



Theses and Dissertations

2003

Digestibility of legumes and grassy forages in guinea pig feeding

Javier Americo Campos Villarroel
Brigham Young University - Provo

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Animal Sciences Commons](#)

BYU ScholarsArchive Citation

Campos Villarroel, Javier Americo, "Digestibility of legumes and grassy forages in guinea pig feeding" (2003). *Theses and Dissertations*. 5341.
<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5341>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact ellen_amatangelo@byu.edu.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

"MARTÍN CARDENAS"



**DIGESTIBILIDAD DE LEGUMINOSAS Y GRAMÍNEAS
FORRAJERAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES**

**TESIS DE GRADO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

JAVIER AMERICO CAMPOS VILLARROEL

**COCHABAMBA - BOLIVIA
2003**

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

A la Universidad Mayor de San Simón y a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas".

Al "INSTITUTO BENSON", por darme la oportunidad de realizar la presente investigación con un apoyo profesional y una muy linda amistad.

A la Ing .Agr. M. Sc. Elizabeth Rico N, por que el transmitir los conocimientos es una tarea digna del profesional. Gracias Inge. por su importante guía y sincera amistad como asesor y jefa.

A la Lic. Claudia Rivas, por su dedicada revisión, apoyo intelectual y preciada amistad.

Al Dr. Melicio Siles C., por su gran esfuerzo como educador y por demostrarnos que cree en nosotros los jóvenes estudiantes.

Al Ing. Agr. Franz Gutiérrez, por brindarme su valiosa y desprendida ayuda.

Al Ing. Agr. Vladimir Plata, por su colaboración en la elaboración de este trabajo.

A mi querido tío Willy y flia., por su ejemplo y empuje al éxito.

A Susana, por su especial amistad y cariño.

A la familia Rodríguez, por el constante apoyo y hacerme sentir como uno más de la familia.

A los amigos incondicionales: Antonio, Boris, Víctor Hugo, Roger, Rafael GRACIAS CHICOS!!!!!!

*Mirar de frente al éxito
equivale asomarse aun
precipicio: se retrocede a
tiempo o se cae en él para
siempre. Es un abismo
irresistible, como una boca
juvenil que invita al beso;
pocos retroceden.*

—— José Ingenieros.

DEDICATORIA

A mis padres y hermana:

Por que el ejemplo y amor de la familia
nos llena de fuerzas para seguir adelante
en la vida.

A mis queridos abuelitos Judith y
Julián y mis tíos (Gastón, José, Willy y
Nano).

A mi tío Alfredo Q.E.P.D.

A mis Abuelitos Efraín y Maria
Q.E.P.D.

CONTENIDO

	Página
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 NUTRICIÓN DE LOS CUYES	3
2.2 DIGESTIBILIDAD	4
2.2.1 Factores que afectan a la digestibilidad	4
2.2.2 Determinación de la digestibilidad	5
2.2.3 Digestibilidad de la proteína.....	6
2.2.4 Digestibilidad de la energía.....	7
2.2.5 Digestibilidad y coeficientes de digestibilidad de fibra.....	8
2.2.6. Evaluación bromatológica y biológica de la excreta de cuyes.....	9
2.3 FISIOLÓGIA DEL APARATO DIGESTIVO DEL CUY.....	10
2.3.1 Cecotrofia.....	10
2.4 CONSUMO DE ALIMENTO.....	11
2.4.1 Consumo voluntario	13
2.4.2 Selección cualitativa de alimentos	14
2.5 PALATABILIDAD	15
2.5.1 Factores que afectan la palatabilidad.....	17
2.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS FORRAJES ESTUDIADOS	17
Arvejilla (<i>Vicia villosa</i>)	17
Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	18
Rye Grass Italiano (<i>Lolium multiflorum</i>)	19
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	19
III MATERIALES Y METODOS	21
3.1 LOCALIZACIÓN	21
3.2 MATERIALES	21
3.2.1 Material Biológico	21
3.2.2 Material de laboratorio.....	22
3.2.3 Material de escritorio.....	23
3.2.4 Insumos.....	23
3.3 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO.....	23
3.3.1 Tratamientos.....	23
3.3.2 Diseño experimental.....	24
CONSUMO DE ALIMENTO.....	26
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	27
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 DIGESTIBILIDAD DEL ALIMENTO EN CUYES	29
4.2 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA.....	29
4.3 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEÍNA.....	31

4.4 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA	34
4.5 ENERGÍA DIGESTIBLE	36
4.6 CONSUMO DE MATERIA SECA.....	38
4.7 VALOR ECONÓMICO DE SUSTITUCIÓN.....	40
V CONCLUSIONES.....	42
VI RESUMEN	43
VII CITAS BIBLIOGRAFICAS	45
ANEXOS.....	49

CUADROS

Página

Cuadro 1. Requerimiento nutritivo de cuyes.....	4
Cuadro 2. Digestibilidad aparente de la proteína en cuatro diferentes forrajes	7
Cuadro 3. Contenido de energía digestible de algunos forrajes.....	8
Cuadro 4: Coeficientes de digestibilidad de la fibra de algunos forrajes e insumos...9	
Cuadro 5. Composición química de excreta de cuyes adultos alimentados con diferentes forrajes mas un alimento balanceado.....	9
Cuadro 6. Digestibilidad aparente de la materia seca de la chala de maíz y alfalfa en cuyes.....	11
Cuadro 7. Comportamiento del consumo ante diferentes valores de energía digestible	12
Cuadro 8. Comparación de consumo de alimento por línea.....	12
Cuadro 9. Consumo de forrajes tropicales	14
Cuadro 10. Factores que afectan la ingestión de los alimentos.....	15
Cuadro 11. tabla de palatabilidad de concentrados y forrajes por cuyes.....	16
Cuadro 12: Composición de <i>Vicia villosa</i> en dos estadios de desarrollo.....	18
Cuadro 13: Valor nutritivo del trébol rojo en diferentes estadios fisiológicos.....	19
Cuadro 14. Composición química de alfalfa.....	20
Cuadro 15. Pesos y edades de los animales en estudio	22
Cuadro 16. Probabilidades de significancia de los efectos fijos (tratamientos).....	29
Cuadro 17. V.E.S Patrón de pago proteína.....	41
Cuadro 18. V.E.S Patrón de pago fibra	41
Cuadro 19. V.E.S Patrón de pago energía.....	41

FIGURAS

	Página
Figura 1. Coeficiente de digestibilidad de la fibra por tratamiento.....	30
Figura 2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína por tratamiento	32
Figura 3. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca por tratamiento	34
Figura 4. Coeficiente de digestibilidad de la energía por tratamiento.....	36
Figura 5. Consumo de materia seca por tratamiento	38

I INTRODUCCIÓN

En la gestión 2000 - 2001 en el Departamento de Cochabamba, la cantidad de cuyes vendidos por el proyecto "MEJOCUY" para el consumo humano y como pie de cría han incrementado con relación a gestiones anteriores en un 46.59% (MEJOCUY, 2002). La crianza del cuy ha pasado del consumo familiar en el sector rural a una producción familiar comercial, tendiente a pequeñas empresas y con el conocimiento básico de técnicas de manejo reproductivo, nutricional, alimenticio y sanitario, lo cual logra una producción de mayor calidad con buena aceptación en el mercado.

En el departamento de Cochabamba, el Proyecto de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia "MEJOCUY", viene realizando investigaciones en las áreas de genética, manejo, reproducción, nutrición, alimentación y sanidad del cuy. En el área de nutrición se han realizado investigaciones acerca de la digestibilidad de algunos forrajes en la alimentación del cuy tales como la alfalfa, cebada, triticale, avena y maíz forrajero (Quino, 1996), ya que estos forrajes se cultivan en el departamento de Cochabamba para la alimentación del cuy y no se conocía el aporte nutricional de estos para este animal. Muchos de estos forrajes son producidos por el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" y la Empresa de Semillas Forrajeras Sociedad Anónima Mixta "SEFO-SAM", las cuales han logrado avances en la producción de especies forrajeras para el consumo de diferentes especies animales; sin embargo, no se han realizado investigaciones en digestibilidad de los forrajes de la vicia villosa, trébol rojo y rye grass italiano, desconociendo así el aporte nutritivo que podrían tener estos en la alimentación del cuy.

En algunos sectores, en los cuales se dedican a la producción cuyicola en los valles de Cochabamba, la disponibilidad de fuentes alimenticias es escasa, por estar condicionada a las lluvias y costos de los insumos a través del año, hecho que incide directamente en la disminución de la producción cárnica del animal. Por tanto, es conveniente realizar estudios de la digestibilidad de especies vegetales que puedan adaptarse a diferentes condiciones de clima y al mismo tiempo ser nuevas fuentes

nutritivas para el cuy con un excelente aporte nutricional, como son los forrajes de la vicia villosa, trébol rojo y rye grass italiano, que aportan entre 60 a 85 % de materia seca y de 11 a 13 % de proteína, los cuales han tenido como resultado un alto índice de producción cárnica (550 kg/P.V.) y de leche (28 – 35 kg/día) en el ganado bovino (Aguila, 1997); Sin embargo, no se conoce la respuesta que podrían tener en el cuy.

Conocer los coeficientes de digestibilidad de las especies forrajeras propuestas proporcionará a los interesados en la cría del cuy información acerca de nuevas fuentes nutritivas digeribles y palatables, además con estos datos será posible la elaboración de una tabla de coeficientes de digestibilidad para la formulación de dietas, factor importante para un eficiente manejo del cuy.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Conocer la digestibilidad de los componentes nutritivos de los forrajes de la vicia villosa, trébol rojo y *Lolium multiflorum* en el cuy en la ciudad de Cochabamba, provincia Kanata.

Objetivos específicos

- Determinar el coeficiente de digestibilidad de la fibra, proteína, materia seca y energía de la vicia villosa, trébol rojo y *Lolium multiflorum*.
- Definir y comparar la palatabilidad mediante el consumo voluntario de las especies en estudio.
- Determinar el Valor Económico de Sustitución (V.E.S.), de los forrajes empleados.

Hipótesis

Ha: Existen diferencias significativas entre los coeficientes de digestibilidad de la vicia villosa, trébol rojo y *Lolium multiflorum*.

II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Nutrición de los cuyes

Los cuyes son herbívoros consumidores de grandes cantidades de alimento, que a diferencia de otros animales de cría doméstica, crecen con más velocidad en relación a su peso (Aliaga, 1979). Por tanto, conocer los requerimientos nutritivos de los cuyes permite elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y reproducción (FAO, 1997).

Los nutrientes requeridos por los cuyes en términos cualitativos, son similares a los requeridos por otras especies domésticas y están constituidos por proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas. Cuantitativamente, las necesidades relativas de los diferentes nutrientes dependen de la edad, genotipo, estado fisiológico y medio ambiente (Vergara, 1992 mencionado por Villegas, 1993).

Por su sistema digestivo, el régimen alimenticio que reciben los cuyes es a base de forraje y otros insumos nutritivos. El aporte de nutrientes proporcionado por el forraje depende de diferentes factores, entre ellos: la especie del forraje, estado de maduración, época de corte, entre otros (FAO, 1997).

Los forrajes son fuente básica en la alimentación del cuy, el aporte de celulosa, agua y vitamina C de estos vegetales cubren las necesidades del cuy, el cual consume diariamente una cantidad en base natural en un 30 % de su peso vivo, porcentaje que es mayor al de cualquier herbívoro (Mollo, 1994).

En el Cuadro 1, se presentan los requerimientos nutritivos más importantes en la alimentación del cuy, expresados en porcentajes, kcal/kg y mg respectivamente, en las etapas de mayor importancia como son la gestación, lactancia y crecimiento.

Cuadro 1. Requerimiento nutritivo de cuyes

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED (1)	(kcal/kg)	2800	3000	2800
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

FUENTE: Nutrient requirements of laboratory animals. 1990. Universidad de Nariño, Pasto (Colombia), citado por Caycedo, 1992.

¹ Energía digestible.

2.2 Digestibilidad

La digestibilidad se define como el porcentaje de un nutriente dado, que se digiere (es decir que desaparece) a su paso por el tubo gastrointestinal, este proceso es comúnmente expresado en términos de coeficiente que es el porcentaje digerido de cada principio nutritivo (Halley, 1983 y Morrison, 1977 mencionados por Mollo, 1994). Las pruebas de digestibilidad permiten calcular por diferencia el grado de desaparición de los nutrientes debido a la absorción, además de conocer el contenido de Nutrientes Digestibles Totales (NDT).

2.2.1 Factores que afectan a la digestibilidad

La digestibilidad de un alimento está afectada por factores tales como la composición química y preparación de los alimentos, composición de la ración, factor animal y nivel de alimentación (Villegas, 1993).

a) Preparación de los alimentos

Carvajal (1998), menciona que la preparación de los alimentos ordinariamente comprende los tratamientos aplicados a los alimentos, tales como: cortar, aplastar, moler y la cocción. Las consideraciones anteriores son confirmadas por Ensminger

(1983), quien indica que el alimento que se da a un animal puede no ser tan digestible como el mismo alimento administrado en otra forma.

b) Factor animal

Morrison (1977), citado por Mollo (1994), explica que el coeficiente de digestibilidad, además de la capacidad de cada especie para aprovecharlo, varía según la clase, edad y sexo del animal. Los diversos estados fisiológicos como la preñez, se comportan como un alza del coeficiente de digestibilidad, sobre todo de las grasas y lípidos.

c) Nivel de alimentación

Shimada (1983), confirma que el nivel de alimentación está relacionada con el incremento ó disminución de la cantidad de un alimento que es consumido por el animal, modifica la tasa de velocidad del pasaje de la ingesta.

