,34B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ( $p < 0.05$ )

Se observó un incremento en la altura de las plantas para el segundo corte, las razones son las ya mencionadas para el incremento en la materia seca, además el corte del pasto se hizo a 8 cm. aproximadamente lo que facilitó su recuperación Figura 3.

Ruiz<sup>120</sup> reporta, que obtuvo una altura promedio de 57.37 cm. en kikúyo fertilizado con gallinaza.

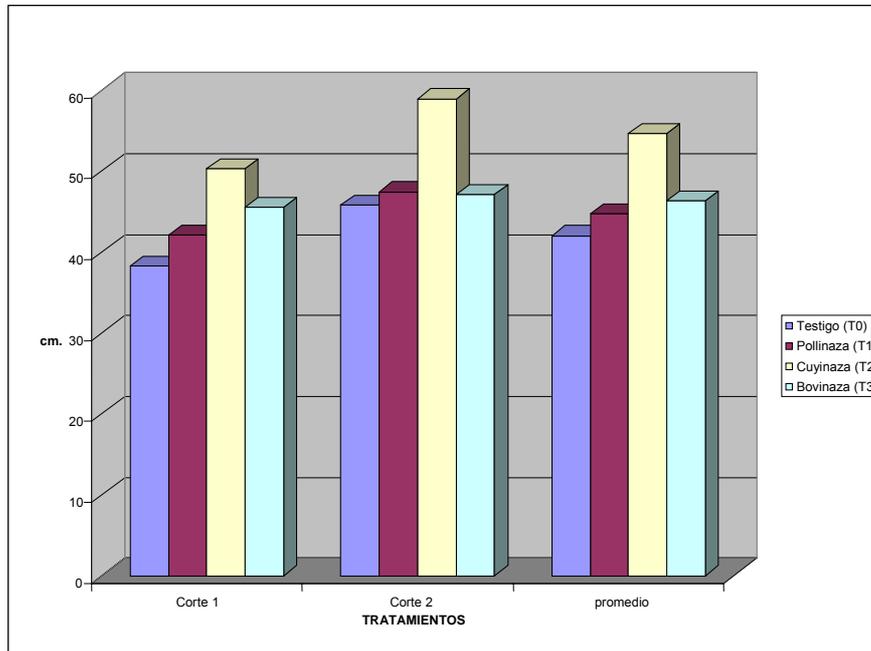
Los valores obtenidos en esta investigación son similares a los reportados por Ruiz, también supera los conseguidos por Acosta y Moncayo, quienes obtuvieron una altura de planta de 29.03 cm. con una aplicación de 100% de fertilización orgánica y labranza mínima a una pradera de kikúyo<sup>121</sup>.

#### **FIGURA 4. Altura de la plantas/corte (cm)**

---

<sup>120</sup> RUIZ. Op.Cit

<sup>121</sup> MONCAYO, Op. cit., p.84



Guerrero señala que el raigrás perenne bajo fertilización química, se desarrolla a una altura de 30 a 60 cm, lo que ubica los tratamientos del presente trabajo<sup>122</sup>.

Mendez<sup>123</sup> menciona que: entre más estable sea un compost, la velocidad de descomposición y mineralización será menor; por lo tanto, los nutrientes se entregarán a largo plazo; otros factores que afectan la mineralización del compost y por lo tanto la liberación de nutrientes es la relación C/N; si relación es muy alta es posible que el proceso de mineralización, en lugar de aportar nitrógeno al sistema, lo tome del sistema; proceso que se conoce como inmovilización.

El mismo autor sostiene que: el nitrógeno es el principal nutriente en el desarrollo foliar, pero la cantidad de éste presente en el abono no puede ser utilizada sin una relación C/N adecuada la cual está alrededor de 10. Sin embargo, la disponibilidad del carbono en esta relación depende del tipo de compuesto que predomine, como lignina, polisacáridos, lo cual determina la resistencia a la descomposición y, por lo tanto, la disponibilidad de nitrógeno<sup>124</sup>.

**6.1.3 Índice de Área Foliar.** En la Tabla 11 y Figura 5 se muestran los datos de esta variable; el análisis de varianza (Anexo 6 y 7) reportó diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos.

<sup>122</sup> GUERRERO, Op. cit., p.311

<sup>123</sup> MENDEZ Gloria ABONOS ORGANICOS Principios aplicaciones e impactos en la agricultura. San Jose de Costa Rica 2003 p. 212

<sup>124</sup> Ibid. p. 185

Según la prueba de Tukey, el tratamiento T2 (cuyinaza), con 12.17, es el mejor seguido por los tratamientos T3 (bovinaza) y T1(pollinaza), con 8.25 y 7.75 respectivamente, y en último lugar el testigo con 5.83.

Los resultados permiten deducir que el índice de área foliar se ve influenciado en gran medida por la fertilización, que favoreció la incorporación, retención mineral y mejora de las condiciones edáficas, produciendo una mejor relación de hojas a tallos.

Burbano Orejuela<sup>125</sup> afirma que: se debe conocer la información básica de la calidad de los materiales a utilizar como base para la compostación ya que los compuestos ricos en carbonos con energía se pierden primariamente como CO<sub>2</sub> y por eso poco contribuyen al mantenimiento de la materia orgánica del suelo.

**Tabla 11. Índice de área foliar de pasto bestfor bajo diferentes niveles de fertilización.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Corte 1</b>	<b>Corte 2</b>	<b>Promedio</b>
<b>Testigo (T0)</b>	5,493	6,175	5,834C
<b>Pollinaza (T1)</b>	7,655	7,852	7,753B
<b>Cuyinaza (T2)</b>	12,231	12,123	12,177A
<b>Bovinaza (T3)</b>	8,245	8,263	8,254B

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias (p<0.05)

Ceron y Noguera aseguran que:

“Se detectó una relación directa entre el índice de área foliar y la producción de biomasa, por el hecho que una mayor área foliar aumenta el aprovechamiento de la luz incidente que la planta utiliza en sus procesos de fotosíntesis para la formación de sus tejidos”<sup>126</sup>.

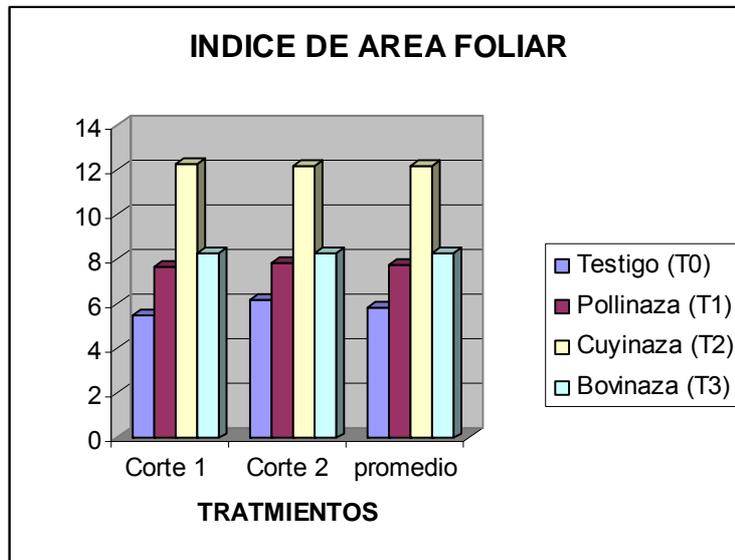
El valor encontrado para cuyinaza en esta investigación concuerda con los reportados por Bernal<sup>127</sup>, quien afirma que: “para gramíneas de clima frío, el índice de área foliar puede encontrarse entre 9 y 10, bajo condiciones climáticas y de fertilidad del suelo adecuadas”.

### **Figura 5 índice de área foliar.**

<sup>125</sup> BURBANO OREJUELA. Op. Cit

<sup>126</sup>CERÓN B. Johana y NOGUERA P. Sandra, Efecto de la zeolita sobre la productividad del pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum* Hoehst) bajo diferentes niveles de fertilización mineral. Pasto Colombia 2007, 84 p Trabajo de grado (Zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

<sup>127</sup> BERNAL, Op.cit., p.67



**6.1.4 Profundidad Radicular.** En la Tabla 12 y Figura 6 se consignan los datos correspondientes a esta variable; el análisis de varianza (Anexo 8 y 9) indicó diferencias ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. Los tratamientos T3 (bovinaza) (25.48.12cm.) y T0 (25.42cm.) presentaron la mayor longitud radicular ( $P < 0.05$ ), mientras que los tratamientos T1 (pollinaza) y T2 (cuyinaza) la menor profundidad radicular con 24.48 y 24.52cm.

**Tabla 12. Profundidad radicular de pasto Bestfor bajo diferentes niveles de fertilización (cm).**

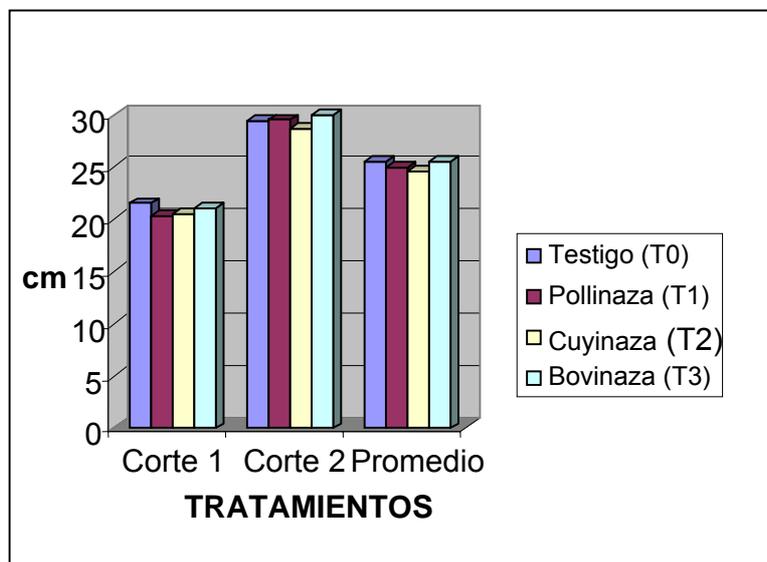
Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Promedio
<b>Testigo (T0)</b>	21,48	29,36	25,42A
<b>Pollinaza (T1)</b>	20,32	29,44	24,88B
<b>Cuyinaza (T2)</b>	20,40	28,64	24,52B
<b>Bovinaza (T3)</b>	21,04	29,92	25,48 A

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ( $p < 0.05$ )

Los datos de esta variable se ven afectados porque el tipo de suelo donde se realizó esta investigación, presentaba una capa arable superficial de predominancia arenosa y la capa siguiente o subsuelo, es clasificado como un cliopans.

Considerando lo anterior es posible que las raíces no descendieran más por la resistencia mecánica del suelo a la penetración de las raíces y también el que los nutrientes y el agua se encontraran en la parte superficial del suelo.

**Figura6 Profundidad radicular (cm).**



Amezquita<sup>128</sup> afirma: los órganos diseñados por la naturaleza para cumplir con las funciones de absorción de agua y de nutrimentos por la plantas son las raíces aunque alguna absorción parcial sucede por las hojas.