2.2.2 Determinación de la digestibilidad

Existen varios métodos para determinar la digestibilidad, en general consisten en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, luego se procede a medir y analizar las heces, además la aplicación del método que se utiliza para la determinación de la digestibilidad está en función de la especie, sexo, habilidad digestiva y tipo de ración a utilizarse en la experimentación (Mollo, 1994).

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 (FAO, 1997). Según Crampton y Harris (1974), los métodos más utilizados para la determinación de la digestibilidad en cuyes son: por diferencia, por indicadores y por el método convencional.

El método convencional se usa cuando el alimento en estudio constituye el 100 % de la dieta, es decir, que es consumido sin problema alguno por el animal, por el contrario, si el alimento no constituye una dieta completa, la determinación de la digestibilidad se realiza en forma indirecta. Castro y Chirinos citados por Porras (1990), y mencionados por Mollo (1994), señalan que el ensayo de digestibilidad consta de dos fases; la fase pre – experimental y la fase experimental.

La fase pre – experimental, en la que el animal es sometido a un periodo de adaptación a la ración que se quiere evaluar; también a la modificación y/o adaptación de la microflora gastrointestinal, y al ajuste del consumo voluntario en un nivel estable, con una duración de 2 a 4 días, dependiendo de la especie animal y la naturaleza de la dieta a estudiar (Rojas, 1972).

En la fase experimental se registra cuidadosamente el consumo de alimento y su respectiva producción de heces, sin que se contamine con la orina y otros productos (pelos, alimentos etc.). Finalmente el alimento muestreado y las heces son secadas y molidas para su respectivo análisis. Esta fase tiene un promedio de duración de 7 días.

2.2.3 Digestibilidad de la proteína

Bonn et al. (1991), mencionado por Fuentes (1997), indica que la proteína es un elemento estructural dominante en el organismo animal desde el punto de vista cuantitativo, además, se considera a la proteína como “material” constituyente, que ocupa una posición fundamental en todo organismo, y de importancia en el cual, el cual tiene altos requerimientos de proteína en las etapas de recría, reproducción y lactancia.

Crampton (1974), mencionado por Mollo (1994), indica que la digestibilidad aparente de la proteína de un alimento, es en parte, función del porcentaje de proteína que contiene. De esta manera, cuando no intervienen otros factores, a mayor porcentaje

de proteína en la ración suele corresponder un mayor porcentaje de digestibilidad aparente. Por otra parte, pocos aminoácidos esenciales han sido estudiados como requerimientos del cuy, por ejemplo la arginina estudiada por Reid y Mickelsen citados por Vergara (1992), con dietas a base de caseína, determinaron que se digiere al nivel de 1.26 %, el triptófano de 0.16 a 0.20 %. *Type et. al.* (1985), sugiere 0.70 % de lisina para dietas purificadas en la etapa de 3 a 6 semanas de edad que promueve un óptimo crecimiento y retención de nitrógeno.

El cuy digiere la proteína de los alimentos fibrosos de manera menos eficiente; en tanto, los alimentos energéticos y proteicos son utilizados en forma mas eficiente en comparación con los rumiantes, debido a la característica digestiva de tener primero una digestión enzimática en el estómago e intestino delgado y luego una digestión microbiana a nivel del ciego y colon (Mollo, 1994).

En el Cuadro 2, se pueden apreciar resultados de pruebas de digestibilidad de la proteína de forrajes utilizados en la alimentación de cuyes, resultando la alfalfa con el porcentaje más alto en digestibilidad de proteína.

Cuadro 2. Digestibilidad aparente de la proteína en cuatro diferentes forrajes

Nutriente	Maíz	Avena	Alfalfa	Triticale
Proteína %	69.3	58.7	88.2	78.9

FUENTE: Rico y Mollo (1995).

2.2.4 Digestibilidad de la energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal ((CHAUCA, 1997), 1994).

El Consejo Nacional de Investigación NRC (1978), sugiere un nivel de energía digestible (ED) de 3000 kcal/kg de dieta, (INIA 1995).

En el Cuadro 3, se aprecia que el contenido de energía digestible de los forrajes mencionados, es adecuado para la nutrición del cuy en diferentes etapas de vida productiva. Destacando entre estos el maíz forrajero, que puede cubrir óptimamente los requerimientos de energía de madres gestantes.

Cuadro 3. Contenido de energía digestible de algunos forrajes

Clase de forraje	Energía digestible (Kcal./Kg.)
Alfalfa	2611.6
Maíz forrajero	3112.0
Avena	2595.7
Triticale	2509.0

FUENTE: Rico (1995)

2.2.5 Digestibilidad y coeficientes de digestibilidad de fibra

Mc Donald (1986), citado por Villegas (1993), afirma que la fracción de fibra bruta contiene celulosa, lignina y hemicelulosa. La lignina es resistente a la acción de ácidos y de los microorganismos, en general se considera que no puede ser digerida por los animales.

Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18 por ciento. Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animal de laboratorio, donde solo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo 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 de tracto digestivo (CHAUCA, 1997).

En el Cuadro 4, se pueden apreciar coeficientes de digestibilidad de la fibra de algunos forrajes como ser: chala de maíz del 48.7% para la hoja y 63.1% para el tallo, la alfalfa del 46.8%, la parte aérea del camote del 58.5%, grama china

(*Sorghum halepense*) del 57.7% (Saravia *et al.*, 1992); insumos como el afrechillo del 60.0% y el maíz grano del 59.0% (Ninanya, 1974).

Cuadro 4. Coeficientes de digestibilidad de la fibra de algunos forrajes e insumos

Forrajes	Coeficiente de digestibilidad de fibra (%)
Chala de maíz (hoja)	48.7
Chala de maíz (tallo)	63.1
Alfalfa	46.8
Camote (parte aérea)	58.5
Gramina china (<i>Sorghum halepense</i>)	57.7
Insumos	
Afrechillo	60.0
Maíz grano	59.0

FUENTE: Chauca (1997)

2.2.6. Evaluación bromatológica y biológica de la excreta de cuyes

Es importante considerar que un recurso adicional en la crianza de cuyes es su producción de excreta. La composición química de ésta, varía de acuerdo al tipo de alimentación que reciben y de acuerdo a la digestibilidad del insumo ingerido.

El análisis de la excreta colectada de animales alimentados con diferentes forrajes puede apreciarse en el Cuadro 5, estos valores permitirán calcular la digestibilidad de los forrajes en estudio.

Cuadro 5. Composición química de excreta de cuyes adultos alimentados con diferentes forrajes mas un alimento balanceado

Nutrientes	Alfalfa	Gramina china	Hoja de camote	Chala de maíz
Proteína	19.8	11.7	19.0	9.5
Grasa	4.5	3.3	4.8	1.9
Fibra cruda	41.7	24.0	31.2	33.9
Ceniza	8.5	12.4	12.5	9.1
E.N.N.	25.6	48.7	32.6	45.6

FUENTE: Saravia *et al.*, 1992.

2.3 Fisiología del aparato digestivo del cuy

El cuy es un roedor herbívoro no rumiante, clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación post gástrica. Presenta un ciego funcional algo más especializado que en el conejo (Vergara, 1992).

En una pequeña extensión del estómago y el intestino delgado ocurre la absorción de: aminoácidos, azúcares, grasas y ácidos grasos de cadenas largas, vitaminas y probablemente minerales, (Chauca, *et. al.*1985, citados por Mollo, 1994).

Las sustancias que han resistido la acción de los jugos digestivos, atraviesan la válvula ileocecal ingresando en el intestino grueso, cuyas glándulas segregan mucus y además absorben agua. En el intestino grueso y en especial en el ciego, los alimentos ricos en celulosa, sufren una fermentación y son desdoblados en elementos simples que son aprovechados por el cuy. Se ha comprobado que el cuy aprovecha entre el 9 y el 18 % de la fibra (Calero del Mar, 1978).

MEJOCUY (1994), indica que el cuy se caracteriza por realizar la cecotrofia, produciendo dos tipos de pellets, uno rico en nitrógeno, que es reutilizado o reingerido (cecótrofo), lo que permite una alta tasa de fermentación y mayor ingestión de los alimentos, y otro eliminado como heces duras.

2.3.1 Cecotrofia

Calero del Mar (1978), afirma que la actividad cecotrófica se realiza generalmente durante la noche, y este fenómeno constituye una de las características esenciales de la digestión en el cuy.

Crampton (1974), indica que, la cecotrofia acrecienta el valor biológico de ciertas proteínas de baja calidad. Para evaluar la actividad cecotrófica a través de pruebas de digestibilidad, se ha utilizado chala de maíz y alfalfa, obteniéndose los resultados detallados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Digestibilidad aparente de la materia seca de la chala de maíz y alfalfa en cuyes

Insumos	Digestibilidad aparente (%)	
	PERMITIENDO CECOTROFIA	EVITANDO CECOTROFIA
Chala de maíz	68.47	50.44
Alfalfa	69.40	64.73

FUENTE: Chauca, (1997)

Chauca (1997), indica que la ingestión de las cagarrutas permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, asimismo permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado. Estas pruebas permiten estimar por diferencia la fracción de alimento que deja de ser aprovechada cuando se impide realizar la cecotrófia.

2.4 Consumo de alimento

La ingestión se realiza cuando el animal siente la necesidad de tomar alimento y dispone de él para satisfacerla. Originalmente, con disponibilidad constante, ésta necesidad no es permanente, sino que está regulada de manera que en determinado período se rompen las pérdidas de sustancias y energía del cuerpo. Para ello el organismo dispone de un mecanismo de regulación que hace que se alteren los períodos ingestión y carencia (interrupción del consumo de los alimentos). Debido a los distintos tipos de alimentación y, por ende, a la variada constitución del aparato digestivo, la ingestión es diferente en las diversas especies, porque depende de la consistencia del alimento y de la forma en que se toma (Condellon, 1972).

La digestión en la pradera es distinta a la de la estabulación, donde los animales reciben en pesebres o recipientes el alimento preparado (Wittke, 1978 mencionado por Birrueta, 1995).

La energía es un factor esencial para los procesos vitales necesarios de los cuyes, una vez que estos requerimientos han sido satisfechos; el exceso se almacena como

grasa dentro del cuerpo (Aliaga, 1978 mencionado por Birrueta, 1995), por otra parte, la deficiencia de energía produce retardos o fallas en el crecimiento, pérdida de peso y eventualmente la muerte si la deficiencia es severa y prolongada (Ganadería, 1987).

El contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento. El cuy tiende a un mayor consumo de alimento de baja energía, comparado a un alimento de mayor energía (Carrasco, 1969 citado por Birrueta, 1995). Por lo tanto, según la FAO (1997), existe una aparente relación inversa entre contenido energético de los alimentos y su consumo, lo cual indica la capacidad de variar el consumo de alimento con el objeto de alcanzar en lo posible ingresos energéticos semejantes.

En el Cuadro 7, se aprecia el consumo de materia seca de tres tratamientos, los cuales presentan diferentes valores de energía digestible. Se puede observar claramente que a menor nivel de energía en el tratamiento el consumo de materia seca es mayor.

Cuadro 7. Comportamiento del consumo ante diferentes valores de energía digestible

Tratamientos	ED (Mcal/kg. de alimento)	Consumo de MS (%)
A	3.1	5.0
B	2.6	5.9
C	2.2	6.8

FUENTE: Caballero, 1992.

Donde: ED = energía digestible, MS = materia seca.

En el Cuadro 8, se puede apreciar la diferencia de consumo entre tres líneas de cuyes, quedando demostrado que el consumo de alimento varía de una línea a otra.

Cuadro 8. Comparación de consumo de alimento por línea

Línea	Consumo (g. MS/día)
Nativa boliviana (2)	32.4
Tamborada (1)	54.4
Molina (1)	55.8

FUENTE: (1) Alvarez (1994); (2) Corrales, Rico, Holting (1995).

La frecuencia en el suministro de forraje induce a un mayor consumo y por ende a una mayor ingesta de nutrientes (Caycedo, 1993).

Al respecto, 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 consumo de chala de maíz o 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 (Chauca, 1997).

2.4.1 Consumo voluntario

La cantidad de alimento que un animal consume es el peso del alimento ingerido en un período de tiempo dado. Es una medición necesaria en las pruebas de digestión por el método de colección total. En el caso de alimentación en ambientes con comederos, es simplemente el peso del alimento ofrecido menos el alimento rechazado en forma diaria (Van Soest, 1987 citado por Fuentes, 2002).

La estimación del consumo es imprescindible para efectuar el racionamiento animal. La predicción del consumo voluntario debe considerar tanto las variaciones debidas al animal como a las del forraje. La regulación del consumo por el animal, es primariamente una función del llenado físico, para dietas que están con bajos valores energéticos y menos digestibles, como las dietas altas en forraje. Sin embargo, el consumo se convierte en una función principalmente metabólica para dietas que tienen un mayor valor energético y son altamente digestibles, como las dietas altas en concentrado (Analit, 1988).

Al respecto Vargas (1992), evaluó una dieta para ovinos de pelo con 50 y 100% de *T. diversifolia* fresca, bloque multinutricional (10% de úrea) a voluntad y follaje de matarratón (*Gliricidia sepium* - 3% del peso vivo en base fresca), complementando la dieta de 50% con cogollo de caña de azúcar. En la dieta de 50% los animales

consumieron 868 g/día en base fresca, lo que equivale a 369 g/día en base seca. En la de 100% el consumo fresco fue de 1668 g/día, correspondiente a 712 g/día en base seca.

En el Cuadro 9, se observa que el consumo de alimento y nutrientes es reducido, estos bajos rendimientos se deben principalmente a la baja palatabilidad, toxicidad y estado fisiológico de la planta.

Cuadro 9. Consumo de forrajes tropicales

Forrajes	MS (g./día)	Prot.(g./día)	Energ.(g./día)
Pasto imperial	31.1	2.1	105.0
Kudzu	36.6	9.3	132.7
Desmodium	31.6	5.1	123.5
Pasto imperial + Kudzu	31.5	6.9	115.1
Pasto imperial + Desmodium	37.3	6.3	150.8

FUENTE: Mercado (1994)

2.4.2 Selección cualitativa de alimentos

La selección cualitativa de alimentos se basa en aspectos sensoriales y varía notablemente entre las especies (Cuadro 10). Los sentidos químicos (gusto y olfato) además de la vista y el tacto tienen gran importancia en la identificación de los alimentos adecuados. El sentido del tacto registra la estructura física de los alimentos, su textura, forma y tamaño de las partículas, dureza, pulverulencia, etc. (Bondi, 1989). Estas características sirven para identificar los alimentos y pueden tener efectos fisiológicos en el aparato digestivo, así como afectar la ingestión cuantitativa de alimentos. La temperatura y humedad de los alimentos pueden afectar a la selección. Dentro de cada especie, la selección de los alimentos puede variar entre los individuos dependiendo de caracteres genéticos y la experiencia previa. Esta crea una asociación entre los estímulos sensoriales originados por los alimentos y la expectativa de saciedad del animal: de este modo, el animal queda condicionado a cierto tipo de alimento. Es bien conocido que la sensación de

hambre, hace a los animales ser menos selectivos (Bondi, 1989 mencionado por Fuentes, 2002).

El mismo autor menciona que existen ciertas especies capaces de seleccionar raciones adecuadas, o incluso óptimas, para cubrir sus necesidades específicas. El único nutriente para el cual los animales superiores tienen apetito específico y lo buscan activamente, es la sal (cloruro sódico), ofrecer sal *ad libitum* a los animales puede incrementar su consumo voluntario hasta niveles que superen notablemente el óptimo nutricional.

Cuadro 10. Factores que afectan la ingestión de los alimentos

Factor	Ingestión alimenticia aumentada	Ingestión alimenticia disminuida
Medio ambiente:		
Temperatura ambiental	Frío	Calor
Olor de la comida	Apetente	Repugnante
Sabor de la comida	Agradable	Desagradable
Gastrointestinal	Sensación de hambre	Distensión
Señales metabólicas:		
Hiperinsulinemia	Hambre	Saciedad
Hipoglisemia	Compulsiva	
Oxidación de ácidos grasos	Disminuida	Aumentada
Potencial Redox hepática	Disminuida	Oxidada

FUENTE: Barquera (1990).

2.5 Palatabilidad

La aceptabilidad es la aceptación global y el gusto con el cual un animal consume cualquier alimento o ración dada, se mide dando a los animales alternativas para que escojan; depende del gusto (sabores: dulce, ácido, salado y amargo), olor (tiene efecto en la percepción del sabor) ó factores físicos como la textura y el tamaño de las partículas de los alimentos (Church y Pond, 1992).

La apetecibilidad o palatabilidad es un parámetro de difícil determinación. Pero que *puede afectar notablemente la ingestión de alimentos, experimentos realizados en monogástricos y rumiantes, han indicado que la apetecibilidad puede modificar considerablemente la ingestión en determinadas condiciones (Bondi, 1989 mencionado por Fuentes, 2002).*

Los estudios de palatabilidad, son importantes porque los animales deben comer el *alimento para poder obtener la nutrición que este le ofrece. Los animales que participan en los estudios de palatabilidad, son alimentados individualmente, se les ofrecen dos alternativas de dietas en comederos del mismo tamaño. Cada comedero tiene más alimento del que normalmente consume el animal. De otra manera, se podría comer todo el alimento preferido y quedar con hambre y comerse el alimento que menos le gusta. Cada porción de alimento se pesa antes y después de la comida. Se determina el tamaño y la duración de cada prueba para obtener resultados válidos en la ración, en la calidad de los ingredientes y en las características físicas o por la sensación que produce el alimento en la boca. Una ración que utiliza ingredientes de baja calidad, rancios o dañados no logra el sabor más deseable para el animal y puede causar rechazo a la dieta. La combinación de ingredientes también contribuye al sabor del producto terminado. La sensación en la boca se determina por la textura, el tamaño, la densidad y otras propiedades físicas de la partícula de alimento (Purina Colombiana, 1996 citado por Fuentes, 2002).*

Cuadro 11. Tabla de palatabilidad de concentrados y forrajes por cuyes

Insumos	Consumo MS (ad libitum) g./día
Alimento concentrado + Alfalfa (1)	46.9
Concentrado "A" * (2)	32.9
Chala de maíz (3)	51.1
Paja de avena (3)	45.9
Braquiaria (4)	50.0
Triticale (5)	49.5

FUENTE: (1) Cabrera, 2000. (2) Montoya, 2000. * (harinas de tarwi, maíz, cebada; salvado de trigo, sal yodada, conchilla y vitaminas "A" y "C". (3) Fuentes, 2002 (4) Meza, 1988 (5) Mollo, 1994.

En el Cuadro 11, se puede apreciar que para el consumo *ad libitum* (palatabilidad), de forrajes y concentrados existe un mayor consumo por los cereales y gramíneas, como es el caso de la chala de maíz y la braquiaria, a diferencia de los concentrados y la leguminosa.

2.5.1 Factores que afectan la palatabilidad

Existen una serie de factores que dependen del animal (peso vivo, estado fisiológico, carácter genético, sistema de crianza), pero así mismo existen una serie de factores que dependen del propio alimento, destacando entre ellos la apetencia, palatabilidad, calidad gastronómica y la forma de distribución (HOMDERMAN, 1976).

Ensminger y Olentine (1983), indican que los principales factores que afectan el consumo son: el peso corporal, la individualidad de los animales (diferencias hormonales, actividad), el tipo y nivel de producción (los animales con tasas de crecimiento más altas tienen mejores apetitos), diversos: temperaturas calientes, humedad elevada, salud, problemas metabólicos, condiciones adversas, diseño de comederos y limpieza.

2.6 Características de los forrajes estudiados

Arvejilla (*Vicia villosa*)

La vicia villosa conocida también como “arvejilla” pertenece al género botánico “*Vicia*”, esta especie forrajera es una trepadora que se adapta sin problemas a zonas de 3500 msnm de altura. En Bolivia es utilizada promisoriamente como forraje verde de invierno, abono verde y cultivo de cobertura. Durante la época de estiaje se la utiliza para la alimentación de ganado (Cartagena, 1989).

El Cuadro 12, muestra la composición química de la *Vicia villosa*, mostrando en porcentajes el valor de los nutrientes más importantes, diferenciando dos etapas del forraje (plantas tiernas y maduras).

Cuadro 12: Composición de Vicia villosa en dos estadios de desarrollo

Estado	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Proteína cruda (%)
Planta tierna	8.5	24.7	2.5	7.2
Planta madura	6.0	24.7	3.5	2.3

FUENTE: Alzérreca y Cardozo (1991)

Trébol rojo (*Trifolium pratense*)

El trébol rojo es una planta herbácea de la familia de las leguminosas, es de corta vida, aproximadamente un año, de crecimiento erecto o semi postrado. Bajo condiciones normales de aprovechamiento, que incluye pastoreo y corte, la duración de esta planta es superior a tres temporadas, es decir más de tres años (Águila, 1997).

En Bolivia, el trébol rojo se cultiva en los Valles y a las orillas del Lago Titicaca, para la alimentación de ganado, en la que ha tenido buenos rendimientos en carne y leche (Delgadillo, 2000).

Águila (1997), indica que la planta se cosecha antes de que sobrepase el 10 % de floración, estado en el cual se alcanza el máximo de valor nutritivo, posee mejor digestibilidad y palatabilidad y produce como resultado altas ganancias en carne o leche, iguales o superiores a las que se obtendrían con heno de alfalfa.

Rivera (2000), en una investigación realizada para determinar el estudio bromatológico de los pastos y forrajes de mayor utilización en la zona andina de Cajamarca sobre suelos de textura franco arcillosos y arcillosos con un pH de 6.6; M.O 2.4%; fósforo 3.4 ppm; potasio 390 ppm. indica que en la fase de prefloración el promedio más alto en porcentaje de proteína lo tiene el trébol rojo XC - 3102 con 25.1%, seguido del Kenland con 23.4%; así mismo, estos cultivares contienen 15% de fibra (bajo). Estas variedades de trébol rojo, tienen porcentaje de proteína alto y su contenido de fibra es bajo, lo que indica que estas leguminosas son altamente digestibles para la alimentación del ganado.

El estado fisiológico del forraje influye en la composición química del mismo, por lo tanto, tener conocimiento de estos valores permitirá proporcionar forraje al animal en su estado fisiológico con valor nutritivo más alto. En el Cuadro 13 se aprecia el valor nutritivo del trébol rojo en diferentes estados fisiológicos.

Cuadro 13. Valor nutritivo del trébol rojo en diferentes estadios fisiológicos

Componentes	Estado fisiológico			
	Fase inicial	En capullo floral	Inicio de floración	Plena floración
Proteína digestible (%)	20.0	15.7	13.2	10.5
Fibra digestible (%)	12.4	14.5	15.9	12.4
Ceniza	20.6	8.8	8.5	7.6
Materia seca	15.9	16.8	19.0	21.0

FUENTE: Meneses, Waijenberg, Piérola (1996).

Rye Grass Italiano (*Lolium multiflorum*)

El *Lolium multiflorum*, es una gramínea forrajera anual o bianual, este cultivo se adapta a latitudes, climas y condiciones geográficas muy diversas, en el Ecuador por ejemplo entre los 2.000 y 3.500 msnm. La producción de semilla o forraje constituye la base de la productividad en explotaciones agropecuarias en países de Sudamérica como Colombia, Perú, Bolivia, Chile y Argentina (<http://www.agroandina.com>)

Entre las gramíneas forrajeras está considerada como la mejor por su alto valor nutritivo, aportando un elevado contenido de hidratos de carbono superior al de otras gramíneas, y por el agrado con que es consumida por toda clase de ganado (Águila, 1997).

Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas y su nombre botánico es *Medicago sativa* L. es una planta herbácea perenne. Su promedio de vida varía de 5 a 7 años dependiendo de la variedad, clima, agua y suelo (Sanchez, 1994).

Es la más utilizada como forraje verde, ensilado de baja humedad y como heno, debido a que tiene un rendimiento superior a otras plantas henificables, es muy apetecida por el ganado por su gustocidad y tiene un elevado contenido de principios nutritivos (tabla 11), vit A y Calcio (Morrison, 1980).

La *Medicago sativa* presenta 19.5% de proteína y 28.3% de fibra, lo que indica que con esta especie forrajera se debe alimentar al ganado al inicio de floración cuando el porcentaje de fibra es aún bajo pero con alto nivel de proteína, lo que indica un porcentaje de digestibilidad alto. (Carrasco, 2000).

Cuadro 14. Composición química de alfalfa

Forraje	Prot. %	Fibra	E.E.	ENN	Cenizas
Alfalfa (1)**	26.9	15.9	2.3	39.8	9.1
(2)	19.2	23.7	2.3	37.7	16.4

FUENTE: (1) Mollo (1994); (2) Birrueta (1995).

** Promedio de tres análisis

Donde: E.E. = Extracto Etéreo

ENN = Extracto No Nitrogenado

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

La presente investigación se realizó en el mes de marzo del 2002 en las instalaciones del Proyecto de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia "MEJOCUY" de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS). El proyecto está ubicado en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas" en la zona de la Tamborada, a 17° 23' 09" de latitud sur y a 66° 09' 35" de longitud oeste de la provincia Kanata del departamento de Cochabamba, el cual tiene una altitud de 2 560 m.s.n.m con una temperatura media de 18° C. La humedad relativa varia entre 50 – 56 % y con una precipitación anual de 450 a 500 mm. El clima templado pertenece a zonas de bosque seco premontano bajo.

3.2 Materiales

3.2.1 Material Biológico

En la investigación, se trabajó con 16 cuyes machos adultos de la población MEJOCUY, que es una población de cuyes mestizos boliviano-peruanos obtenidos por cruzamiento y mantenidos por selección. Las características más sobresalientes son:

Población: Los cuyes fueron una selección de la población mestiza Mejocuy (E9) provenientes de la cruce entre la población Nativa Boliviana (E2) y la línea peruana. Los animales presentaron variación en peso entre 1252 y 1523 g. y en edad entre 4.5 y 5.5 meses. Para controlar esta variabilidad, los animales fueron agrupados en 4 grupos homogéneos de la siguiente manera:

Cuadro 15. Pesos y edades de los animales en estudio

Bloque	Pesos		Edad	
	g.	δ	meses	δ
1	1281.00	33.81	5.5	0.50
2	1355.75	27.40	4.5	0.50
3	1188.11	17.56	4.8-4.5	0.71
4	1214.25	4.27	5.2	0.50

FUENTE: Elaboración propia.

Sexo: Todos los animales fueron machos.