Alvarado asegura<sup>129</sup>: la incorporación de material orgánico como fertilizante estimula el desarrollo radicular al mejorar las condiciones físicas del suelo aportando cantidades considerables de elementos, como el fósforo, necesarios para el crecimiento radicular y posterior aprovechamiento del mineral para otras funciones.

**6.1.5 Periodo de recuperación.** Los tratamientos con los mejores periodos de recuperación fueron el T2 con un promedio de 42.5 días, seguido por el T3 con 45 días. Los tratamientos T0 y T1 no alcanzaban el estado abanderado en el momento del corte Tabla 13.

**Tabla 13 Periodo de recuperación (días).**

<sup>128</sup> AMEZQUITA, Edgar. Las propiedades físicas y el manejo de los suelos. Diagnostico y Control., Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Edición 1994 Bogotá Colombia editora Guadalupe Ltda., p.294

<sup>129</sup> ALVARADO H, Alfredo. Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de los cultivos en costa rica. Centro de Investigaciones Agronómicas editores gloria Mendez y Eloí Molina., Universidad de Costa Rica. Agosto 2001, p. 45

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Promedio
Testigo (T0)	>45	>45	NR
Pollinaza (T1)	>45	>45	NR
Cuyinaza (T2)	43	42	42.5
Bovinaza (T3)	45	45	45

Méndez<sup>130</sup> asegura que: los tratamientos donde los periodos de recuperación fueron más cortos, por el rápido crecimiento del pasto, indican una influencia directa de los fertilizantes, con una mejor relación C/N, que mejoro la capacidad de la planta para asimilar los nutrientes del suelo.

Los resultados de estos tratamientos son similares a los reportados por Guerrero<sup>131</sup> de 40 días en raigrases con aplicación de fertilización de mantenimiento y riego son similares a los reportados por otros autores, esto se atribuye a una mejor disponibilidad de nutrientes y a un mejor aprovechamiento de éstos por la planta.

#### 6.1.5 Análisis bromatológico.

El análisis bromatológico se realizó al segundo corte, momento en el cual el pasto se encontraba establecido y estaba en sus condiciones óptimas de producción. El resumen del análisis bromatológico puede verse en la Tabla 14.

**6.1.5.1 Materia seca:** El T0 (testigo) tuvo el mayor porcentaje de materia seca con 15.11% seguido por el T2 (cuyinaza) y el T3 (bovinaza), con 14.84 y 14.80 % respectivamente, por ultimo el T3 (pollinaza) con 13.35 %.

Bernal afirma que: "la cantidad de materia seca es inversamente proporcional al contenido de nitrógeno del suelo, ya que éste incrementa la retención de agua por parte de la planta"<sup>132</sup>.

Acosta y Moncayo<sup>133</sup> reportan un comportamiento similar en pasto kikúyo, argumentan que posiblemente la baja cantidad de nutrientes en el suelo disminuye la retención de agua en los tejidos de la planta como consecuencia de una mayor deposición de carbohidratos estructurales, representándose en un aumento de la materia seca por parte de la planta, lo cual se evidencia en el testigo (sin ninguna fertilización), el cual presentó el nivel más alto de materia seca.

#### Figura 7. Pesaje del pasto.

<sup>130</sup> MENDEZ. Op.cit

<sup>131</sup> GUERRERO, Op.cit., p.313

<sup>132</sup> BERNAL, Op.cit., p. 342

<sup>133</sup> ACOSTA, Op.cit., p.85



**Tabla 14. Composición bromatológica del pasto Bestfor (*Lolium hybridum*) bajo diferentes niveles de fertilización orgánica (%).**

<b>FRACCION</b>	<b>T0 Testigo</b>	<b>T1 Pollinaza</b>	<b>T2 Cuyinaza</b>	<b>T3 Bovinaza</b>
<b>Materia Seca</b>	<b>15.11</b>	<b>13.35</b>	<b>14.84</b>	<b>14.80</b>
<b>Proteína Cruda</b>	<b>11.95</b>	<b>14.04</b>	<b>14.46</b>	<b>14.27</b>
<b>Extracto etéreo</b>	<b>3.22</b>	<b>3.39</b>	<b>3.51</b>	<b>3.55</b>
<b>E.L.N.</b>	<b>47.24</b>	<b>41.41</b>	<b>40.84</b>	<b>46.17</b>
<b>F.D.N.</b>	<b>42.76</b>	<b>48.15</b>	<b>42.31</b>	<b>44.89</b>
<b>F.D.A.</b>	<b>30.01</b>	<b>32.25</b>	<b>28.44</b>	<b>28.79</b>
<b>Ceniza</b>	<b>12.99</b>	<b>12.48</b>	<b>12.56</b>	<b>11.79</b>
<b>Energía (Kcal/100g)</b>	<b>377</b>	<b>367</b>	<b>382</b>	<b>405</b>
<b>Calcio</b>	<b>0.42</b>	<b>0.45</b>	<b>0.42</b>	<b>0.46</b>
<b>Fósforo</b>	<b>0.62</b>	<b>0.66</b>	<b>0.55</b>	<b>0.60</b>

**6.1.5.2 Proteína.** El pasto bestfor fertilizado con cuyinaza y bovinaza tuvo los mejores resultados en cuanto a proteína con 14.46 y 14.27 % respectivamente, seguidos por la pollinaza con 13.35 % y por último el testigo con 11.95 %.

Aunque la pollinaza tenía la concentración de nitrógeno más alta, el pasto no presentó un porcentaje de proteína alto, posiblemente debido a que el nitrógeno contenido en el compost no era asimilable, aunque también pudo deberse a la baja relación C/N que ocasionó que el nitrógeno sea desnitrificado y se pierda en la atmósfera en forma gaseosa.

Estos valores son comparables con los reportados por Cuesta<sup>134</sup> quien reporta un 12.2 % de proteína para bestfor fertilizado con Urea a razón de 50 Kg/ha 45 días después de establecido el cultivo, en un lote proveniente de un cultivo de papa. El porcentaje de proteína reportado por Cuesta es superado por los tratamientos en los que se utilizó fertilizantes orgánicos y se encuentra en el mismo rango del testigo, el cual no tuvo ninguna fertilización.

Guerreo<sup>135</sup> afirma que: el porcentaje de proteína para tetraploides es de 17.5 y 19.4% bajo niveles de fertilización de 100 y 200 Kg/ha de nitrógeno respectivamente, y de 21.6 % de proteína con 400Kg/ha de nitrógeno. Lo que nos muestra que hacer fuertes aplicaciones de nitrógeno con fertilizante aumenta ligeramente el porcentaje de proteína; pero éste sólo se incrementa hasta llegar al límite de asimilación de nitrógeno de la planta; cuando este es sobrepasa este nivel, la planta no aumenta su proteína si no el porcentaje de nitrógeno no proteico.

Burbano y Caycedo<sup>136</sup> reportan contenidos de proteína entre 13.08% y 20.51% para pasto aubade fertilizado química y orgánicamente.

Las anteriores consideraciones ubican al pasto bestfor dentro de éste rango considerándose aceptable por el tipo de fertilización manejada.

**6.1.5.3 FDN.** Para el pasto bestfor, los contenido de FDN fueron: el más bajo el T2 con 42.71%, seguido por el TO y el T3 con 42.76 y 44.89 % respectivamente, y por ultimo la pollinaza con 48.15%. La cantidad de fibra mas baja en el T2, comparada con los otros tratamientos, posiblemente se debió a una buena relación entre la disponibilidad de los nutrientes presentes en el suelo y la adecuada asimilación de la planta, lo que contribuyó a una menor lignificación.

Los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango reportado por Bernal<sup>137</sup>, quien afirma que los componentes de la pared celular incluidos en la fracción fibra detergente neutro constituyen el 40-80 % de la pared celular de la materia seca, siendo esta mayor en pastos maduros con deficiencia de nutrientes en el suelo.

Noguera y Cerón afirman que:

---

<sup>134</sup> CUESTA M. Op.cit., p.12

<sup>135</sup> GUERRERO, Op.cit., p.67

<sup>136</sup> BURBANO y CAYCEDO. Op.cit., p.31

<sup>137</sup> BERNAL, Op.cit., p.89

“Cuando los fertilizantes aplicados no se incorporan en forma adecuada, la utilización por parte de la planta es menor, lo que trae como consecuencia una disminución en el índice de área foliar causada por una mayor proporción de tallos respecto a hojas, con lo cual el contenido de FDN aumenta”<sup>138</sup>.

Mac Donald, *et al.* Coincide con lo anterior al afirmar que el déficit de nutrientes del suelo puede propiciar una baja en la calidad nutritiva de los forrajes, por aumento y lignificación de la pared celular y descenso en los compuestos<sup>139</sup>.

Cuesta<sup>140</sup> afirma que: el pasto Bestfor con fertilización de mantenimiento de 50 Kg de N/Ha presenta contenidos de FDN que se encuentra entre 49 y 50 %.

Burbano y Caycedo<sup>141</sup> muestran para pasto aubade valores para FDN de 42% en el primer corte y 45% para el tercer corte bajo fertilización química complementada con orgánica.

Las anteriores referencias ubican al pasto bestfor del presente estudio por debajo de estos valores con 42.71 para T2, y 48.8 para T3, mostrando una mejor asimilación de los nutrientes por parte de la planta.

**6.1.5.4 FDA** Los resultados para esta variable tuvieron un comportamiento similar, en algunos tratamientos, al presentado en la variable FDN, ubicando en primer lugar al T2 con 28.44% seguido por el T3 con 28.79%, luego el T0 con 30.6 %, y en el último lugar el T1, presentando el contenido mas alto de FDA con 32.25 %. Las altas cantidades de FDA en los tratamientos T3 y T1 probablemente se debieron a que el contenido mineral no fue asimilado por parte de la planta, lo que incrementa el contenido de lignina en el contenido del forraje.

Acosta y Moncayo<sup>142</sup> reportan valores de FDA para Kikúyo ente 29.41 y 31.83%; considerando estos valores buenos para la alimentación.

Los valores encontrados en esta investigación se encuentran dentro de estos rangos aclarando que la concentración de FDA, al igual que las anteriores variables, depende en gran parte del contenido de nutrientes del suelo.

Burbano y Caycedo<sup>143</sup> entregan contenidos de FDA de 23% a 27% con 45 días de edad del pasto, fertilización química y orgánica.

Cheeke afirma:

---

<sup>138</sup> NOGUERA Y CERON, Op.cit., p.67

<sup>139</sup> MAC DONALD, *et al.* Nutrición animal, Zaragoza: Ed: Acribia. 1995. 576 p.

<sup>140</sup> CUESTA, Corp. Op.cit., p.67

<sup>141</sup> BURBANO y CAYCEDO, Op.cit.,p28

<sup>142</sup> ACOSTA, Op.cit., p.67

<sup>143</sup> BURBANO y ACOSTA, Op.cit., p.28

“Los porcentajes de FDA generalmente dan una visión de la fracción indigerible, sin embargo, la mayor o menor digestibilidad de estos componentes depende en gran medida de las características de los enlaces donde está presente la lignina”<sup>144</sup>.

**6.1.5.5 Ceniza.** Para esta variable, los resultados fueron: 12.99 % para el testigo, 12.56% para la cuyinaza, 12.48%, para la pollinaza y 11.79% para la bovinaza. Estos porcentajes pueden deberse a que el pasto se evaluó bajo periodos de lluvia excesiva, lo que puede incrementar el contenido de minerales en la planta

Los rangos de ceniza en esta investigación se encuentran dentro de los reportados por Guerrero, quien entrega valores entre 10.91 y 12.76 % para tetraploides fertilizados con diferentes cantidades de nitrógeno<sup>145</sup>.

Respecto a lo anterior, Bernal afirma que:

El contenido de minerales de los pastos es muy variable y depende de una gran cantidad de factores tales como el suelo, especialmente el material parental, el desarrollo y mineralogía del suelo, la humedad y la reacción del suelo; el género, especie y variedad de la planta, el estado de desarrollo de la misma, los cambios estacionales (invierno y verano), la aplicación de fertilizantes y el manejo de la pradera, y la distribución de elementos minerales dentro de la planta<sup>146</sup>.

Acosta y Moncayo<sup>147</sup> afirman: que el contenido de ceniza en el pasto está grandemente influenciado por la humedad del suelo siendo mayor la concentración en periodos lluviosos que en periodos secos, sin embargo estas variaciones pueden estar determinadas por la composición vertical de la planta y la variabilidad en los niveles de minerales con respecto a la parte de la planta analizada.

Benítez *et al.* afirman que:

La determinación de la ceniza de los forrajes encierra el contenido global de todos los minerales, dando una aproximación del valor de los mismos; sin embargo, algunos minerales, como parte del nitrógeno, puede volatilizarse por las altas temperaturas a que se someten las muestras, como también la presencia de materiales extraños como arenas o polvos que pueden alterar los resultados finales<sup>148</sup>.

---

<sup>144</sup> CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. 1ra edición. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 127 p.

<sup>145</sup> GUERRERO, Op.cit., p.67

<sup>146</sup> BERNAL, Op.cit., p.85

<sup>147</sup> ACOSTA, Op.cit., p.84

<sup>148</sup> BENITEZ, C., *et al.* Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. 1983 676

**6.1.5.6 Energía (Kcal/100g).** Los datos obtenidos para esta variable ubican al T3 como el tratamiento con la cantidad más alta de energía con 405 Kcal/100g, seguido por el T2 con 382 Kcal/100g y por último los T0 y T1 con 377 y 372 Kcal/100g respectivamente. El contenido energético mas alto en el T3 pudo deberse a una mejor asimilación de nutrientes, lo que permite a la planta tener mejor reservas de carbohidratos solubles.

Bernal afirma que:

La fertilización produce una respuesta positiva en el contenido energético, es muy posible que una buena asimilación de nutrientes permita a la planta optimizar los procesos de fotosíntesis y síntesis de reservas energéticas, especialmente carbohidratos no estructurales, polisacáridos que constituyen para la planta una fuente importante para el almacenamiento de energía<sup>149</sup>.

Benítez *et al.* “afirma que el nitrógeno aplicado al suelo puede mejorar sustancialmente los niveles energéticos del mismo por el incremento en los extractos libres de nitrógeno, que se constituyen como reservas potenciales de energía para la planta”<sup>150</sup>.

## 6.2 DIGESTIBILIDAD DEL PASTO BESTFOR

**Tabla 15. Coeficiente de digestibilidad aparente *in vivo* del pasto bestfor. (*Lolium hybridum*).**

	T2(Cuyinaza)	T3(Bovinaza)
Consumo de materia seca g/animal/día	58.61	56.98
Digestibilidad de materia seca %	80.77	75.48
Digestibilidad de proteína %	80,74	80,24
Digestibilidad de fibra cruda %	61,78	52,54
Digestibilidad de Extracto etéreo %	71,95	71,60
Digestibilidad de extracto libre de nitrógeno %	91,57	93,34
FDN	71,75	70,70
FDA	71,68	68,86
Nutrientes digestibles totales %	73.03	69.80
Razón nutritiva	5.25	5.09

**6.2.1 Consumo de materia seca.** En la Tabla 15 se encuentra que el consumo de materia seca para T2 (cuyinaza) es de 58.61g, y 56.98g para el T3 (bovinaza), consumos que encuentran cerca al rango reportado por Caycedo para raigrases

<sup>149</sup> BERNAL, Op. cit., p.92

<sup>150</sup> BENITEZ *et al.* Op.cit

tetraploides, el cual es de 59 y 65 g/animal/día, que corresponde a la etapa de levante.

Cheeke<sup>151</sup> menciona que: Uno de los factores de mayor influencia en la regulación del consumo voluntario es el contenido energético de la ración, adicionalmente, este tipo de animales, como el conejo y el cuy, consumen alimento en función de su tamaño, estado fisiológico y temperatura ambiental, sin embargo la densidad energética de la ración es decisiva.

**6.2.2 Digestibilidad de la materia seca.** Como puede observarse en la Tabla 15, los coeficientes de digestibilidad son de 80.77 % para el T2 y de 75.48% para el T3, valores que demuestran una alta degradabilidad, indicativo de la alta calidad de sus nutrientes que pueden ser fácilmente asimilados por el cuy.

Los valores encontrados, tanto para el T2 como para el T3, son superiores a los reportados por Burgos y Luna para pasto aubade, 63.69%, y 72.17% para tetralite.

El mayor coeficiente de digestibilidad encontrado para T2 probablemente se deba a que los componentes nutricionales de este forraje son los que más se aproximan a los niveles requeridos por el cuy.

Caycedo sugiere que: “forrajes con mayor concentración de proteína degradable en función de su energía digestible muestran mayores digestibilidades que alimentos pobres proteica y energéticamente”<sup>152</sup>.

**6.2.3 Digestibilidad de la proteína.** La digestibilidad de la proteína para el T2 fue de 80.73% y de 80.23% para el T3, valores que pueden verse en la Tabla 15; El porcentaje de proteína para los tratamientos es alto, lo cual indica que la proteína aportada por el forraje sería aprovechada en una gran proporción por el animal.

Los coeficientes de digestibilidad para proteína en los dos tratamientos son mayores a los reportados por Burgos y Luna<sup>153</sup> con 73.74 y 67.65 % para pasto tetralite y aubade respectivamente.

Cheeke afirma que: la digestibilidad de la proteína en animales monogástricos herbívoros puede elevarse al ser afectada por la fermentación cecal y subsiguiente cecotrofia, ya que ésta es una estrategia digestiva que extrae la proteína de los forrajes con alta eficiencia<sup>154</sup>.

Al respecto, Aliaga afirma que la alta digestibilidad de la proteína posiblemente se deba a la alta capacidad de digestión del animal, la cual

---

<sup>151</sup> CHEEKE. Op.cit., p.45

<sup>152</sup> CAYCEDO. Op.cit., p.97

<sup>153</sup> BURGOS y LUNA. Op.cit., p.67

<sup>154</sup> CHEEKE. Op.cit., p.45

puede superar a los rumiantes; adicionalmente, la composición química del alimento y, en especial, su relación energía proteína pudo haber favorecido la digestión, ya que el balance entre la fracción nitrogenada y glúcida es decisiva en el aprovechamiento de los componentes proteicos del alimento<sup>155</sup>.

Existe una leve diferencia en el coeficiente de digestibilidad de la proteína de los dos tratamientos. Al respecto, Maynard<sup>156</sup> afirma: “La digestibilidad de la proteína está en razón directa de su contenido en el alimento, donde el nitrógeno metabólico fecal representa una cantidad constante, independientemente del nitrógeno de origen alimenticio”, lo cual es claro al observar los porcentajes de proteína de los pastos en su análisis bromatológico Tabla 12.

**Figura8. Jaulas de digestibilidad.**



**6.2.4 Digestibilidad de la fibra cruda.** En la Tabla 15 se muestra que para el T2 la digestibilidad de la fibra cruda fue de 61.78%, y para el T3 de 52.53%

El porcentaje de digestibilidad de la fibra para el tratamiento 2 posiblemente dependa de su menor cantidad y calidad proteica y energética con respecto al tratamiento 3, lo que pudo haber afectado la digestibilidad de los componentes fibrosos.

<sup>155</sup> ALIAGA, R. L. Producción de cuyes. : UNCT, Huancayo, Perú. 1979 ,p 92

<sup>156</sup> MAYNARD, L. Nutrición animal. México. Ed: Mag Graw Hill. 1981. p. 143.

Afirma Maynard<sup>157</sup>: “Los alimentos con bajo contenido energético y proteico limitan el desdoblamiento microbiano de la fibra, circunstancias bajo las cuales la microbiota cecal no posee disponibilidad energética suficiente para poder garantizar el crecimiento microbiano y la actividad”,

Lo anterior corrobora el porqué de la baja digestibilidad de la fibra en el T3.

También pudo obedecer a la presencia de un mayor contenido de carbohidratos estructurales de menor degradabilidad.

**6.2.5 Digestibilidad de la Fibra detergente neutro (FDN).** En la Tabla 15 aparecen los resultados de digestibilidad de la fibra detergente neutra, presentando un coeficiente de digestibilidad de 72% para el T2 y 71% para el T3.

Al observar los porcentajes de digestibilidad de la FDN obtenidos en la presente investigación demuestran que el bestfor es un pasto con un buen contenido de fibra con buenas condiciones nutricionales para su implementación en los programas de alimentación de cuyes.

Al respecto, Aliaga argumenta que: “El cuy, por su fisiología y anatomía del ciego, soporta una ración voluminosa y permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra”<sup>158</sup>.

Los valores encontrados para ésta obedecen posiblemente a un menor contenido proteico y energético, adicionalmente, este forraje presenta una relación nutritiva estrecha entre estos nutrientes.

Mac Donal menciona que: “Una deficiencia tanto en cantidad como calidad de la proteína de un alimento limita el crecimiento microbiano y, como consecuencia, se reduce la digestibilidad de la pared celular”<sup>159</sup>.

**6.2.6 Digestibilidad de la Fibra detergente ácido (FDA)** En la tabla 13 aparecen los resultados de digestibilidad de la fibra detergente ácida, presentando coeficientes de digestibilidad de 72 y 69 % para el T2 y el T3 respectivamente.

El T3 presentó el coeficiente de digestibilidad más bajo para FDA, posiblemente obedeció a la composición nutricional del forraje, especialmente lo referente a pared celular, sin olvidar que para esta variable existe una interacción entre las fracciones celulosa y lignina, como se puede observar en el análisis bromatológico. El T3 tuvo un porcentaje más alto de FDA que el T2, dentro del

---

<sup>157</sup> Ibid. p.92

<sup>158</sup> ALIAGA, Luis. Op.cit., p. 66.