3.2.2 Material de laboratorio

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales:

- ▣ 16 Jaulas metabólicas de acero inoxidable de 38 *32 *30 cm de longitud, alto y ancho respectivamente. Base conformada por una rejilla que permitía el paso de las heces y percolación de orina y la parte frontal de la jaula, también de rejilla, para la alimentación con forraje a cada unidad experimental.
- ▣ 16 comederos exteriores para forraje en forma de canastillos.
- ▣ 16 bebederos.
- ▣ 16 mallas milimétricas en forma de esfera, de 47 x 34 cm, para separar la orina de elementos voluminosos como heces, pelo y residuos de alimento.
- ▣ 3 recipientes para la recolección de heces.
- ▣ 16 campanas recolectoras de orina de 43.5 x 35 cm y 10 cm de longitud de embudo, a través de las cuales la orina se acumulaba en los frascos para luego ser desechada.
- ▣ 16 frascos colectores de orina.
- ▣ Bolsas de polietileno para la identificación de las heces.
- ▣ Bolsas de polietileno para la recolección y pesaje del alimento rechazado.
- ▣ 16 registros de datos.
- ▣ 1 balanza digital de precisión de 1 g.

3.2.3 Material de escritorio

- ▣ Hojas bond tamaño carta
- ▣ Tinta para impresora
- ▣ Lápices
- ▣ Cuaderno de apuntes
- ▣ Registros

3.2.4 Insumos

- ▣ Arvejilla (*Vicia villosa*)

Este forraje se encontraba en el primer corte y fue recolectado en un 20 % de floración.

- ▣ Trébol rojo (*Trifolium pratense*)

El trébol rojo fue recolectado en un tercer corte con un 10% de floración.

- ▣ Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*)

La recolección de este forraje fue en el tercer corte en un estado de prefloración.

- ▣ Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa fue recolectada en un tercer corte con un 10% de floración.

3.3 Metodología y Procedimiento

3.3.1 Tratamientos

Los tratamientos en el experimento fueron constituidos por los siguientes forrajes:

T₁: Forrajes de alfalfa (*Medicago sativa*)

T₂: Forraje de arvejilla (*Vicia villosa*)

T₃: Forraje de trébol rojo (*Trifolium pratense*)

T₄: Forraje de rye grass italiano (*Lolium multiflorum*)

3.3.2 Diseño experimental

Los cuatro tratamientos fueron evaluados utilizando el Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones. La unidad experimental fue cada cuy. Se seleccionaron los animales en cuatro grupos por edad y peso para controlar la variabilidad, cada grupo representó un bloque, el cual estuvo compuesto por cuatro animales a los cuales se les designó aleatoriamente un tratamiento diferente (*Vicia villosa*, *Trifolium pratense*, *Lolium multiflorum* y *Medicago sativa*).

Fase pre – experimental

Esta fase, la cual duró siete días, consistió en la adaptación de los cuyes al nuevo tipo de ambiente como también a las condiciones de la jaula metabólica y modificación de la microflora intestinal, cambiando progresivamente el alimento habitual (*alfalfa* y *concentrado*), al tipo de alimento a probarse (*Vicia villosa*, *Trifolium pratense* y *Lolium multiflorum*). Además se determinó la cantidad de forraje a consumir por día.

Fase experimental

La fase experimental tuvo una duración de 8 días, en esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- a) Pesaje de la cantidad de forraje en estudio determinado en la fase anterior y suministro de los tratamientos a cada unidad experimental.
- b) Recolección y pesaje del alimento rechazado de cada jaula metabólica para determinar el alimento consumido a primera hora (8:00 am).
- c) Las heces se recolectaron en bolsas individuales de polietileno y se pesaron diariamente.
- d) Se tomaron muestras de los forrajes para su análisis bromatológico proximal en laboratorio.

e) Cada día se identificaron las heces recolectadas en bolsas y luego fueron refrigeradas. Al finalizar el experimento se mezcló las ocho muestras, una de cada día y de cada animal individualmente. Se obtuvo una muestra representativa de 250 g de cada uno de los animales, 16 en total, para luego ser enviadas al laboratorio para su respectivo análisis bromatológico y de energía.

Análisis químico

La determinación de los análisis de la materia seca se efectuaron en los laboratorios del Dpto. de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas" y el Análisis Bromatológico Proximal fue realizado en el Laboratorio del Programa de Alimentos y Productos Naturales de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba, por el método de Weende, se analizaron los componentes de materia seca, proteína cruda, fibra cruda y energía bruta.

Determinación de la digestibilidad

A partir del análisis químico de los componentes principales, consumo de alimento y producción de las heces se procedió a la determinación de la energía digestible y de los Coeficientes de Digestibilidad.

Se utilizaron las siguientes fórmulas para el propósito:

a) Energía digestible

$$E.D. = E.I. - E.E$$

Donde:

E.D. = Energía digestible

E.I. = Energía ingerida

E.E. = Energía excretada

b) Coeficiente de Digestibilidad

$$\% \text{ CD} = \frac{\text{Nutriente Ingerido} - \text{Nutriente Excretado}}{\text{Nutriente Ingerido}} * 100$$

Donde:

CD = Coeficiente de Digestibilidad

Consumo de alimento

El cálculo del consumo de alimento diario se realizó obteniendo la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento rechazado.

3.4 Análisis estadístico

Los datos de cada una de las variables de respuesta que satisfacen o se aproximan mediante transformación a los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas fueron analizadas de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \zeta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i = 1,2,...,4 Bloques

j = 1,2,...,4 Tratamientos

Y_{ij} = Valor observado de una variable de respuesta en un animal del i – ésimo grupo (bloque) donde se aplicó el j - ésimo forraje.

μ = Media general

β_i = Efecto aleatorio del i – ésimo bloque \sim NIID $(0, \sigma_b^2)$

ζ_j = Efecto fijo del j – ésimo forraje.

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio de los residuales \sim NIID $(0, \sigma_e^2)$

En base al modelo indicado, se realizó el análisis de varianza para probar hipótesis acerca de los efectos fijos y comparación de medias mediante contraste de 1 gl.

3.5 Determinación del valor económico de sustitución (V.E.S.)

Uno de los componentes del monitoreo nutricional es el valor económico de sustitución (V.E.S), el fundamento del cual está en relación a la "densidad nutricional" del insumo. Por consiguiente, el patrón de pago está en función a los nutrientes más importantes de los insumos (energía digestible, fibra y proteína), para lo cual es necesario conocer el costo y valor nutricional del mismo.

Para determinar el costo del insumo se realizó un análisis de costos para cada uno de los cultivos estudiados (Anexo 5), calculándose primero el costo de implantación del forraje en función al tiempo de cosecha (primer corte) y la superficie, uniformizándose esta última a 1 hectárea. En la implantación se tomó en cuenta el preparado del terreno, la siembra, labores culturales e insumos, calculando su valor en bolivianos, realizando luego su cambio al dólar y, obteniendo un costo total de implantación el cual se divide entre los años de vida productiva del cultivo. Para luego sumarse al costo de producción, el cual se calculó igualmente en función del tiempo de cosecha y superficie (1 ha.), tomando en cuenta las labores culturales, insumos y la cosecha. Finalmente la suma del costo de implantación y producción se la dividió entre el rendimiento de toneladas métricas de materia seca de cada cultivo para obtener de esta manera el costo de una tonelada de materia seca.

En función al costo del insumo y el valor nutricional se determino el valor económico de sustitución para la fibra, proteína y la energía digestible.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Digestibilidad del alimento en cuyes

En el Cuadro 16, se presentan las probabilidades de las diferencias entre los distintos forrajes en los coeficientes de digestibilidad en la alimentación de cuyes y de consumo de materia seca.

Cuadro 16. Probabilidades de significancia de los efectos fijos (tratamientos)

FV	gl	Fibra (%)	Proteína (%)	Materia seca (%)	ED (kcal/kg)	Consumo MS (%)
Forrajes	3	0.2544	0.0001	0.0161	0.7239	0.0054

4.2 Coeficiente de digestibilidad de la fibra

El análisis de varianza (Cuadro 16) para el coeficiente de digestibilidad de la fibra de los diferentes forrajes, indica diferencias no significativas entre especies ($Pr. = 0.2544$). Lo cual significa que la digestibilidad de las distintas especies de forrajes es la misma. Sin embargo, aún cuando las diferencias no son significativas el coeficiente de digestibilidad de la gramínea *Lolium multiflorum* (60.7%) tuvo una tendencia mayor. Los coeficientes de digestibilidad para las leguminosas trébol rojo, alfalfa y Vicia villosa fueron de 58.0, 53.2 y 51.1 % respectivamente (Fig. 1).

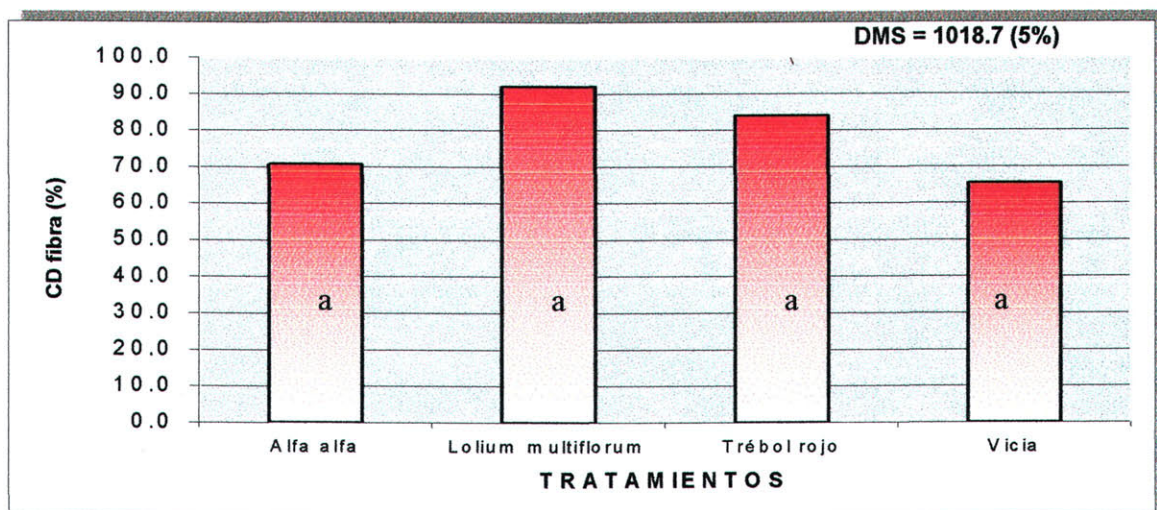


Figura 1. Coeficiente de digestibilidad de la fibra por tratamiento.

El porcentaje de digestibilidad de la fibra para los cuatro forrajes en estudio fue satisfactorio, ya que presentó valores mayores a las investigaciones de Saravia et al. (1992); Castro y Chirinos (1994) y Rico (1995). Este resultado se puede atribuir a la edad óptima del corte de las especies (pre floración a 20% de floración), en la cual la lignificación es menor. Mollo (1994), coincide señalando que al considerar la digestibilidad óptima de la fibra, se debe destacar el estado de desarrollo que presenta la planta al momento de la recolección, el cual debe estar entre un 10 y 15 % de floración. La planta, en este estado de desarrollo, tiene mayor cantidad de hojas y está conformada por elementos menos tallosos y fibrosos, que la hacen más apta y palatable para el consumo de los cuyes. En consecuencia, la edad y el momento de la recolección del forraje para ser suministrado deben ser tomados en cuenta para lograr una mayor digestibilidad. De ello se puede deducir que la recolección de los cuatro forrajes utilizados en la investigación se realizó adecuadamente, siendo el estado fisiológico de las especies (pre floración % a 20% de floración) el apropiado para obtener una digestibilidad óptima de la fibra.

El *Lolium multiflorum* con un coeficiente de digestibilidad del 60.7%, como era de esperarse, es similar a la digestibilidad de otras gramíneas como la grama china con 57.7% (Saravia et al., 1992 mencionados por la FAO, 1997), estos valores, son

porcentajes bajos de digestibilidad en general, se podrían atribuir a las características del contenido nutricional que tienen las gramíneas. En general, las gramíneas tienen altos contenidos de fibra (mayores al 30%).

El resultado del coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda para el trébol rojo fue de 58%, mayor al encontrado por Castro y Chirinos (1994) mencionados por la FAO (1997) el cual fue de 10.5%. Esta diferencia de resultados se podría atribuir a la edad del forraje (45 días), en la cual el contenido de lignina es mayor, bajando de esta manera la digestibilidad del nutriente utilizado en la investigación de los autores mencionados. Lyons (2001), indica que el contenido celular es más alto en el tejido de forraje en crecimiento y declina conforme las plantas maduran y entran al período de dormancia, además, el decremento en el contenido celular está asociado al incremento de la fibra (hemicelulosa, celulosa y lignina), este incremento en fibra disminuye la digestibilidad de la pared celular. De esta misma manera se puede explicar que un alto contenido de fibra en la alfalfa suministrada a los cuyes en la investigación realizada por Rico (1995), diera un coeficiente de digestibilidad de la fibra de 33.8%, el cual fue menor al obtenido en la presente investigación (53.2%).

La importancia de la inclusión de fibra en la dieta de los cuyes favorece la digestibilidad de otros nutrientes, porque retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (FAO, 1997), dándole mayor tiempo a otros nutrientes contenidos en los alimentos para ser asimilados. Por lo tanto, según la presente investigación los cuatro forrajes son aptos para cubrir las necesidades de este nutriente en la alimentación del cuy.

4.3 Coeficiente de digestibilidad de la proteína

El coeficiente de digestibilidad de la proteína fue altamente significativo ($Pr.=0.0001$) entre especies (Cuadro 16). Lo cual indica que el grado de absorción de la proteína en el tracto digestivo de los cuyes fue diferente con las distintas especies forrajeras suministradas. En efecto, el mayor aprovechamiento de la proteína ocurrió cuando

se suministró la alfalfa con un coeficiente de digestibilidad del 85.7%, seguida de la vicia villosa y el trébol rojo con coeficientes de digestibilidad de 79.8 y 78.7% respectivamente, a diferencia del coeficiente de digestibilidad del Lolium multiflorum que fue de 62.4%, el cual fue el valor más bajo de digestibilidad para la proteína. (Fig.2)

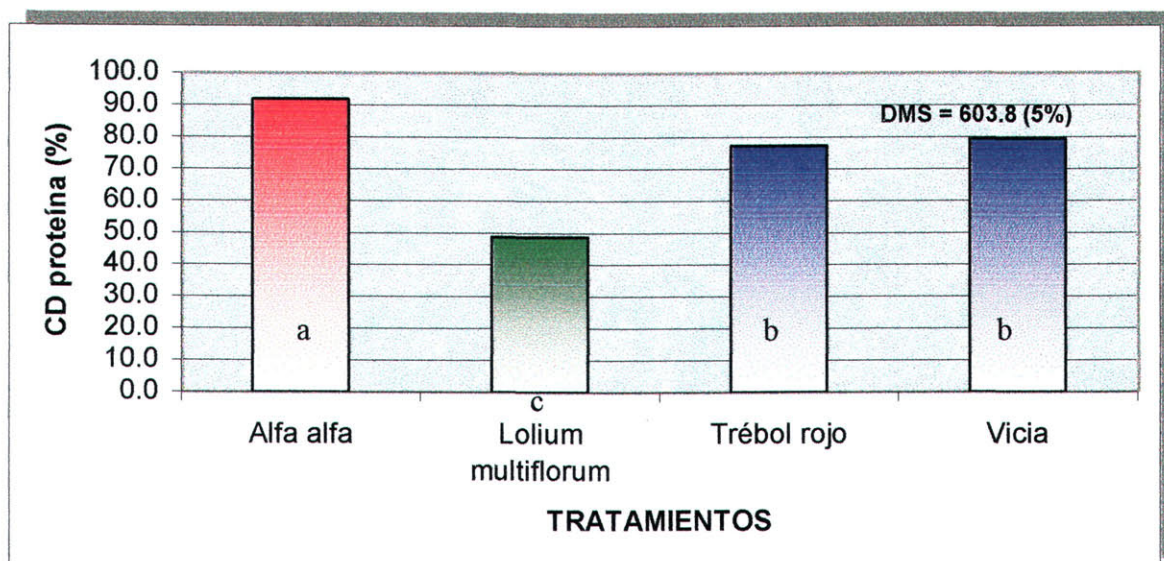


Figura 2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína por tratamiento

Los resultados mostraron el valor más alto en la digestibilidad proteica para la leguminosa alfalfa. El contenido de proteína en este forraje, según el análisis bromatológico (Anexo 1), estuvo en un rango óptimo (24.9%), favoreciendo de esta manera la digestibilidad de la proteína. Carrasco (2000), indica coincidiendo con este resultado, que el ganado debe ser alimentado con forraje el cual se encuentre al inicio de la floración (10%), cuando el porcentaje de fibra es aún bajo (menor al 30%), pero con alto nivel de proteína (15 a 23 %), lo que indica un porcentaje de digestibilidad alto. La digestibilidad de la proteína en la *Vicia villosa* y el trébol rojo tuvo el mismo comportamiento y con buenos resultados, evidentemente con valores menores en sus coeficientes de digestibilidad, pero la misma relación proteína-fibra, 20.6 - 34.34% para la vicia villosa y 20.4 - 23.9 para el trébol rojo. (Anexo1).

El bajo porcentaje de digestibilidad de la proteína en el *Lolium multiflorum* (62.4%), el cual es similar al de la grama china (51.8%), puede atribuirse al alto contenido de fibra (29.5%) en esta gramínea con respecto al de proteína (12.1%), disminuyendo su digestibilidad. Carrasco (2000), coincide indicando que el rye grass con un 8% de proteína y 21% de fibra tiene una baja digestibilidad del nutriente.

El coeficiente de digestibilidad de la alfalfa para la proteína (85.7%), demostró mayores resultados con respecto a otras investigaciones, como por ejemplo el valor encontrado por Castro y Chirinos (1994) fue de 65.0%. La diferencia de estos coeficientes se puede deber a un alto contenido de fibra en el resultado de Castro y Chirinos, ya que un contenido elevado de fibra disminuye el contenido de proteína, bajando así la digestibilidad de este último. También el resultado encontrado para la vicia villosa con respecto al porcentaje de digestibilidad de proteína (79.8%), con contenidos de proteína del 20.6% y 34.3% de fibra, fue menor al encontrado por Monegat (1991) que fue de 83.3%.

La calidad proteica del trébol rojo (20.4%) favoreció a la digestibilidad de este nutriente, obteniendo un coeficiente de 78.7%, que comparado con el valor encontrado por Castro y Chirinos (1994), (70.8%), fue mayor. Carrasco (2000), asegura que se puede obtener una alta digestibilidad del trébol rojo kenland con porcentajes de fibra bajos (15.0%) y porcentajes de proteína altos (23.4%), resultados logrados al cosechar el trébol rojo en estado de prefloración, lo cual indica que es recomendable recolectar el trébol rojo en un estado de desarrollo menor al 10 % de floración para lograr una cantidad óptima de proteína en el forraje y disminuir la presencia de la fibra, de esta manera obtener una mayor digestibilidad proteica.

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 (FAO, 1997). Por lo tanto, la alfalfa sobresalir como la mejor de las cuatro especies estudiadas en cuanto a la

digestibilidad de la proteína se refiere, es la especie forrajera más recomendadas como fuente de proteína para la alimentación del cuy.

4.4 Coeficiente de digestibilidad de la materia seca

Las diferencias en el coeficiente de digestibilidad de la materia seca en los tratamientos fueron significativas (Pr. = 0.0161) de acuerdo al análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 16, mostrando el mayor aprovechamiento de la materia seca en el trébol rojo y la alfalfa, cuyos coeficientes de digestibilidad fueron de 77.9 y 75.6% respectivamente, en cambio la digestibilidad de la materia seca de la vicia villosa fue de 67.9% y del Lolium multiflorum 66.3%, siendo ambas menores a las otras dos especies. (Fig. 3).

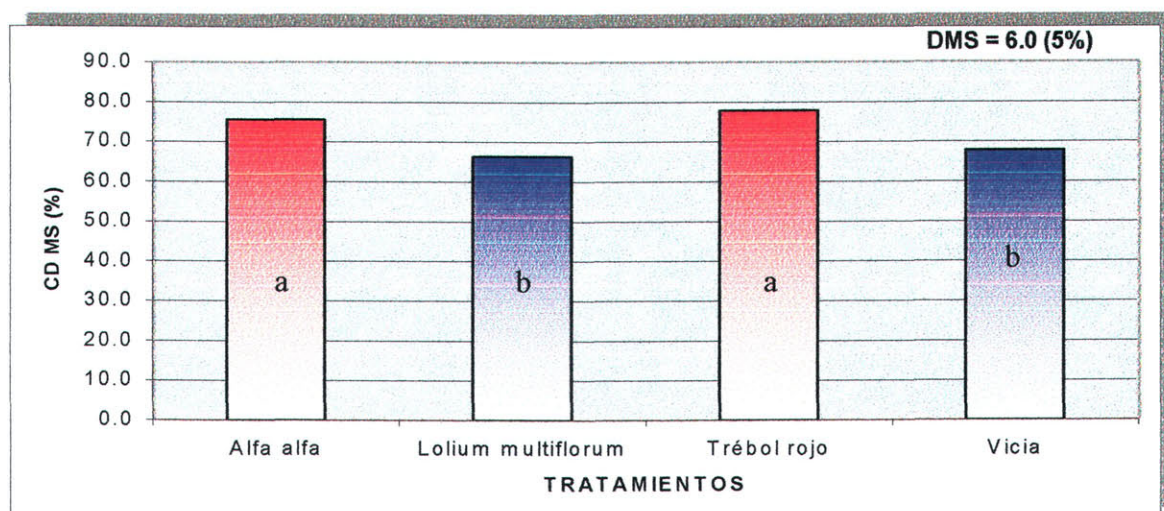


Figura 3. Coeficiente de digestibilidad de la materia seca por tratamiento

A pesar de que el contenido de materia seca en la alfalfa y el trébol rojo fue bajo (24.2 y 22.0% respectivamente), los coeficientes de digestibilidad de este contenido nutricional en estas especies fueron los más altos del experimento, por lo tanto, su alta digestibilidad se puede atribuir a la mejor calidad de los nutrientes contenidos en

la materia seca. Por el contrario, los coeficientes de digestibilidad en la vicia villosa y el *Lolium multiflorum* fueron menores, a pesar de que los valores del contenido de materia seca (21.9 y 22.0% respectivamente), no fueron muy distantes a los primeros, no obstante, la calidad de estos pudo ser menor. Rico (1995), indica que la digestibilidad de la materia seca del maíz forrajero (85,0%) fue superior a la de la alfalfa (77.9%), resultado que se podía atribuir a que los principios nutritivos del maíz forrajero obedecen a una mejor calidad, pese a que el contenido de los mismos fue menor. De la misma manera, se puede explicar que el coeficiente de digestibilidad para la materia seca de la Alfalfa (75.6%) de la presente investigación fue mayor al encontrado por Laforé (1999), que tuvo un valor de 56.7%, diferencia que se podría atribuir a la buena calidad de este contenido nutricional presente en la alfalfa de esta investigación elevando su porcentaje de digestibilidad. El trébol rojo con un coeficiente de digestibilidad de la materia seca del 77.9%, tuvo un comportamiento similar en cuanto a la calidad de este nutriente, siendo este resultado mayor al encontrado por Castro y Chirinos (1994) mencionados por la FAO (1997), el cual fue de 68.2%.

La calidad de la materia seca disminuye en función al mayor contenido de humedad. Centeno (2001), indica que para el ensilaje de alfalfa de picado fino y grueso, los valores de calidad más bajos se dieron para los contenidos de humedad más altos (entre un 20.0 a un 30.0 % de MS), por el contrario, la mejor calidad de ensilaje se encontró dentro de un rango comprendido entre el 50.0 y el 60.0% de materia seca. De esta manera se podría explicar el resultado encontrado en la presente investigación para el rye grass italiano, que con una humedad del 78.0%, presentó un coeficiente de digestibilidad de la materia seca del 66.3%, el cual es similar al encontrado por Especies (2001), que fue de 65.0%, en ambos casos, la calidad de la materia seca se vió disminuida por la presencia de un alto contenido de humedad, provocando una baja en la digestibilidad. Con respecto al porcentaje de digestibilidad de la vicia villosa para la materia seca, se obtuvo un valor de 67.9%, que fue mayor a la digestibilidad *in vitro* de la investigación realizada en bovinos (Laforé, 1999), que fue de 45.7% para la *Vicia*. Esta diferencia en el resultado se debería a la baja

calidad de la Vicia, la cual no tuvo un contenido óptimo de materia seca, teniendo como resultado una digestibilidad baja.

Supercampo (2002), indica que si se aprovecha el momento de máxima digestibilidad de las pasturas, consumiéndolas en una edad fisiológica adecuada, permitirían cosechar un 70.0% del forraje de alta calidad, de esta manera, los animales consumirán más kilos de materia seca digestible. En este sentido, las especies recomendables para cubrir las necesidades de materia seca de buena calidad en la alimentación de cuyes son el trébol rojo y la alfalfa.

4.5 Energía digestible

El análisis de varianza para la energía digestible (Cuadro 16), no mostró diferencias significativas entre las especies estudiadas ($Pr. = 0.7239$), mostrando valores de 2806.6, 2731.0, 2641.1 y de 2608.6 kcal/kg de energía digestible para la alfalfa, el rye grass italiano, la vicia villosa y el trébol rojo respectivamente. (Fig 4).

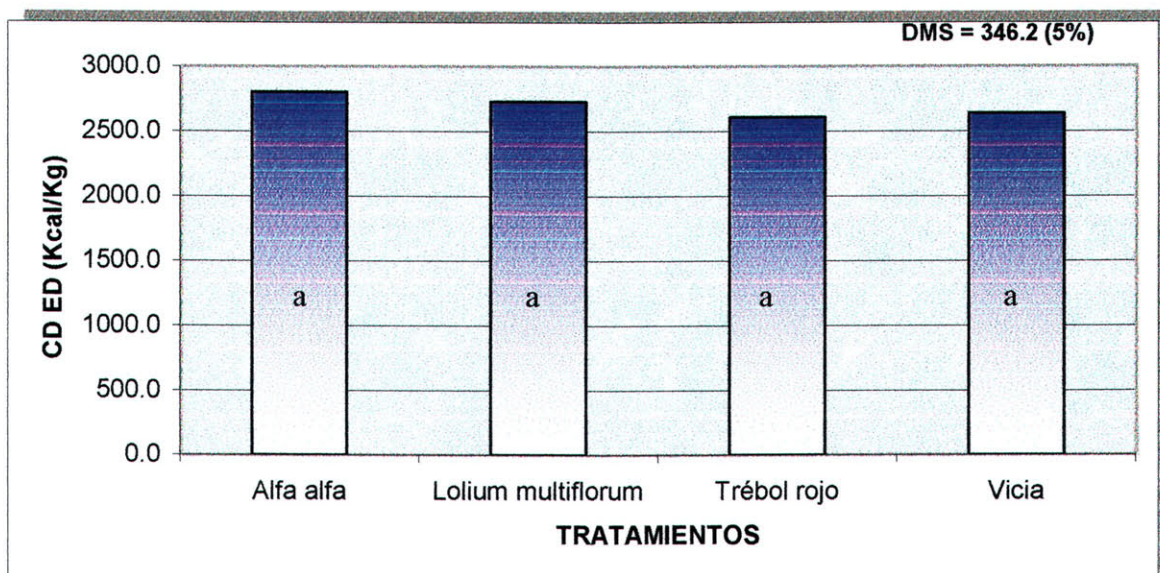


Figura 4. Coeficiente de digestibilidad de la energía por tratamiento

La alfalfa con un valor para la energía digestible de 2806.6 Kcal./Kg. fue mayor al encontrado por el Nutrient Requirements Council (1977), de 2540.0 Kcal./Kg., la superioridad del valor encontrado podría atribuirse a un alto contenido de Fibra Detergente Ácido (FDA) en la investigación de los autores mencionados, la cual es lo que queda después de una digestión de la pared celular con detergente ácido y abarca a la celulosa y la lignina, al igual que la Fibra Detergente Neutro, esta aumenta a medida que la planta madura y tiene una correlación negativa con la digestibilidad del forraje. A mayor FDA, menor digestibilidad y menor contenido energético (Centeno, 2001).