<sup>159</sup> MAC DONALD *et al.* Op. cit., p. 113.

cual el contenido de lignina debió estar en una gran proporción, lo que pudo afectar la degradación de la celulosa y hemicelulosa afectando la digestibilidad global de la FDA.

Maynard corrobora lo anterior bajo el argumento de que: “La lignina es un carbohidrato estructural de forma muy compleja, lo que hace que no solamente sea indigestible sino que también afecta negativamente la digestibilidad de otros componentes de la pared celular”<sup>160</sup>

**6.2.6 Digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (ELN).** En la Tabla 15 se puede observar el coeficiente de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno para el T2 fue de 91.57%, y para el T3 de 93.33%.

Los coeficientes de digestibilidad para esta variable se consideran altos y muestran las ventajas en la utilización de estos forrajes en la alimentación de cuyes. Las variaciones en la digestibilidad del ELN son difíciles de interpretar. Van Soest afirma al respecto: “La cantidad de los extractivos libres de nitrógeno posee el error acumulativo de otras fracciones y gran parte de este error se debe a la solubilización y pérdida de lignina y hemicelulosa en las determinaciones de fibra cruda”<sup>161</sup>.

Van Soest, argumenta que:

Al incluir la fracción de pared celular en el análisis, causa una aparente digestibilidad del ELN que es menor al de la fibra cruda, la presencia de una prominente fracción metabólica en el ELN fecal contribuye en forma importante a este efecto.

**6.2.7 Digestibilidad aparente del extracto etéreo (EE).** Los resultados de esta variable se pueden observar en la Tabla 15, la cual muestra un coeficiente de digestibilidad para el T2 de 71.94% y de 71.60 % para el T3, lo que muestra una buena degradabilidad y asimilación de la energía por parte del animal, demostrando la calidad de los nutrientes del pasto.

Según Church: “Las ceras y esteroides pueden estar haciendo parte del extracto, afectando el aprovechamiento de los lípidos que proporcionan energía para el animal”<sup>162</sup>.

Por su parte, Aliaga menciona que: “Las ceras y esteroides no son utilizados por el cuy, posiblemente el aporte energético fue influenciado en su mayor parte por una mejor calidad de las grasas contenidas en este forraje”<sup>163</sup>.

---

<sup>160</sup> MAYNARD Op.cit., p.96

<sup>161</sup> VAN SOEST, Nutritional ecology of the ruminant. New York, Cornell University press. 1994. 476 p.

<sup>162</sup> CHURCH, C. Op. cit., p. 65.

<sup>163</sup> ALIAGA.. Op. cit., p.72

En este sentido, Cheeke<sup>164</sup> argumenta que: los animales monogástricos herbívoros poseen un requerimiento bien definido de grasa y ácidos grasos insaturados, la utilización de ceras y esteroides es posiblemente muy baja, sin embargo, la concentración de estos compuestos se refleja en un mayor valor determinado en laboratorio. Adicionalmente, la digestión de los lípidos como tal se lleva a cabo fundamentalmente en el intestino delgado mediante la acción de lipasa pancreática y bilis, la participación del ciego en este proceso es mínima”.

**6.2.8 Nutrientes digestibles totales (NDT).** En la Tabla No 15 aparecen los resultados de digestibilidad de NDT para esta investigación, que fueron 73.03 y 69.80 % para el T2 y T3 respectivamente.

Aunque se observa una leve diferencia entre el T2 y el T3, no se puede afirmar cuál de los dos tuvo un mejor coeficiente de digestibilidad, sólo se puede expresar que los altos coeficientes posiblemente obedeció a un mejor equilibrio de nutrientes que permite al animal aprovechar en forma más eficiente el contenido global de nutrientes del alimento que, en últimas, se refleja directamente en los contenidos de NDT determinados a partir de la digestibilidad de los principios digestibles.

Cheeke afirma que: “La determinación de los NDT se basa en la supuesta equivalencia de los carbohidratos, proteínas y lípidos como fuente de energía, por lo que el valor final de NDT está en dependencia de su aparente utilización o biodisponibilidad de los nutrientes en forma global”<sup>165</sup>.

Es adecuado señalar que los dos tratamientos tuvieron una buena concentración energética, cumpliendo con los requerimientos energéticos del cuy en las fases de levante y engorde, según el NRC, que deben encontrarse entre 65 a 70%.

**6.2.9 Razón nutritiva.** El tratamiento 2 (cuyinaza) presentó una razón nutritiva de 5.25, para el tratamiento 3 (bovinaza) fue de 5.09 Tabla15.

Belalcázar y Narváez afirman que “La razón nutritiva es interpretada como la cantidad de energía que necesitan los microorganismos del ciego para desdoblar un gramo de proteína”<sup>166</sup>

Por lo cual, para nuestra investigación, la relación es 5.25:1 para el T2 y 5.09:1 para el T3, lo que nos da a entender que se necesitan en promedio 5.17g de NDT para desdoblar 1g de proteína.

---

<sup>164</sup> CHEEKE Op.cit., p.45

<sup>165</sup> Ibid.p.46

<sup>166</sup> BELALCAZAR L. Luis y NARVAEZ Oscar, Valoración nutritiva del forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), fases de levante y engorde. Trabajo de grado (zootecnista). Colombia 2008, 87 p. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia

Escobar y Lopez<sup>167</sup> reportan una razón nutritiva de 2.64 para el pato Kikúyo, cultivado en un sistema de labranza mínima y evaluado en cuyes en etapa de levante.

Maynard menciona que: “Conforme la relación energía proteína se hace más amplia, la digestibilidad de todos los nutrientes tiende a ser menor. Además, la digestibilidad puede quedar limitada por la falta de tiempo para la acción digestiva completa sobre las sustancias menos digeribles o por no ser completa su absorción debido a la carencia de elementos específicos como algunos aminoácidos que promueven la formación y crecimiento microbiano a nivel de ciego”<sup>168</sup>.

### 6.3 PRUEBA DE COMPORTAMIENTO ANIMAL

Esta prueba se evaluó en periodos de 15 días, dando como resultado 3 periodos para la etapa de levante, las mediciones se hicieron y analizaron de esta forma para verificar los cambios en las variables, ver anexos 10.

#### Figura9. Cultivo de alfalfa



**6.3.1 Consumo de alimento.** En la Tabla 16 y Figura 10 se encuentran los resultados de consumo de alimento en materia seca para la fase de levante, En el Anexo H se encuentra el análisis de varianza para esta variable. Para la variable consumo de alimento en la etapa de levante no se encontraron diferencias

---

<sup>167</sup> ESCOBAR y LOPEZ. Op.cit

<sup>168</sup> MAYNARD, C. Op. cit., p. 143.

estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos. Los consumos fueron en promedio 2316.25g M.S para el T0, 2369.91 para el T1 (cuyinaza) y 2392.91 para el T2 (pollinaza). En los Anexos 10, 11, 12 se pueden encontrar los análisis estadísticos por periodos. Los consumos en forraje verde por periodos y consumos de forraje en M.S., igualmente por periodos, se pueden ver en los Anexos 13, 14, 15, 16 y 17.

En cuanto al consumo de alimento, las similitudes en los tratamientos posiblemente obedecieron a que las dietas no tuvieron variaciones marcadas en sus componentes, como son proteína fibra y energía, además no generaron ningún tipo de rechazo, al contrario una adecuada palatabilidad debido a sus características organolépticas.

Tampoco se encontró diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) entre periodos, Tabla 16. Los promedios de consumo, tanto por periodos como en el consumo total, se encuentran dentro de los reportados por Caycedo<sup>169</sup>, quien muestra consumos entre 59 y 65 g par raigrases tetraploides.

Ramírez e Hidalgo afirman que: “para la explotación cuyícola, es conveniente desde el punto de vista de su alimentación, buscar las raciones más eficientes en todas las etapas del desarrollo del animal, ya que de ello depende en gran parte la obtención de mejores rendimientos en la explotación”<sup>170</sup>.

**Tabla 16. Consumo de alimento en la fase de levante (g).**

Replica	T0(Testigo) Pasto aubade+ alfalfa	T1 ( bestfor fert. Cuyinaza) + alfalfa	T2 bestfor fert. Bovinaza) + Alfalfa
1	2175	2295	2535
2	2310	2317	2422.5
3	2280	2370	2445
4	2385	2332.5	2447.5
5	2415	2250	2250
6	2332.5	2355	2257.5
<b>Consumo /prom Prm/anm/dia</b>	2316.25 A 51.3	2369.91A 51.66	2392.91A 52.80

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ( $p < 0.05$ )

También pudo deberse a la uniformidad en la concentración de energía, como mencionaba Cheeke en citas anteriores<sup>171</sup>.

<sup>169</sup> CAYCEDO Op.Cit., p.67

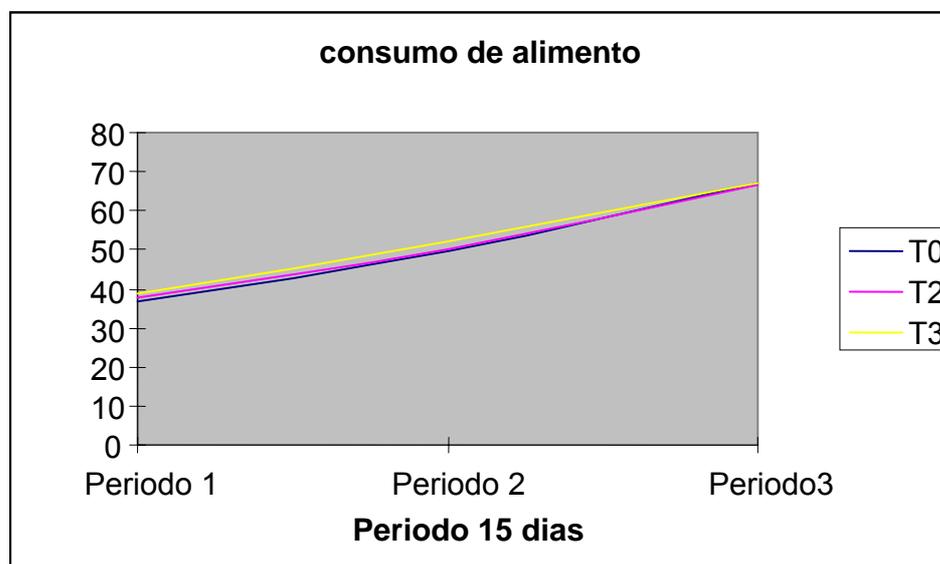
<sup>170</sup> RAMIREZ, Sonia e HIDALGO, Francisco. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1998, 150 p.. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarías, Programa de Zootecnia.

<sup>171</sup> CHEEKE Op. cit., p.45

Al respecto, Ávila asegura que: “Los monogástricos consumen alimento primordialmente para satisfacer sus necesidades energéticas. Si la ración es baja en energía, los animales consumirán mayor cantidad de alimento para tratar de suplir sus requerimientos”<sup>172</sup>.

Mueses reporta consumos de 52.27% de la mezcla 40 %alfalfa 60% aubade, proporción de alimento y consumo muy similares a los obtenidos en esta investigación<sup>173</sup>.