El valor de energía digestible del trébol rojo (2608.6 Kcal./Kg.) de la presente investigación fue mayor a la encontrada por Laforé (1999), en ganado vacuno, que obtuvo un valor de 2290.0 Kcal./Kg., Esta diferencia de valores obtenidos se podría atribuir a un alto contenido de carbohidratos del trébol rojo (42.0%), elevando la digestibilidad de la energía de este forraje. Los carbohidratos de estructuras simples y complejas como azúcares solubles y almidones son desdoblados por las bacterias, resultando una fuente de energía muy rápida para el organismo animal (Centeno, 2001). De la misma manera, el valor para la energía digestible del *Lolium multiflorum* (2731 Kcal./Kg.), y con un contenido de carbohidratos del 42.69%, fue mayor al encontrado por Laforé (1999), experimento que se realizó en bovinos, que fue de 2,510 Kcal./Kg.

El NRC (1978) sugiere un nivel de ED de 3 000 kcal/ kg de dieta para la etapa de lactación en los cuyes. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética (CHAUCA, 1997). Los forrajes son fuente de energía y como se puede apreciar las especies estudiadas tuvieron resultados óptimos y mayores a otros estudios, pudiendo utilizarse como fuentes energéticas en raciones para cuyes, sin embargo, el aporte máximo de energía se obtuvo de la alfalfa, la cual es la especie recomendada para cubrir con mayor eficiencia los requerimientos de energía del cuy, en cualquiera de sus etapas (gestación, lactancia ó crecimiento).

4.6 Consumo de materia seca

El consumo de materia seca de las especies en estudio fue diferente y significativo (Pr. = 0.0054), (Cuadro 16). El valor para el consumo del *Lolium multiflorum* fue de 83.5 g, a diferencia de las leguminosas vicia villosa, trébol rojo y alfalfa con un consumo de 76.7, 76.1 y 75.4 g. respectivamente. (Fig. 5)

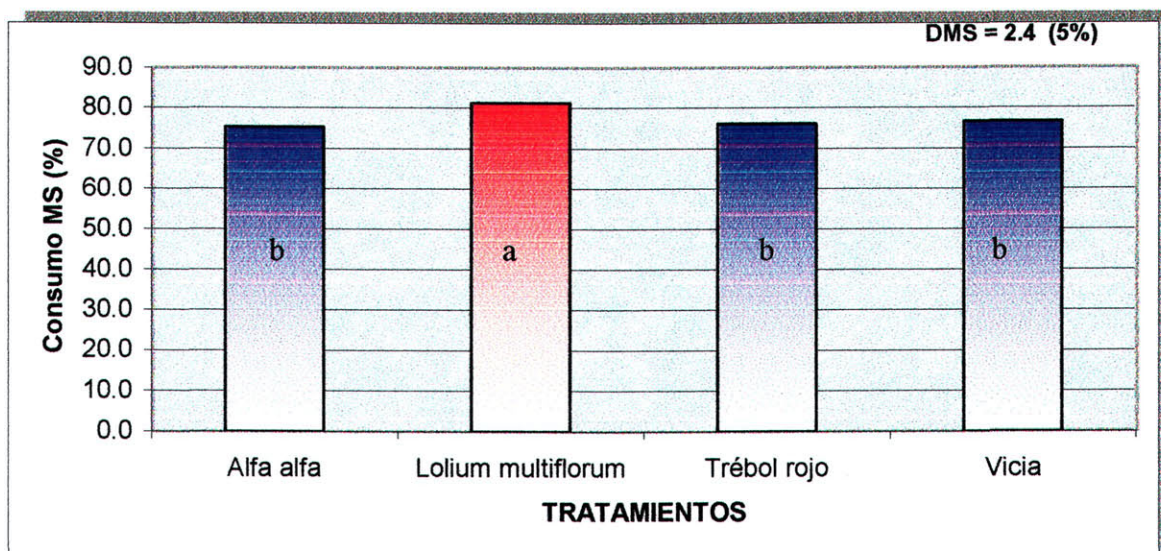


Figura 5. Consumo de materia seca por tratamiento

La especie forrajera con el consumo más elevado fue el *Lolium multiflorum*,. Este resultado se podría atribuir al bajo nivel proteico de esta gramínea (12.1%), provocando que el cuy busque satisfacer sus necesidades proteicas consumiendo una mayor cantidad de este forraje. A diferencia de las leguminosas en estudio, las cuales tuvieron altos contenidos nutricionales, tales como mayores niveles de proteína, 24.9% para la alfalfa, 20.6 y 20.4% para la vicia villosa y el trébol rojo respectivamente. Este resultado también podría atribuirse a una menor presencia de la Fibra Detergente Neutro (FDN) en la pared celular del *Lolium multiflorum* por su estado fisiológico de prefloración a diferencia de las leguminosas, las cuales estaban entre 10.0 y 20.0 % de floración. La pared celular o Fibra Detergente Neutro (FDN), abarca a todos los componentes de la pared (celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice).

A medida que un forraje avanza en su estado vegetativo aumenta el contenido de FDN. Cuanto mayor sea el porcentaje de pared de un alimento, más lenta será su digestión, estando más tiempo en el tracto digestivo. Por eso, el contenido de FDN tiene una correlación negativa con la capacidad de consumo que los animales tienen sobre ese alimento, a mayor FDN, menor consumo de materia seca (Centeno, 2001).

Los forrajes son fuentes de energía y su consumo varía ante diferentes valores de Energía Digestible. Existe una aparente relación inversa entre contenido energético de los alimentos y su consumo, lo cual indica la capacidad de variar el consumo de alimento con el objeto de alcanzar en lo posible ingresos energéticos semejantes (CHAUCA, 1997). Hecho que se podría haber manifestado en el consumo del *Lolium multiflorum*, que con 83.5 g consumidos de materia seca y un alto valor para su energía digestible (2731.0 Kcal./Kg.), fue mayor al encontrado por Saravia et al (1994) mencionado por la FAO (1997), en la chala de maíz que fue de 73.1 g y con un nivel energético de 1890.0 Kcal./Kg., mostrándose, en los resultados del presente experimento, una relación óptima entre la cantidad de alimento consumido y el valor energético concentrado en éste, que es un objetivo buscado para satisfacer las necesidades nutricionales del cuy.

El contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento. El cuy tiende a un mayor consumo de alimento de baja energía, comparado a un alimento de mayor energía (Carrasco, 1969 citado por Birrueta, 1995). De esta manera se podría explicar la significativa diferencia entre el valor de consumo que presentó la alfalfa (75.4 g), de la presente investigación, el cual fue mayor al hallado por Rico (1995), con un valor de 46.9 g, pudiéndose atribuir este comportamiento al alto contenido energético de esta última, satisfaciendo las necesidades energéticas del cuy consumiendo bajas cantidades del forraje.

La *Vicia villosa*, tuvo un consumo de 76.7 g de materia seca, el cual fue menor al hallado por Barrientos (2001), que fue de 79.5 g. para la mezcla de ensilaje de vicia y avena, la diferencia entre estos valores podría deberse a la baja palatabilidad de la

Vicia villosa, posiblemente por la presencia de un sabor algo amargo en esta, haciéndola menos apetecible para los cuyes y por tanto bajando su consumo. La mayoría de las leguminosas forrajeras como *Calliandra calothyrsus* y *Desmodium ovalifolium* contienen altas concentraciones de taninos condensados que producen efectos depresivos sobre el consumo, la digestibilidad de la materia seca (MS) y el nitrógeno (Kumar y D'Mello, 1995, mencionados por al (FAO, 1997),

Con base en los resultados obtenidos, se puede señalar que el *Lolium multiflorum* fue la especie forrajera de mayor consumo de materia seca para los cuyes, esto se podría atribuir a su baja condición nutritiva (valor proteico) ó una alta palatabilidad del forraje. Por otra, parte la *Vicia villosa*, el trébol rojo y la alfalfa, con contenidos nutricionales de buena calidad, demostraron tener también consumos óptimos con relación a otras investigaciones. La FAO (1997), señala que 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. Si bien las gramíneas tienen menor valor nutritivo, se aconseja combinar las gramíneas con las leguminosas, enriqueciendo a las primeras y de esta manera poder suministrar un alimento que cubra más eficientemente las necesidades del cuy.

4.7 Valor económico de sustitución

En los Cuadros 17, 18 y 19, se puede observar que desde un punto de vista económico y nutricional es conveniente el empleo de alfalfa como fuente de proteína, fibra y de energía digestible, por presentar los valores económicos de sustitución más bajos comparados con las otras especies, ya que 1 Kg. de proteína tiene un costo de 0.41 \$us., cada kilogramo de fibra producido tiene un costo de 0.38 \$us. y 1000 Kcal. de energía de este forraje presentan un valor de 0.009 \$us. Estos resultados se deberían a la diferencia del costo de producción de cada kilogramo de materia seca de los tratamientos, siendo el más bajo el de la alfalfa.

Cuadro 17. Valor económico de sustitución, patrón de pago proteína

INSUMO	% MS	% PROT.	Precio \$us./Kg.	Equivalente Kg./1 Kg. Prot.	V.E.S. \$us/ Kg. Prot.
Alfalfa	24.21	6.03	0.026	15.87	0.41
<i>Vicia villosa</i>	21.94	4.53	0.033	22.07	0.72
T. rojo	21.99	4.48	0.037	22.32	0.82
<i>L. multiflo.</i>	21.96	2.65	0.034	37.73	1.28

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 18. Valor económico de sustitución, patrón de pago fibra

INSUMO	% MS	% FIBRA	Precio \$us./Kg.	Equivalente Kg./1 Kg. Fibra	V.E.S. \$us./ Kg. Fibra.
Alfalfa	24.21	6.74	0.026	14.83	0.38
<i>Vicia villosa</i>	21.94	7.53	0.033	13.28	0.43
T. rojo	21.99	5.26	0.037	19.01	0.70
<i>L. multiflo.</i>	21.96	6.47	0.034	15.45	0.52

FUENTE: Elaboración propia

Cuadro 19. Valor económico de sustitución, patrón de pago energía digestible

INSUMO	% MS	E.D. Kcal./Kg.	Precio \$us./Kg.	Equivalente V.E.S. \$us./ Kg. (1000Kcal)
Alfalfa	24.21	2806.6	0.026	0.009
<i>Vicia villosa</i>	21.94	2641.1	0.033	0.012
T. rojo	21.99	2608.6	0.037	0.014
<i>L. multiflo.</i>	21.96	2731.0	0.034	0.012

FUENTE: Elaboración propia

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, con base en los resultados obtenidos y las discusiones realizadas en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La alfalfa con un 10% de floración, la *Vicia villosa*, el trébol rojo y el *Lolium multiflorum* con 20%, 10% y prefloración respectivamente, mostraron tener el contenido óptimo de fibra, lo que promovió una alta digestibilidad de este nutriente, recomendando las cuatro especies para cubrir los requerimientos de fibra para el cuy.
- La alfalfa es la especie que tuvo los mejores resultados en la digestibilidad de la proteína y energía, recomendándose su inclusión en dietas que necesiten de óptimos aportes proteicos y energéticos. Además, desde un punto de vista económico – nutricional la alfalfa es el forraje más conveniente por presentar los valores económicos de sustitución más bajos para la proteína, fibra y energía de entre todas las especies.
- Las leguminosas alfalfa y trébol rojo, sin diferencias significativas entre ellas, fueron las especies que presentaron la digestibilidad de la materia seca más elevada, recomendando su uso como forrajes de alta calidad nutricional para la alimentación de los cuyes.
- El *Lolium multiflorum* presentó el mayor consumo de materia seca, debido a sus bajas condiciones nutritivas (valor proteico), la *vicia villosa*, el trébol rojo y la alfalfa, con contenidos nutricionales de buena calidad, demostraron tener también consumos óptimos con relación a otras investigaciones. Recomendándose la combinación de los forrajes en raciones de los cuyes, con el objetivo de cubrir de manera más eficiente las necesidades del cuy.

VI RESUMEN

DIGESTIBILIDAD DE LEGUMINOSAS Y GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES

Javier Américo Campos Villarroel

Con el objetivo de determinar la digestibilidad en cuyes de los componentes nutritivos de la vicia villosa, trébol rojo y *Lolium multiflorum* en relación a la alfalfa, se evaluaron el coeficiente de digestibilidad de la fibra, proteína, materia seca, energía y consumo de materia seca en estas tres especies bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron para la alfalfa coeficientes de digestibilidad de 85.7% de la proteína y 2806.6 Kcal/Kg. de energía digestible, además de un valor económico de sustitución (V.E.S.) de la fibra, proteína y energía, de 0.41 y 0.38 \$us/kg. y 0.009 \$us/1000 Kcal. respectivamente. El *Lolium multiflorum* tuvo la tendencia más alta para la digestibilidad de la fibra con 60.7%. y el consumo más elevado con 81.3 g. Finalmente la materia seca tuvo una digestibilidad del 77.9% para el trébol rojo y de 75.6% para la alfalfa.

Key words: Alimentación de cuyes, digestibilidad, consumo, leguminosas forrajeras, gramíneas forrajeras.

ABSTRACT**DIGESTIBILITY OF LEGUMES AND GRAMINEOUS FORAGES IN THE FEEDING OF GUINEA PIGS**

Javier Américo Campos Villarroel

With the objective of determining the digestibility in guinea pigs of the nutritious components of *Vicia villosa*, red clover and *Lolium multiflorum* in relation to the alfalfa, the digestibility coefficient of the fiber, protein, dry matter, energy and dry matter in take in these three species was evaluated under a completely randomized block design with four replications. The results showed that alfalfa has a 85.7% of protein's digestibility coefficient and 2806.6 Kcal/Kg. of energy digestible, besides an economic value of substitution (V.E.S.) of the fiber, protein and energy, of 0.41 and 0.38 \$us/kg. and 0.009 \$us/1000 Kcal. respectively. The *Lolium multiflorum* had the highest tendency for the digestibility of the fiber with 60.7%. and the highest dry matter in take with 81.3 g. Finally the dry matter had a digestibility of 77.9% for the red clover and of 75.6% for the alfalfa.

Key words: Guinea pigs' feeding, digestibility, consumption, legumes forages, gramineous forages.

VII CITAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILA C., H. 1997. Pastos y empastadas. 8 ed. Chile. Editorial Universitaria S.A. p. 216, 217, 244, 245.
- ALIAGA, L. 1979. Producción de cuyes. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Perú. P. 327.
- BARRIENTOS, E. 2001. Manejo de praderas y producción de forrajes. Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. p. 136, 139, 140, 141.
- BIRRUETA M., F. 1995. Consumo de concentrado con niveles mínimos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la época de invierno en cuyes (*Cavia aperea porcellus*). Tesis Ing, Agr. Cochabamba (Bol.) Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y forestales "Martín Cárdenas"; Departamento de Zootecnia.
- BONDI, A. 1989. Nutrición Animal. Trad. por Dr. Rafael Sanz Arias. Zaragoza (Esp). P. 546.
- CABRERA, R. 2000. Determinación del rendimiento productivo de cuyes con alimento balanceado peletizado y diferentes fuentes de vitamina "C". Tesis Ing. Agr. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". Departamento de Zootecnia. p. 76.
- CARRASCO, W.; RAMÍREZ, F. 2000. Estudio bromatológico de las principales, especies forrajeras en la zona andina de Cajamarca. <http://www.inia.gob.pe>
- CARTAGENA F., B. 1989. Épocas, tutores y densidades de siembra de vicia villosa en producción de semilla. Tesis Ing Agr. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y forestales "Martín Cárdenas"; Departamento de Fitotecnia.
- CARVAJAL V., P. 1998. Comparación de tres métodos en la determinación de la digestibilidad de una dieta estándar en "*Rattus norvegicus*". Tesis Lic. Biología. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias y Tecnología, Carrera biología. p. 9, 10, 12, 18, 19, 21, 54, 66, 70, 74, 77.
- CAYCEDO V., A. 1992. Investigaciones en cuyes. Tercer curso latinoamericano de producción de cuyes. Lima, Perú. UNA La Molina.

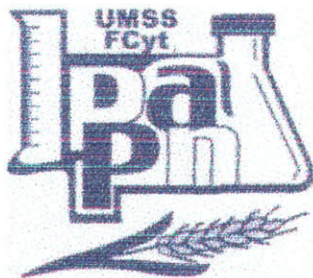
- CENTENO, A. 2001. Silaje de alfalfa http://www.com/e-forrajes/ver_articulo.asp?ver=7083.
- CHAUCA, F.L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO. Lima, Peru. p. 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45.
- CHURCH, D. C.; W. G. POND. 1992. fundamentos de nutrición y alimentación de animales (trad. L. Perez). Limusa (Mex.). P 438.
- CONDELLON, S.A.1972. Ganadería práctica.
- CRAMPTON, E.; HARRIS, L. 1974. Nutrición animal aplicada. Ed. 2da. Zaragoza, España. P. 756.
- FAO. 1997. Producción animal y sanidad animal en cuyes (*Cavia porcellus*). <http://www.fao.org/DOCREP/W6562s/w6562s06.htm>.
- FUENTES, J. 2002. Consumo voluntario y digestibilidad de subproductos de gramíneas con procesos de amonificación en cuyes. Tesis Ing. Agr. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". Departamento de Zootecnia. p. 36.
- HOMDERMAN, A. 1976. Momentos de ofrecimiento de alimento y su efecto en el consumo y crecimiento de los cuyes. Tesis Ing. Agr. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima (Per.). P. 3.
- http://www.agroandina.com/productos/pastos_forrajes/.
- http://www.infocarne.com/bovino/vacas_lecheras2.asp
- http://www.supercampo.vol.com.ar/edicion_0085/imagenes/nota_00_foto_/jpg
- INIA-CIID. 1995. *Investigaciones en cuyes*. Informe Técnico N° 6 94
- LAFORÉ, M. *et al.* 1999. Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del valle del Mantaro <http://www.visionveterinaria.com./rivep/art/09jun42.htm>.
- LYONS, R.; MACHEN R.; T. D. A. FORBES. 2001. Por que los forrajes cambian su calidad. <http://agpublications.tamu.edu/pubs/rem/e99s.pdf>.
- MEJOCUY. 2002. Informe técnico científico gestión 2001. Bolivia, Cbba. p.85
- MEJOCUY.1994. Alimentación en cuyes. Boletín técnico N° 1. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba (Bol). P. 24.

- MEZA, J. 1988. Evaluación de cuatro raciones en el engorde de cuyes en Selva Central. Tesis Ing. Zootecnista. Huancayo (Per.). Universidad Nacional del Centro del Perú; Facultad de zootecnia. p. 40.
- MOLLO C., G. 1994. Digestibilidad de forrajes de invierno para la alimentación de cuyes (*Cavia aperea porcellus*). Tesis Lic. Bio. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias y Tecnología; Carrera Biología. p. 4,7,9, 18, 20, 21, 22, 24, 32, 42, 43, 51, 52, 53, 54,64.
- MONEGAT, C. 1991. Plantas de cobertura do solo. Características e manejo em pequenas propriedades. 2da Ed. Chapeco, Brazil. p. 337, 318.
- MONTOYA C., V. 2000. Efecto del nivel proteico como suplemento en base a harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) para engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis Ing. Agr. Potosí (Bol). Universidad Autónoma "Tomas Frías"; Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias; Departamento de Zootecnia. P. 13, 19, 36.
- MORRISON, F. 1997. Compendio de alimentación del ganado. Ed. "UTHEA", Méjico. P.725.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1977. Nutrient Requirements of Laboratory animals. Nutrient Requirements of rabbits. Whashington D.C. (USA). P. 18.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1977. Nutrient requirements of rabbits. 2da Ed. Washington D.C., (USA) p.18.
- PAZ Y., M. 1979. Ensayo comparativo de cereales menores en cultivos puros y asociados con vicias en el Valle de Mizque. Tesis Ing Agr. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y forestales "Martín Cárdenas"; Departamento de Fitotecnia. p. 68, 69, 78.
- QUINO, F. 1996. Alimentación complementaria de cuyes en recría con xerófitas, halófitas del genero atriplex. Tesis Ing. Agr. La Paz (Bol).
- RICO, E. 1995. Investigación en aspectos de nutrición de cuyes en Bolivia. Mejocuy. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, (Bol.) P. 16.
- SARAVIA, D. J.; RAMIREZ, V. S.; MUSCARI, G. J. 1992. Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en la costa central. XV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Pucallpa, Perú.
- SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIONES Y SUS ALCANCES EN LA PRODUCCION DE CUYES (1995, SAN JUAN DE PASTO, COL.).1995. Investigaciones en aspectos de nutrición de cuyes en Bolivia. Ed. por Rico Elizabeth. Cochabamba, Bol. P. 9,10

- SHIMADA, A. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparada. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Printed in Méjico. P 29 – 119.
- VERGARA, R. V. 1992. Nutrición y alimentación del cuy. Tercer Curso Internacional de Cuyes. Lima, Perú. UNA La Molina. P. 86.
- VILLEGAS N., C. 1993. Digestibilidad aparente de la alfalfa y del alimento concentrado empleados en ambos sexos de dos líneas de cuyes. Tesis Ing Agr. Cochabamba (Bol). Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y forestales "Martín Cárdenas"; Departamento de Zootecnia.

ANEXOS

ANEXO 1



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN - FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE ALIMENTOS Y PRODUCTOS NATURALES

Inf. No-23/03

ANÁLISIS EN 16 MUESTRAS DE HECES DE CUY Y 4 MUESTRAS DE FORRAJE

ANÁLISIS FISICOQUIMICO: El parámetro fue determinado realizando el análisis por duplicado como mínimo y la tabla de resultado ha sido elaborada con el valor ponderado.

El método empleado para la determinación del parámetro fue:

ENERGÍA BRUTA: Medición directa de las muestras en una bomba calorimétrica (PARR INSTRUMENT COMPANY INC.), empleando como patrón de calibración ácido benzoico (Ref. P.I.Q.B. Programa de Investigación de Química Básica, Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología UMSS).

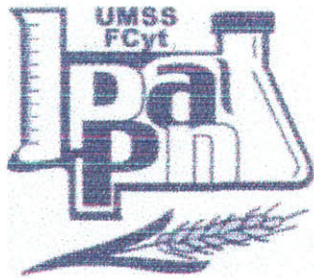



TABLA DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ENERGÍA BRUTA

Muestras: Hecec de cuy

Muestras	Valor (Kcal/100g)
Muestra 1	512,7
Muestra 2	514,8
Muestra 3	545,2
Muestra 4	394,4
Muestra 5	465,2
Muestra 6	554,4
Muestra 7	479,2
Muestra 8	475,6
Muestra 9	486,9
Muestra 10	466,4
Muestra 11	351,4
Muestra 12	492,2
Muestra 13	386,8
Muestra 14	445,7
Muestra 15	482,0
Muestra 16	5273


Lic. Runder Medrano Antezana
Responsable laboratorio Servicios
Programa de Alimentos y Productos Naturales


Dr. Gonzalo Alfaro Denus
Director
Programa de Alimentos y Productos Naturales

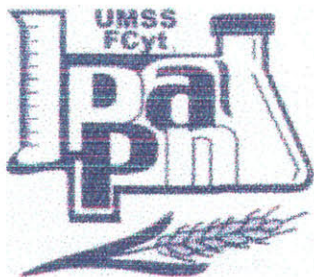



TABLA DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ENERGÍA BRUTA (Continuación)

Muestras: Forrajes

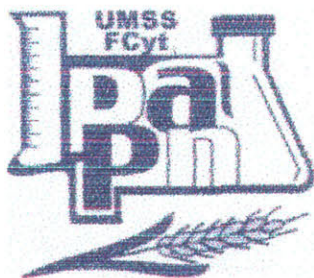
Muestras	Valor (Kcal/100g)
Muestra 17	394,4
Muestra 18	435,4
Muestra 19	381,1
Muestra 20	391,2

NOTA.- Los análisis se realizaron sobre muestra entregada en laboratorio por el solicitante

Cochabamba, 14 de Marzo del 2003


Lic. Runder Medrano Antezana
Responsable laboratorio Servicios
Programa de Alimentos y Productos Naturales


Dr. Gonzalo Alfaro Denus
Director
Programa de Alimentos y Productos Naturales



ANÁLISIS EN MUESTRAS DE HECES DE CUY Y FORRAJES

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: Cada uno de los parámetros fueron determinados realizando los análisis por duplicado como mínimo y la tabla de resultados ha sido elaborada con los valores ponderados.

Los métodos empleados para la determinación de los diferentes parámetros fueron:

HUMEDAD: Método gravimétrico secado en estufa a 105°C, hasta peso constante (Ref. Método 14.004 AO.AC. 140. Edic. (1984) U.S.A).

CENIZAS: Método gravimétrico, calcinación 550 °C. hasta peso constante (Ref. Método 14.006 AO.AC. 14°. Edic. 1984) USA).

PROTEÍNA: Método Kjeldahl, digestión acida con sulfato de potasio y sulfato de cobre y destilación del nitrógeno en medio básico, utilizando el factor 6,25 para la conversión de proteínas (Método 14.026 AO.AC. 140. Edic. (1984) USA)

EXTRACTO ETÉREO (GRASA): Método gravimétrico, extracción con hexano, previa hidrólisis acida de la muestra (Ref. Método 14.019AO.AC. 14°. Edic. (1984) USA).

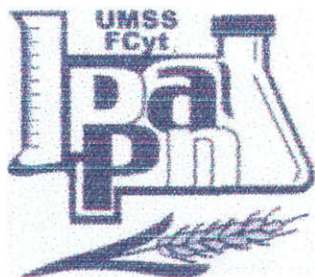
FIBRA CRUDA: Método Gravimétrico, realizando un tratamiento ácido-básico y calcinación a 550°C. (Método 14.020, AOAC.14° Edic. (1984). U.S.A).