**Figura 10. Consumo de alimento (g/animal/día).**



**6.3.2 Incremento de peso.** En la Tabla 17 y Figura 11 aparecen los resultados del incremento de peso para la etapa de levante. Los análisis de varianza aparecen en los Anexos 18, 19, 20, 21, para la fase de levante. Según la prueba de Tukey, tuvo diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos T0 (Testigo), T1(cuyinaza) y T2 (bovinaza). El T1 presentó los mayores incrementos diarios de peso con 10.01g, seguido de T2 con 9.66 y el tratamiento testigo fue el menor con 9.28g.

En el Anexo 22 pueden observarse los incrementos de peso en los tres periodos en los que se evaluó la fase de levante.

<sup>172</sup> ÁVILA, E. Alimentación de las aves. México, 1992. p. Ed. Trillas. p. 106

<sup>173</sup> MUESES P. Adrian. Evaluación de rendimientos productivos en cuyes de levante y engorde alimentados con alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto aubade (*Loium sp*) en la vereda San Francisco municipio de Carlosama, departamento de Nariño. Colombia 106 p. Trabajo de grado (Zootecnista) Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Zootecnia

Como se puede observar en la Tabla 17, los tratamientos tuvieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) para el primer periodo, ubicando al T1 en el primer lugar con 12.14 g/animal /día, seguido por el T2 y el T0 con 11.22 y 10.54g/ animal/día respectivamente.

Para el segundo y tercer periodo no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ), presentando valores similares para los 3 tratamientos así: periodo 2, para T1, T2 y T0 los incrementos fueron 9.20, 9.04 y 8.86 g/animal/día respectivamente; para el periodo 3, 8.72 g/animal/día para el T3 8.60, y T0 con 8.34 g/animal/día, Anexo 22.

A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento, hubo un mejor incremento de peso para el T1, tanto en el incremento total de peso como en el incremento en el primer periodo. Al no haber diferencias en el consumo, se puede deducir que la mayor digestibilidad de los principios nutritivos de este forraje quizá influyó positivamente en un mejor aprovechamiento de los nutrientes aportados.

**Tabla 17. Incremento de peso en la etapa de levante (g)**

<b>Replica</b>	<b>T0(Testigo) Pasto aubade+ alfalfa</b>	<b>T1 (bestfor fert. Cuyinaza) + alfalfa</b>	<b>T2 bestfor fert. Bovinaza) + Alfalfa</b>
1	396,1	457,16	426,83
2	436,3	451,5	428,5
3	420,5	450,66	425,6
4	418	456,33	437,66
5	419,33	440,16	452,33
6	418	449,16	439,16
<b>Prom. Repli</b>	<b>418.03C</b>	<b>450.82A</b>	<b>435.02B</b>
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>9.28</b>	<b>10.01</b>	<b>9.66</b>

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ( $p < 0.05$ )

Cheeke menciona:

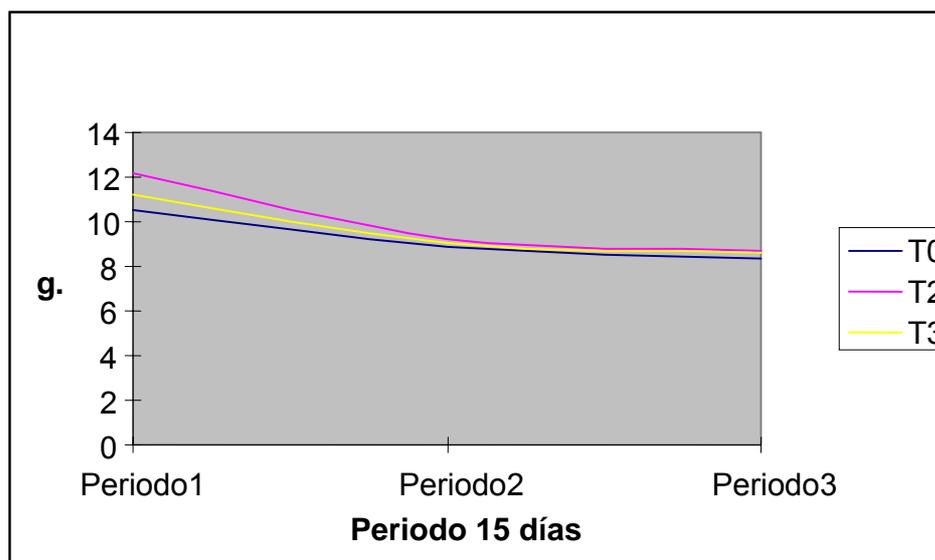
Si bien es cierto que la relación energía proteína juega un papel decisivo en el comportamiento en peso de los animales, dicha relación debe estar acorde con la fase de crecimiento y el nivel de aprovechamiento de la fracción proteica y energética, es decir que a medida que la edad del animal avanza, los requerimientos de proteína decrecen y los de energía incrementan, así mismo, en las fases iniciales de crecimiento la cantidad y calidad de la proteína aportada debe ser adecuada para contribuir a la

formación tisular mientras que en fases de engorde y acabado son más notables los requerimientos energéticos<sup>174</sup>.

Mueses<sup>175</sup> reporta incrementos en el peso de 11.05% para la mezcla 60% pasto aubade y 40% Alfalfa.

Los valores obtenidos en esta investigación son inferiores, esto podría deberse a varios factores: primero, una menor concentración de nutrientes (proteína, energía y fibra) lo que conlleva a una menor eficiencia alimenticia, otra de las razones para el bajo incremento de peso es la capacidad fisiológica y genética de los animales, razón por la cual los rendimientos productivos son inferiores a los presentados en varias investigaciones además de haberse realizado en lugares con condiciones medio ambientales muy distintas .

**Figura 11. Incremento de peso (g/animal/día)**



**6.3.3 Conversión alimenticia.** En la Tabla 18 aparecen los resultados de la conversión alimenticia para la etapa de levante; el análisis de varianza para la fase de levante, Anexos 23, 24, 25 y 26. Según la prueba de Tukey, mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos. El T1 (Cuyinaza) presentó la mejor conversión alimenticia con 5.14. Entre los tratamientos T0 y T2 no hubo diferencias, presentando conversiones alimenticias de 5.45 y 5.53 para T2 y T0 respectivamente. En el Anexo 27 pueden observarse las conversiones alimenticias en los distintos periodos.

<sup>174</sup> CHEEKE Op. cit., p.45

<sup>175</sup> MUESES Op. cit., p.45

**Tabla 18. Conversión alimenticia etapa de levante**

<b>Replica</b>	<b>T0 (testigo)</b>	<b>T1(Cuyinaza)</b>	<b>T2(Bovinaza)</b>
1	5.49	5.02	5.93
2	5.29	5.13	5.6
3	5.42	5.25	5.74
4	5.70	5.11	5.36
5	5.75	5.11	4.97
6	5.58	5.23	5.14
<b>Prm/replica</b>	<b>5.53B</b>	<b>5.14A</b>	<b>5.45B</b>

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias ( $p < 0.05$ )

A pesar de no ser las mejores conversiones alimenticias son buenas para animales de estas condiciones genéticas y con pastos de un contenido nutricional regular en cuanto a proteína; Al respecto, Caycedo<sup>176</sup> reporta que: “Conversiones de 5 - 7 son buenas para esta especie.

En los periodos evaluados se presentó diferencias estadísticas en el periodo 1, en el cual se puede ver una conversión para el T1 de 3.10, ubicándolo en el primer lugar; según la prueba de Tukey, para este periodo no hubo diferencias entre los tratamientos T0 y T2, los cuales presentaron conversiones de 3.50 y 3.61% respectivamente, para el segundo y tercer periodo no se encontraron diferencias estadísticas significativas, presentando para el periodo 2 conversiones de 5.21, 5.46y 5.77 para T0, T1 y T2 respectivamente; para el periodo 3 las conversiones fueron de 8.06 para el T0 7.64 para el T2 y 7.80 para el T3.

La diferencias en la conversión alimenticia que ubican al T1 (cuyinaza) en el primer lugar sin duda alguna se presentaron y fueron más altas en el en el periodo 1 de la prueba con lo que se puede concluir que la conversión alimenticia está ligada a la capacidad fisiológica dada por la edad del animal y que determina la capacidad del individuo para convertir la proteína en músculo.

Cheeke argumenta que: “al disminuir la concentración energética de la ración, se precisa mayor cantidad de alimento para cubrir las necesidades energéticas, por lo que se da una menor eficiencia en la conversión de alimento en músculo”<sup>177</sup>.

Mac Donald menciona: “El animal generalmente muestra una tendencia a auto balancearse, o sea, que mientras su capacidad gástrica se lo permita, el consumo voluntario de alimento se incrementa en presencia de raciones de bajo valor nutritivo hasta que sus requerimientos se satisfacen”<sup>178</sup>.

<sup>176</sup> CAYCEDO. Op.cit. p.45

<sup>177</sup> CHEEKE Op. cit., p.56

<sup>178</sup> MAC DONALD Op. cit., p.63

#### **6.4 ANALISIS PARCIALDE COSTOS**

En la Tabla 21 se indican los resultados económicos para los tratamientos utilizados en el ensayo, detallando los costos fijos, costos variables, los ingresos y la rentabilidad aparente de los tres tratamientos. En el anexo 28 se muestra el análisis de costos para el compost y para la prueba agronómica.

Los costos de alimentación más bajos los presentó el tratamiento T1 (\$101200), seguido del T0 (\$101651) y el más alto T2 (\$102224). El menor costo se explica por un menor costo en la producción del pasto Bestfor (\$13.62), Anexo Z, éste menor costo se dio por una mayor producción de materia seca.

El factor más influyente en el crecimiento de los ingresos es la producción de forraje en materia seca, aunque el incremento de peso es otro factor determinante en el momento de incrementar los ingresos.

El menor costo en el compost lo tuvo el T1 con \$76.5/Kg, valor que se obtuvo por la fácil consecución y transporte del material hasta los centros de compostaje.

El pasto, en M.S con el menor precio, fue también el T1 (cuyinaza) con \$13.62/Kg aunque la cantidad de fertilizante orgánica fue más alta que para el T1 y el T0, que no tuvo fertilización y, por ende, el costo en la fertilización fue mas alto. La excelente producción de materia seca suplió el alto costo de fertilización, compensando el costo con producción.

En cuanto a la rentabilidad, el porcentaje más alto lo obtuvo el T1 con (28.74 %) por tener un menor costo de producción y un mejor peso al final del ensayo, seguido por el T2 con 24.05 % y la rentabilidad mas baja la presentó el testigo con 22.27% al obtener los animales con el menor peso del ensayo.

**Tabla 19. Análisis económico fertilización orgánica de pasto Bestfor (*Lolium hybridum*)**

<b>ANALISIS ECONOMICO</b>			
<b>concepto</b>	<b>Tratamientos</b>		
	<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>costos fijos</b>			
compra de animales	81000	81000	81000
mano de obra	12000	12000	12000
Subtotal	93000	93000	93000
<b>costos variables</b>			
consumo M.S.	41,68	42,64	43,02
costo pasto bestfor total	658,79408	406,52976	907,63596
Alfalfa	1167,04	1193,92	1204,56
<b>costo alimentación</b>	1825,83408	1600,44976	2112,19596
medicamentos y aseo	5000	5000	5000
costos totales	101651,668	101200,9	102224,392
costo promedio por animal	5647,3149	5622,2722	5679,13288
Peso Promedio animal venta	627,77	658,05	640,48
ingresos	124298,46	130293,9	126815,04
ingresos neto /animal	6905,47	7238,55	7045,28
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	101651	101200	102224
<b>INGRESO NETO</b>	22647,46	29093,9	24591,04
<b>RENTABILIDAD</b>	22,2796234	28,748913	24,0560338

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

- La utilización de compostajes de materiales propios de la finca se constituyen en una buena alternativa de fertilización porque, aunque el pasto Bestfor no ofreció producciones agronómicas ni nutricionales superiores a las que se obtiene con fertilización química, en otras especies si están a la par con producciones reportadas por otros autores.
- El tratamiento con los mejores resultados agronómicos fue el T2 (cuyinaza ), el cual tuvo una producción de forraje de 5170 kg/ha de materia seca (MS), seguido por el T3 (bovinaza) con 3301.92 kg/ha de materia seca (MS).
- La fertilización con cuyinaza tuvo los costos mas bajos debido, ala mayor producción de biomasa seca.
- El pasto bestfor, fertilizado con compost de cuyinaza, ofrecido a los animales en mezcla con leguminosas, se constituye en una alternativa alimenticia que cumple con los requerimientos nutricionales necesarios para la crianza de cuyes.
- Aunque la producción agronómica del pasto no fue la mejor, la digestibilidad de éste fue alta, entregando a los productores una fuente de alimentación con porcentajes de digestibilidad para proteína de 80%, fibra 60% y extracto libre de nitrógeno 92% y la mayor concentración energética, expresada en NDT, con 73%.
- En el consumo de materia seca no hubo diferencias estadísticas, lo cual pudo deberse a una concentración alta de energía para los 3 tratamientos lo que reguló el consumo de alimento, teniendo un comportamiento similar para los 3 tratamientos durante la prueba de comportamiento animal.
- Los resultados de incremento de peso presentan al T1 (cuyinaza) como el tratamiento con mejores incrementos de peso en la etapa de levante y una gran diferencia con respecto a los demás tratamientos en el periodo 1 de de la prueba.
- La mejor conversión alimenticia la presentaron los animales alimentados con pasto bestfor fertilizado con cuyinaza, con 5.14, lo que nos indica que hubo un menor consumo de materia seca, y obteniendo un mayor incremento de peso.
- La mayor rentabilidad se presentó en el tratamiento T1(cuyinaza), con 28.74%, seguida por el T2 (bovinaza) y el T0 con 24.05 y 22.07 respectivamente; la rentabilidad del T2 fue la más alta gracias a que los costos de producción fueron

menores debido a un menor costo en la alimentación y los ingresos fueron mejores ya que animales tuvieron un peso mayor al final del tratamiento

## **7.2 Recomendaciones.**

- Utilizar los compostajes como una forma de disminuir los costos de producción y mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo.
- Sustituir una parte del fertilizante orgánico con fertilizante químico y evaluar los resultados agronómicos y nutricionales, ya que esta investigación no busca terminar con la aplicación de fertilizantes químicos sino disminuir su uso con el fin de mejorar el costo beneficio.
- Realizar evaluaciones a pastos de gran aceptación en nuestra región basándose en la utilización parcial o total de la fertilización orgánica.
- Difundir los resultados obtenidos en esta investigación a los productores cuyícolas buscando un cambio hacia una producción limpia rentable “que no siga a una moda si no que busque implementar una nueva forma de producción.
- Incluir el pasto bestfor fertilizado con cuyinaza como fuente de alimentación de cuyes.

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, Wilmer y MONCAYO, Oscar. Evaluación del pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) bajo dos métodos de labranza y fertilización orgánica y/o minerales zona de ladera. Pasto Colombia 2002, 180 p. Trabajo de grado (zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

ALIAGA, Luis. Producción de cuyes. Ed:UNCP, Huancayo Perú.1979, 92 p.

ALVARADO H, Alfredo. Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de los cultivos en costa rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. San José de Costa Rica editores gloria Mendez y Eloi Molina., 2001 p. 356

ASOCIACION COLOMBIANA DE PORCICULTORES. Uso de la porquinaza como fertilización. Colombia. Asociación Colombiana de porcicultores. 2000, p. 18

ÁVILA, E. Alimentación de las aves. México. Ed. Trillas., 1992. 106p.

AYTE, Jaime y NARVAEZ, Carlos. Evaluación del valor nutritivo de forrajes chilca (*Bracharia latifolia*), guarango (*Cesalpinia spinosa*) y quillotocto (*Tecoma standas*) en la etapa de levante de cuyes (*Cavia porcellus*) Trabajo de grado (zootecnista). Colombia 1999, 130 pag. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia

BARRERA B. Luís. L. La fertilidad de los suelos de clima frío y la fertilización de los cultivos. Fertilidad de los suelos, diagnostico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo p.419

BELALCAZAR L. Luis y NARVAEZ Oscar, Valoración nutritiva del forraje colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), fases de levante y engorde. Trabajo de grado (zootecnista). Colombia 2008, 87 pag. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia

BENITEZ, C., et al. Los pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba: Pueblo y educación. 1983, 676p.

BERNAL, Jorge. Pastos y forrajes tropicales.3ª ed. Bogotá Colombia: 1994, 2p. p.66

\_\_\_\_\_ Pastos y forrajes tropicales 4ta ed. Bogotá, Colombia: 2000, 284p.

BONGHKAM, E. Guía para compostaje y manejo de suelos, Bogotá Colombia, Ed Espinos 2003. Serie ciencia y tecnología p.116

BURBANO, Douglas y VILLOTA, Diego. Evaluación de la Torta de Palmiste (*Elais quinecnsis, Jacq*) y Bagazo de Caña de Azúcar (*Sacharum officinarum. I*). Como fuente de fibra en el rendimiento productivo y el porcentaje de grasa en canal en la fase de engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto:

BURBANO, Hernán y CAYCEDO, Alberto. Respuesta del pasto aubade (*Lolium sp*) a la fertilización química y orgánica en el suelo en el altiplano de Pasto, Nariño 2002. 92p. Trabajo de Grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

BURBANO, H. El suelo: Una visión sobre sus componentes biorgánicos. Pasto: Universidad de Nariño, 1989. p405.

BURBANO V. y SÁNCHEZ, Respuesta del pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum Hoechst*) a fuentes de nitrógeno y un abono compuesto en. Altiplano de pasto, Colombia 1986, 61p. Trabajo de grado (zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

CASTRO, Daniel. Influencia del grado de disturbacion del suelo y efecto fisiológico de un herbicida de contacto en una pradera de kikúyo (*Pennisetum clandestinum Hoechst*) Pasto, Colombia 1990,107p. Trabajo de grado (ingeniero agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Agrícolas, Programa Agronomía.

CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas En la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia. Ed: Universidad de Nariño, Vicerrectoria de Investigaciones y Posgrados 200. 323p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Manual para la evaluación agronómica. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Editor técnico: José M. Toledo, Cali, Colombia. 170 p.

CHAUCA, Lilia. 1993a. Experiencias de Perú en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Barinas, Venezuela. IV Symposium de especies animales subutilizadas, Libro de conferencias, UNELLEZ-AVPA, 127 págs.

CHEEKE, Peter. Alimentación y nutrición del conejo. 1<sup>ra</sup> edición. Zaragoza, España: Ed: Acribia, 1995. 429 p.

CIAO. Manejemos ecológicamente nuestros suelos y cultivos. Risaralda, 1997. 23p.

CINO, María y de ARMAS Carmen, metodología para la evaluación económica de proyectos de investigaciones agropecuarias. La Habana, Cuba Instituto de ciencia animal. 1996. 127 pag

8p

COBO José. El suelo y el agua en la producción de pastos. Cali, Colombia. Abril 2003. 125p.

DIRECCION GENERAL DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION. Por la que se publica las buenas practicas agrarias. [en línea] Dirección general de Agricultura y alimentación. [Madrid España] 1999 [citado 16 Marzo 2008] Disponible en Internet <URL <http://www8.madrid.org/gema/revista/leyes/ferbmac99/boc041.htm>>

DURAN, F. Manual de cultivos Orgánicos, y Alelopatía. Bogotá: Ed: Grupo Latino Ltda., 2003. 737p.

ECHANDIA SOTOMAYOR, José. Grupo cuyes [en línea] ZOE. [Argentina] Diciembre 2003 [citado 15 abril, 2008] Disponible en Internet <URL : <http://www://ar.groups.yahoo.com/group/cuyeszoe>>

GÓMEZ, B. y VERGARA, V. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares, INIA-EELM-EEBI. 1993, 85 p.

GOMEZ, J. La materia orgánica en los agroecosistemas, Cali. Universidad Nacional Colombia. 2000, p17

GOMEZ. Zambrano J. Abonos orgánicos, ed. FERIVA Santiago de Cali. 200, p.107

FLOREZ, Eduardo y SALAZAR, Giovanni Digestibilidad aparente de forrajes abonos y maíz (*Zea mays*) en cuyes (*Cavia porcellus*) Trabajo de grado (zootecnista). Colombia 1995, 150 pag. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia

INFOAGRO, El compostaje [ en línea]. INFOAGRO [ESPAÑA] 2004 [citado 15 marz., 2007]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.INFOAGRO.COM>>

INIA-CIID. Investigaciones en cuyes. [ en línea] Informe Técnico N° 6 94. 197 [Perú] 1993 [citado el 20 de Julio] disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/v652s/w652s00.htm#topOfpage>>

MAC DONALD, *et al.* Nutrición animal, Zaragoza. Ed: Acribia. 1995. 576 p.

MAYNARD, Leonard. Nutrición animal. México. Ed. Mag Graw Hill. 1981. p. 143.

MENDEZ Gloria Abonos orgánicos, principios aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed: Universidad de Costa Rica. San José de Costa Rica 2003 212 p.

MORA Jairo E IMBRAHIM Muhammad. Diversificación de fincas pecuarias. [ en línea] [Bogota Colombia] 2005 citado 22 de Marzo de 2008 disponible en internet <URL: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia4/síntesis/htm>

MORENO, R.A. El cuy. 2a ed. Lima, UNA. [ en línea] [La Molina Perú].1989. [citado el 20 de julio] disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/v652s/w652s00.htm#topOfpage>>

MUESES P. Adrian. Evaluación de rendimientos productivos en cuyes de levante y engorde alimentados con alfalfa (*Medicago sativa*) y pasto aubade (*Loium sp*) en la vereda San Francisco municipio de Carlosama departamento de Nariño. Colombia 106 p. Trabajo de grado (Zootecnista) Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Facultad de ciencias agrícolas, Programa de Zootecnia.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1978. Nutrient requirements of laboratory animals. 33 ed. Washington. D.C., National Academy of Science. 65p.

NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto Kikúyo (*penisetum clandestinum hoechst*) a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno. Bogota Colombia. 1996 150p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia.

NOGUERA P. Sandra y CERÓN B. Johana Efecto de la zeolita sobre la productividad del pasto kikúyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) bajo diferentes niveles de fertilización mineral. Pasto Colombia 2007, 84 p Trabajo de grado (zootecnista) Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

RAMIREZ, Sonia e HIDALGO, Francisco. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto, Colombia: 1998, 150 p..Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias, Programa de Zootecnia.

RESTREPO. R, Elaboración de abonos orgánicos fermentados Bogota 2001

VAN SOEST, Nutritional ecology of the ruminant. New York, Cornell University press. 1994. 476 p.

ZALDIVAR, A.M. y ROJAS, S.. Tratamientos dietéticos en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones Agropecuarias del Perú.1968. Lima, 165p

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Análisis muestra de suelos, lote experimental.**

Muestras		Unidad	6767
pH, Potenciómetro Relación suelo: Agua (1:1)			5.8
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)		%	3.9
Densidad aparente		g/cc	1.0
Fósforo (P) Bray II		meq/100 g	81
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)			12.8
calcio de Cambio	H <sub>3</sub> COOHNH <sub>4</sub> 1NpH7		3.3
Magnesio de Cambio			0.70
Potasio de Cambio		0.70	
aluminio de Cambio	KCl 1N	0.35	
Hierro	Extracción con DTPA	ppm	44.00
Magnesio			0.17
Cobre			0.28
Zinc			0.60
Boro ppm, Método de agua caliente			0.03
F= franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso-L=Limoso, Grado textura			A
Nitrógeno total%			0.18
Carbono Orgánico%			2.27

## **Anexo 2. Cálculo de la cantidad de fertilizante a aplicar en base a nitrógeno.**

- **$RNP - CNS = QNA$**

Donde:

RNP: Requerimiento de nitrógeno para la planta.

CNS: contenido de nitrógeno del suelo

QNR= Cantidad de nitrógeno a aplicar

- **$CNA - \% \text{mineralización}^{1er} \text{ año} = CNDA$**

CNA: Contenido de nitrógeno del abono

CNDA: Contenido de nitrógeno disponible del abono.

- **$QAK = \frac{QNR \times 100}{CNDA}$**

**Donde:**

QAK: cantidad de abono a aplicar en Kg.

QNR: Cantidad de nitrógeno a aplicar

CNDA: Contenido de nitrógeno a aplicar.

**Anexo 3. Análisis de varianza prueba de tukey para la variable producción de biomasa en base seca corte 1**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	23490.72479	7830.24160	14.18	<.0001
Error	16	8833.07632	552.06727		
Corrected Total	19	32323.80112			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	y3 Mean		
0.726732	15.58658	23.49611	150.7458		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	3	23490.72479	7830.24160	14.18	<.0001

**Tukey's Studentized Range producción de biomasa**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha		0.05		
Tukey Grouping	Mean	N	trata	
A	12.1236	5	3	
B	8.2638	5	2	
B				
C B	7.8525	5	4	
C				
C	6.1757	5	1	



**Anexo 5. Análisis de varianza prueba de tukey para la variable altura de la planta**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	563.2700000	187.7566667	225.67	<.0001
Error	16	13.3120000	0.8320000		
Corrected Total	19	576.5820000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	alt2 Mean		
0.976912	1.830504	0.912140	49.83000		

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	3	563.2700000	187.7566667	225.67	<.0001

**Tukey's studentized range (hsd) producción de biomasa**

Means with the same letter are not significantly different.  
Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	58.9600	5	3
B	47.4400	5	2
B	47.1200	5	4
B	45.8000	5	1

**Anexo 6. Análisis de varianza prueba de tukey para la variable índice de área foliar**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	118.5291610	39.5097203	46.24	<.0001
Error	16	13.6725317	0.8545332		
Corrected Total	19	132.2016926			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	y1 Mean		
0.896578	10.99680	0.924410	8.406167		

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	3	118.5291610	39.5097203	46.24	<.0001

Tukey's Studentized Range  
Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	12.2310	5	3
B	8.2455	5	2
B	7.6552	5	4
C	5.4929	5	1

**Anexo 7. Análisis de varianza prueba de tukey para la variable índice de área foliar**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	94.8253954	31.6084651	26.70	<.0001
Error	16	18.9418928	1.1838683		
Corrected Total	19	113.7672882			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	y2 Mean		
0.833503	12.64607	1.088057	8.603917		

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	3	94.82539542	31.60846514	26.70	<.0001

**Tukey's Studentized Range producción de biomasa**

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	12.2310	5	3
B	8.2455	5	2
B	7.6552	5	4
C	5.4929	5	1

**Anexo 8. Análisis de varianza prueba de tukey para la variable profundidad radicular corte 1**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	12.40000000	4.13333333	6.74	0.0038
Error	16	9.80800000	0.61300000		
Corrected Total	19	22.20800000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	y5 Mean		
0.558357	3.808089	0.782943	20.56000		

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	3	12.40000000	4.13333333	6.74	0.0038

**Tukey's Studentized Range (HSD) profundidad radicular**

Means with the same letter are not significantly different.  
Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	517.02	5	3
B	330.19	5	4
B	296.16	5	2
C	247.94	5	1

**Anexo 9. Análisis de varianza prueba de tukey para la variable profundidad radicular corte 2**

Source	Sum of DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3.67200000	1.22400000	4.60	0.0166
Error	16	4.25600000	0.26600000		
Corrected Total	19	7.92800000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	y6 Mean		
0.463169	1.757846	0.515752	29.34000		

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	3	3.67200000	1.22400000	4.60	0.0166

**Tukey's Studentized Range (HSD) profundidad radicular C.2**

Means with the same letter are not significantly different.  
Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	21.4800	5	1
A			
A	21.0400	5	4
A			
B A	20.3200	5	2
B			
B	19.4000	5	3



**Anexo 11. análisis de varianza prueba de tukey para la variable consumo de alimento en el periodo 1.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	13.36111111	6.68055556	2.04	0.1641
Error	15	49.04166667	3.26944444		
Corrected Total	17	62.40277778			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	cas2 Mean
0.214111	4.775772	1.808161	37.86111

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	13.36111111	6.68055556	2.04	0.1641

**Tukey's Studentized Range (HSD) consumo de alimento P.1**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	39.000	6	3
A			
A	37.667	6	2
A			
A	36.917	6	1

**Anexo 12. análisis de varianza prueba de tukey para la variable consumo de alimento en el periodo 2.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	18.58333333	9.29166667	2.29	0.1358
Error	15	60.91666667	4.06111111		
Corrected Total	17	79.50000000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	cas4 Mean		
0.233753	3.964367	2.015220	50.83333		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	18.58333333	9.29166667	2.29	0.1358

**Tukey's Studentized Range (HSD) consumo de alimento**

Means with the same letter are not significantly different.  
Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	52.250	6	3
A			
A	50.333	6	2
A			
A	49.917	6	1

**Anexo 13. análisis de varianza prueba de tukey para la variable consumo de alimento en el periodo 3.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1.19444444	0.59722222	0.09	0.9115
Error	15	96.04166667	6.40277778		
Corrected Total	17	97.23611111			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	cas6 Mean
0.012284	3.775108	2.530371	67.02778

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	1.19444444	0.59722222	0.09	0.9115

**Tukey's Studentized Range (HSD) consumo de alimento P.3**

Means with the same letter are not significantly different.  
Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	67.250	6	1
A			
A	67.167	6	3
A			
A	66.667	6	2

**Anexo14. consumo de alimento forraje verde /animal en el periodo 1**

<i>tratamiento</i>	<i>replica</i>	<i>Alimento ofrecido</i>	<i>Alimento consumido</i>	<i>Alimento rechazado</i>	<i>pasto rechazado</i>	<i>Alfalfa rechazado</i>
<b>T0</b>	R1	220	170	50	22,5	27,5
	R2	220	190	30	13,5	16,5
	R3	220	182,5	37,5	16,875	20,625
	R4	220	192,5	27,5	12,375	15,125
	R5	220	192,5	27,5	12,375	15,125
	R6	220	180	40	18	22
	Promedio			184,5833333	35,4166667	15,9375
<b>T1</b>	R1	220	190	30	13,5	16,5
	R2	220	185	35	15,75	19,25
	R3	220	195	25	11,25	13,75
	R4	220	197,5	22,5	10,125	12,375
	R5	220	182,5	37,5	16,875	20,625
	R6	220	180	40	18	22
	Promedio			188,3333333	31,6666667	14,25
<b>T2</b>	R1	220	210	10	4,5	5,5
	R2	220	200	20	9	11
	R3	220	202,5	17,5	7,875	9,625
	R4	220	190	30	13,5	16,5
	R5	220	182,5	37,5	16,875	20,625
	R6	220	185	35	15,75	19,25
	Promedio			167,6666667	22,6666667	12,125

**Anexo 15. consumo de alimento forraje verde/ animal en el periodo 2**

<i>tratamiento</i>	<i>replica</i>	<i>Alimento ofrecido</i>	<i>Alimento consumido</i>	<i>Alimento rechazado</i>	<i>pasto rechazado</i>	<i>Alfalfa rechazado</i>
<b>T0</b>	R1	300	235	65	31,85	33,15
	R2	300	250	50	24,5	25,5
	R3	300	245	55	26,95	28,05
	R4	300	257,5	42,5	20,825	21,675
	R5	300	262,5	37,5	18,375	19,125
	R6	300	247,5	52,5	25,725	26,775
	Promedio			249,583333	50,4166667	24,7041667
<b>T1</b>	R1	300	250	50	24,5	25,5
	R2	300	245	55	26,95	28,05
	R3	300	260	40	19,6	20,4
	R4	300	257,5	42,5	20,825	21,675
	R5	300	247,5	52,5	25,725	26,775
	R6	300	250	50	24,5	25,5
	Promedio			251,666667	48,3333333	23,6833333
<b>T2</b>	R1	300	280	20	9,8	10,2
	R2	300	267,5	32,5	15,925	16,575
	R3	300	267,5	32,5	15,925	16,575
	R4	300	260	40	19,6	20,4
	R5	300	245	55	26,95	28,05
	R6	300	247,5	52,5	25,725	26,775
	Promedio			261,25	38,75	18,9875