HIDRATOS DE CARBONO (GLUCIDOS): Calculado por diferencia restando de 100, la suma de los porcentajes de proteína, extracto etéreo, humedad, fibra y cenizas (Tabla de composición de alimentos chilenos (Dr.Hermann Schmidt - Hebbel Ed. Universitaria Pag. 37 (1989) Chile).

VALOR ENERGÉTICO: Determinación por cálculo empleando los siguientes factores calóricos:

Proteína	F(Kcal/g) =2,44
Grasa	F(KcaVg)=8,37
Hidratos de Carbono	F(Kcal/g) = 3,57

Tabla de Composición de alimentos Bolivianos (Ministerio de Previsión Social y Salud Pública, 1984 Bolivia) y tabla de composición de alimentos Chilenos (Dr. Hermann Schmidt-Hebbel Ed. Universitaria (1985) Chile)



Inf. No -165/2002 ANÁLISIS

EN MUESTRAS DE HECES DE CUY Y FORRAJES

TABLA DE RESULTADOS BASE SECA

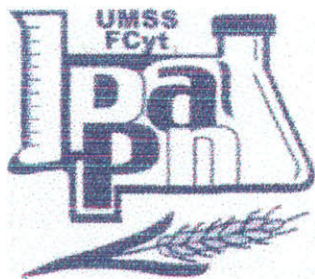
No	Humedad%	Ceniza%	Proteína%	Fibra%	Grasa%	H.Carbono%	V. energético Kcal/100g
1	0	6.25	15.77	54.14	3.44	20.4	140.10
2	0	6.92	18.84	48.82	6.76	18.66	169.17
3	0	6.66	15.29	54.56	6.16	17.33	150.73
4	0	14.62	15.46	36.04	4.16	29.72	178.64
5	0	5.23	15.4	54.56	6.46	18.35	157.16
6	0	6.66	21.16	45.48	5.86	20.84	175.08
7	0	14.53	14.06	34.15	3.22	34.04	182.78
8	0	5.85	12.57	51.88	3.04	26.66	151.29
9	0	6.97	21.25	41.76	7.01	23.01	192.67
10	0	4.76	11.43	53.61	2.95	27.25	149.86
11	0	13.45	12.7	35.12	3.11	35.62	184.18
12	0	6.13	15.28	48.64	6.76	23.19	176.65
13	0	5.28	13.83	55.14	3.09	22.66	140.50
14	0	14.97	11.96	32.47	3.12	37.48	189.10
15	0	7.19	17.5	46.71	6.77	21.83	177.30
16	0	6.03	12.72	56.66	6.58	18.01	150.41
17	0	10.34	24.9	27.83	2.48	34.45	204.50
18	0	8.98	20.64	34.34	2.94	33.1	193.14
19	0	10.86	20.38	23.91	2.89	41.96	223.71
20	0	13.47	12.08	29.48	2.28	42.69	200.96

NOTA.- Los análisis se realizaron sobre muestra entregada en laboratorio por el solicitante.

Cochabamba, 23 de diciembre de 2002

Lic. Runder Medrano Antezana
Responsable laboratorio Servicios
Programa de Alimentos y Productos Naturales

Dr. Gonzalo Alfaro Denus
Director
Programa de Alimentos y Productos Naturales




ANÁLISIS EN MUESTRAS DE HECES DE CUY Y FORRAJES

TABLA DE RESULTADOS BASE HÚMEDA

No	Humedad %	ceniza%	Proteína%	Fibra%	Grasa%	H.Carbono%	V. energético Kcal/100g
1	56.9	2.69	6.80	23.33	1.48	8.79	60.38
2	61.24	2.68	7.30	18.92	2.62	7.23	65.57
3	61.7	2.55	5.86	20.90	2.36	6.64	57.73
4	57.79	6.17	6.53	15.21	1.76	12.54	75.40
5	42.25	3.02	8.89	31.51	3.73	10.60	90.76
6	59.97	2.67	8.47	18.21	2.35	8.34	70.08
7	64.66	5.13	4.97	12.07	1.14	12.03	64.59
8	50.95	2.87	6.17	25.45	1.49	13.08	74.21
9	48.42	3.60	10.96	21.54	3.62	11.87	99.38
10	30.17	3.32	7.98	37.44	2.06	19.03	104.65
11	63.36	4.93	4.65	12.87	1.14	13.05	67.48
12	46.6	3.27	8.16	25.97	3.61	12.38	94.33
13	51.52	2.56	6.70	26.73	1.50	10.99	68.12
14	64.29	5.35	4.27	11.60	1.11	13.38	67.53
15	57.00	3.09	7.53	20.09	2.91	9.39	76.24
16	47.53	3.16	6.67	29.73	3.45	9.45	78.92
17	75.79	2.50	6.03	6.74	0.60	8.34	49.51
18	78.06	1.97	4.53	7.53	0.65	7.26	42.37
19	78.01	2.39	4.48	5.26	0.64	9.23	49.19
20	78.04	2.96	2.65	6.47	0.50	9.37	44.13

NOTA- Los análisis se realizaron sobre muestra entregada en laboratorio por el solicitante.

Cochabamba, 23 de diciembre de 2002


Lic. Runder Medrano Antezana
Responsable laboratorio Servicios
Programa de Alimentos y Productos Naturales


Dr. Gonzalo Alfaro Denus
Director
Programa de Alimentos y Productos Naturales

Anexo 2

```
options nodate;
data javier;
input blo trt$ fib prot ms ed consms;
fib=fib**2;
prot=prot**2;
cards;
1      alfa      59.07      87.17      79.12      2805.55      75.9
1      vici      63.36      82.25      76.77      2951.31      77.45
1      treb      59.6       81.7       80.2       2773.35      75.37
1      lmul      57.22      55.15      65.02      2549.92      83.56
2      alfa      47.71      83.51      73.32      3162.80      77.38
2      vici      46.93      78.62      64.9       2684.59      74.76
2      treb      54.53      75.17      76.09      2356.42      77.65
2      lmul      66.08      65.9       70.74      3298.60      81.09
3      alfa      58.45      85.41      76.22      2791.75      76.9
3      vici      33.09      76.29      57.17      2485.50      79.89
3      treb      60.7       76.52      77.49      2715.02      75.62
3      lmul      57.17      62.22      64.08      2747.68      81.09
4      alfa      46.19      86.51      73.56      2466.47      71.21
4      vici      56.17      81.74      72.71      2443.11      74.62
4      treb      56.91      81.04      77.94      2589.45      75.78
4      lmul      61.92      65.78      65.46      2327.75      79.46
;
/*
proc univariate normal plot;
var fib prot;
run;
*/

proc univariate normal plot;
proc mixed;
class blo trt;
model fib = trt/ddfm=satterth;
random blo;
lsmeans trt/pdiff;
run;

proc mixed;
class blo trt;
model prot = trt/ddfm=satterth;
random blo;
lsmeans trt/pdiff;
run;

proc mixed;
class blo trt;
model ms = trt/ddfm=satterth;
random blo;
lsmeans trt/pdiff;
run;
```

```
proc mixed;  
class blo trt;  
model ed = trt/ddfm=satterth;  
random blo;  
lsmeans trt/pdiff;  
run;
```

```
proc mixed;  
class blo trt;  
model consms = trt/ddfm=satterth;  
random blo;  
lsmeans trt/pdiff;  
run;
```

Anexo 3. Probabilidades de significancia de los efectos fijos, promedios de tratamientos y DMS.

FV	gl	fibra (%)	proteina (%)	materia seca (%)	ED (kcal/kg)	consumo MS (%)
Tratamientos	3	0.2544	0.0001	0.016	0.7239	0.0054

Tratamientos	fibra (%) (*)	proteina (%) (*)	materia seca (%)	ED (kcal/kg)	consumo MS (%)
Alfa alfa	2828.9	7337.8	75.6	2806.6	75.3
Lolium multiflorum	3685.8	3895.7	66.3	2731.0	81.3
Trébol rojo	3362.2	6187.1	77.9	2608.6	76.1
Vicia	2616.7	6361.9	67.9	2641.1	76.7

Cálculo de la DMS:

Residual (CM_E)	619718.8	217701.8	21.7	71567.4	3.4
DMS (p < 0.05)	1018.7	603.8	6.0	346.2	2.4

gl_E = 9

alfa_{0.05} = 1.83

rep = 4

* Valores ajustados a la distribución normal

Anexo 4. Medias de tratamientos y diferencia para la comparación por DMS.

fibra (%)	Medias	Diferencia	DMS = 1018.7
Vicia	2616.7		
Alfa alfa	2828.9	212.1	ns
Trébol rojo	3362.2	533.4	ns
Lolium multiflorum	3685.8	323.6	ns
proteína (%)			DMS = 603.8
Lolium multiflorum	3895.7		
Trébol rojo	6187.1	2291.4	*
Vicia	6361.9	174.9	ns
Alfa alfa	7337.8	975.9	*
materia seca (%)			DMS = 6.0
Lolium multiflorum	66.3		
Vicia	67.9	1.6	ns
Alfa alfa	75.6	7.7	*
Trébol rojo	77.9	2.3	ns
ED (kcal/kg)			DMS = 346.2
Trébol rojo	2608.6		
Vicia	2641.1	32.6	ns
Lolium multiflorum	2731.0	89.9	ns
Alfa alfa	2806.6	75.6	ns
Consumo MS (%)			DMS = 2.4
Alfa alfa	75.3		
Trébol rojo	76.1	0.8	ns
Vicia	76.7	0.6	ns
Lolium multiflorum	81.3	4.6	*

Anexo 5

Costo de Implantación del Alfalfa

(Tiempo: 5 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Prepa. del terreno					
1.1 Arado	4.00	hr/tractor	40.00	160.00	
1.2 Cruzado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.3 Rastra	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.4 Nivelado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
				Subtotal	400.00
2. Siembra					
2.1 Al voleo	1.00	hr.	3.75	3.75	
				Subtotal	3.75
3. Labores culturales					
3.1 Riegos	22.50	Jornales	30.00	675.00	
3.2 Corte de desmaleza.	3.50	hr/tractor	40.00	140.00	
				Subtotal	815.00
4. Insumos					
4.1 Semilla	25.00	Kg.	32.00	800.00	
4.2 Costo del agua	1.00	ha/mes	10.80	43.20	
				Subtotal	843.20
Total de costo de Impl.					2061.95
Tiempo de vida del Cultivo		Años			4.00
Costo Impl./vida culti.					515.49

Costo de Producción del Alfalfa
(Tiempo: 12 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Labores culturales					
1.1 Riegos	54.00	Jornales	30.00	1,620.00	
				Subtotal	1620.00
2. Insumos					
2.1 Costo de agua	1.00	ha/mes	10.80	130.00	
				Subtotal	130.00
3. Cosecha					
3.1 Segadora	12.00	Jornales	30.00	360.00	
3.2 Traslado *	18.00	TM	42.50	765.00	
				Subtotal	1,125.00
Total Costo de Produc.					2,875.00
Costo Impl/vida cultiv.					515.49
Total					3,390.49
Rendimiento TM/MS					18.00
Costo de 1 TM/MS					188.36
Costo de 1kg./MS/Bs.					0.19
Costo de 1 kg./MS/\$us.					0.03

Costo de Implantación de la *Vicia villosa*

(Tiempo: 3 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Prepa. Del terreno					
1.1 Arado	4.00	hr/tractor	40.00	160.00	
1.2 Cruzado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.3 Rastra	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.4 Nivelado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
				Subtotal	400.00
2. Siembra					
2.1 Al voleo	1.00	hr.	3.75	3.75	
				Subtotal	3.75
3. Labores culturales					
3.1 Riegos	13.50	Jornales	30.00	405.00	
				Subtotal	405.00
4. Insumos					
4.1 Semilla	30.00	Kg.	35.00	1,050.00	
4.2 Costo del agua	1.00	ha/mes	10.80	43.20	
				Subtotal	1,082.40
Total de costo de Impla.					1,891.15
Tiempo de vida del Cultivo		Años			3.50
Costo Impla./vida culti.					540.33

Costo de Producción de la *Vicia villosa*

(Tiempo: 12 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Labores culturales					
1.1 Riegos	54.00	Jornales	30.00	1620.00	1620.00
				Subtotal	
2. Insumos					
2.1 Costo de agua	1.00	ha/mes	10.80	130	130.00
				Subtotal	
3. Cosecha					
3.1. Segadora	4.00	Jornales	30.00	120.00	
3.2. Traslado *	12.00	TM	42.50	510.00	
				Subtotal	630.00
Total Costo de Produc.					2,380.00
Costo Impl/vida cultiv.					540.33
Total					2,920.33
Rendimiento TM/MS					12.00
Costo de 1 TM/MS					243.36
Costo de 1 kg./MS/Bs.					0.24
Costo de 1 kg./MS/\$us					0.03

Costo de Implantación del Trébol rojo

(Tiempo: 4 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Prepa. del terreno					
1.1 Arado	4.00	hr/tractor	40.00	160.00	
1.2 Cruzado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.3 Rastra	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.4 Nivelado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
				Subtotal	400.00
2. Siembra					
2.1 Al voleo	1.00	hr.	3.75	3.75	
				Subtotal	3.75
3. Labores culturales					
3.1 Riegos	18.00	Jornales	30.00	540.00	
3.2 Corte de desmaleza.	3.50	hr/tractor	40.00	140.00	
				Subtotal	680.00
4. Insumos					
4.1 Semilla	20.00	Kg.			
4.2 