**Anexo16. consumo de alimento forraje verde/animal en el periodo 3**

<i>tratamiento</i>	<i>replica</i>	<i>Alimento ofrecido</i>	<i>Alimento consumido</i>	<i>Alimento rechazado</i>	<i>pasto rechazado</i>	<i>Alfalfa rechazado</i>
<b>T0</b>	R1	360	320	40	20,8	19,2
	R2	360	330	30	15,6	14,4
	R3	360	337,5	22,5	11,7	10,8
	R4	360	345	15	7,8	7,2
	R5	360	350	10	5,2	4,8
	R6	360	335	25	13	12
	Promedio			336,25	23,75	12,35
<b>T1</b>	R1	360	325	35	18,2	16,8
	R2	360	342,5	17,5	9,1	8,4
	R3	360	335	25	13	12
	R4	360	320	40	20,8	19,2
	R5	360	355	5	2,6	2,4
	R6	360	355	5	2,6	2,4
	Promedio			338,75	21,25	11,05
<b>T2</b>	R1	360	355	5	2,6	2,4
	R2	360	340	20	10,4	9,6
	R3	360	345	15	7,8	7,2
	R4	360	332,5	27,5	14,3	13,2
	R5	360	322,5	37,5	19,5	18
	R6	360	320	40	20,8	19,2
	Promedio			335,833333	24,1666667	12,5666667

## Anexo 17. Consumo de alimento M.S. por periodos

<b>Consumo de alimento etapa levante g. de periodo 1</b>				
<b>Replica</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
1	510	570	630	
2	570	555	600	
3	547.5	585	607.5	
4	577.5	592.5	570	
5	577.5	547.5	547.5	
6	540	540	555	
<b>Prom repli</b>	<b>553.75</b>	<b>565</b>	<b>585</b>	
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>36.91</b>	<b>37.66</b>	<b>39</b>	

<b>Consumo de alimento etapa de levante g. periodo 2</b>				
<b>Replica</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
1	705	750	840	
2	750	735	802.5	
3	735	780	802.5	
4	772.5	772.5	780	
5	787.5	742.5	735	
6	742.5	750	742.5	
<b>Prom repli</b>	<b>748.75</b>	<b>755</b>	<b>783.75</b>	
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>49.91</b>	<b>50.33</b>	<b>52.25</b>	

<b>Consumo de alimento etapa de levante g. periodo 3</b>				
<b>Replica</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
1	960	975	1065	
2	990	1027.5	1020	
3	997.5	1005	1035	
4	1035	967.5	997.5	
5	1050	960	967.5	
6	1005	1065	960	
<b>Prom repli</b>	<b>1006.25</b>	<b>1000</b>	<b>1007.5</b>	
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>67.08</b>	<b>66.66</b>	<b>67.16</b>	

<b>Consumo de alimento promedio periodo etapa de levante g.</b>				
<b>Periodo de Evaluación</b>	<b>T0. 70% Aubade + 30% Alfalfa</b>	<b>T1. 70% Aubade + 30% Alfalfa</b>	<b>T2. 70% Aubade + 30% Alfalfa</b>	
X/Periodo 1	36.91	37.66	39	
X/periodo 2	49.91	50.33	52.25	
X/periodo 3	67.08	66.66	67.16	
<b>X/Etapa/levante</b>	<b>51.3</b>	<b>51.55</b>	<b>52.80</b>	

**Anexo 18. análisis de varianza prueba de tukey para la variable incremento de peso etapa de levante**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	3226.897900	1613.448950	15.80	0.0002
Error	15	1532.012500	102.134167		
Corrected Total	17	4758.910400			
R-Square					
Coeff Var					
Root MSE					
ipt Mean					
0.678075	2.325247	10.10614	434.6267		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	3226.897900	1613.448950	15.80	0.0002

**Tukey's Studentized Range (HSD) incremento de peso**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	450.828	6	2
B	435.013	6	3
C	418.038	6	1



**Anexo 20. análisis de varianza prueba de tukey para la variable incremento de peso periodo 2**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	148357.977	74178.988	0.96	0.4037
Error	15	1153973.221	76931.548		
Corrected Total	17	1302331.197			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ips4 Mean
0.113917	137.9348	277.3654	201.0844

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	148357.9767	74178.9884	0.96	0.4037

**Tukey's Studentized Range (HSD) incremento de peso P.2**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	138.1	6	2
A			
A	135.7	6	3
A			
A	131.5	6	1

**Anexo 21. análisis de varianza prueba de tukey para la variable incremento de peso periodo 3**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	102.6781444	51.3390722	3.38	0.0616
Error	15	228.0641500	15.2042767		
Corrected Total	17	330.7422944			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ips6 Mean
0.310448	3.036326	3.899266	128.4206

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	102.6781444	51.3390722	3.38	0.0616

**Tukey's Studentized Range (HSD) incremento de peso P.3**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	130.942	6	2
A			
A	129.107	6	3
A			
A	125.213	6	1

**Anexo 22. Incremento de peso por periodos**

<b><i>Incremento de peso en la 2 da semana de levante gms.</i></b>			
<b>Replica</b>	<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1	151	188,83	163,16
2	163,33	182,1	155,33
3	162,83	181,83	161,66
4	154	185,16	171,5
5	156,66	170,5	182,1
6	161,66	184,33	176,5
<b>Prom. repli</b>	158.24	182.12	168.37
<b>Prom/anml/DIA</b>	10.54	12.14	11.22

<b><i>Incremento de peso en la 4 da semana de levante gms.</i></b>			
<b>Replica</b>	<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1	121,33	137,83	134,33
2	140,33	139,5	135
3	133,66	139,66	134,66
4	136,83	138,33	138,8
5	134,66	137,5	138,1
6	131	135,5	133,5
<b>Prom repli</b>	132.96	138.05	135.5
<b>Prom/anml/dia</b>	8.86	9.20	9.04

<b><i>Incremento de peso en la 6 da semana de levante g.</i></b>			
<b>Replica</b>	<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1	113,83	130,5	129,33
2	132,8	129,83	129,16
3	124,16	131,16	127,66
4	127,16	132,83	127,33
5	128	132,83	132
6	125,33	128,5	129,16
<b>Prom repli</b>	125.21	130.94	129.10
<b>Prm/anm/dia</b>	8.34	8.72	8.60

<b><i>Incremento de peso X/periodo da semana de levante gms</i></b>			
<b>Periodo de Evaluación</b>	<b>TO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
X/Periodo 1	10.54B	12.14A	11.22B
X/periodo 2	8.86A	9.20A	9.04A
X/periodo 3	8.34A	8.72A	8.60A
<b>X/Etapa/levante</b>	9.24C	10.02A	9.62B

**Anexo 23. análisis de varianza y prueba de tukey para la variable conversión alimenticia etapa de levante**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.52647778	0.26323889	4.60	0.0277
Error	15	0.85850000	0.05723333		
Corrected Total	17	1.38497778			
R-Square					
0.380134	Coeff Var	Root MSE	calitt Mean		
	4.447664	0.239235	5.378889		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	2	0.52647778	0.26323889	4.60	0.0277

**Tukey's Studentized Range (HSD) conversión alimenticia**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	5.5383	6	1
A			
B A	5.4567	6	3
B			
B	5.1417	6	2

**Anexo 24. análisis de varianza y prueba de tukey para la variable conversión alimenticia periodo 1.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.75487778	0.37743889	3.23	0.0680
Error	15	1.75076667	0.11671778		
Corrected Total	17	2.50564444			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	calcs2 Mean		
0.301271	10.00572	0.341640	3.414444		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	0.75487778	0.37743889	3.23	0.0680

**Tukey's Studentized Range (HSD) conversión alimenticia P.1**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	3.6100	6	3
A			
A	3.5017	6	1
A			
A	3.1317	6	2

**Anexo 25. análisis de varianza y prueba de tukey para la variable conversión alimenticia periodo 2.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	282.643333	141.321667	0.91	0.4228
Error	15	2323.820717	154.921381		
Corrected Total	17	2606.464050			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	cvs4 Mean		
0.108439	147.3278	12.44674	8.448333		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
trata	2	282.6433333	141.3216667	0.91	0.4228

**Tukey's Studentized Range (HSD) conversión alimenticia P.2**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha 0.05

Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	14.048	6	1
A			
A	5.832	6	3
A			
A	5.465	6	2

**Anexo 26. análisis de varianza y prueba de tukey para la variable  
Conversión alimenticia periodo 3.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.54573333	0.27286667	2.00	0.1694
Error	15	2.04306667	0.13620444		
Corrected Total	17	2.58880000			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	cvals6 Mean		
0.210806	4.709386	0.369059	7.836667		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	2	0.54573333	0.27286667	2.00	0.1694

**Tukey's Studentized Range (HSD) conversión alimenticia P.3**

Means with the same letter are not significantly different.

Alpha	0.05		
Tukey Grouping	Mean	N	trata
A	8.0633	6	1
A			
A	7.8067	6	3
A			
A	7.6400	6	2

**Anexo 27. conversión alimenticia por periodos**

<b>Conversión alimenticia periodo 1</b>			
<b>Replica</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1	3.37	3.02	3.86
2	3.49	3.04	4.44
3	3.36	3.21	3.9
4	3.77	3.20	3.32
5	3.68	3.21	3
6	3.34	2.93	3.14
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>3.50</b>	<b>3.10</b>	<b>3.61</b>

<b>Conversión alimenticia periodo 2</b>			
<b>Replica</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1	5.81	5.44	6.25
2	5.34	5.26	5.94
3	5.49	5.58	5.96
4	5.04	5.58	5.62
5	5.02	5.40	5.32
6	4.59	5.53	5.56
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>5.21</b>	<b>5.46</b>	<b>5.77</b>

<b>Conversión alimenticia periodo 3</b>			
<b>Replica</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
1	8.44	7.47	8.23
2	7.45	7.91	7.89
3	8.16	7.66	8.13
4	8.11	7.28	7.84
5	8.20	7.23	7.32
6	8.02	8.29	7.43
<b>Prm/anm/dia</b>	<b>8.06</b>	<b>7.64</b>	<b>7.80</b>

<b>Conversión alimenticia X/periodo de la etapa de levante gms</b>			
<b>Periodo de Evaluación</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
X/Periodo 1	3.50B	3.10A	3.61B
X/periodo 2	5.21A	5.46A	5.77A
X/periodo 3	8.06A	7.64A	7.80A
<b>X/Etapa/levante</b>	<b>5.59</b>	<b>5.4</b>	<b>5.72</b>

## Anexo 28. Costo de producción compost

Concepto	tratamientos			
	TO	T1	T2	T3
<b>costos fijos</b>				
<b>Costo estiércoles</b>	0	15000	5000	10000
CAL	0	16000	16000	16000
Carbón	0	7000	7000	7000
Melaza	0	1500	1500	1500
<b>Cal dolomita</b>	0	1750	1750	1750
<b>mano de obra</b>	0	7000	7000	7000
<b>Subtotal</b>	0	48250	38250	43250
<b>costo/Kg compost</b>	0	96,5	76,5	86,5

## Costo De producción pasto Bestfor

Concepto	tratamientos			
	TO	T1	T2	T3
<b>costos fijos</b>				
costo fer. Orgánico	0	13413	14458,5	43492
compra de semilla	16000	16000	16000	16000
	10000	10000	10000	10000
mano de obra siembra	20000	20000	20000	20000
mano de obra control	10000	10000	10000	10000
malezas				
<b>Subtotal</b>	56000	69413	70458,5	99492
Producción de forraje/Ha	2480	2960	5170	3300
<b>costo/Kg/M.S</b>	22,59	23,45	13,63	30,15

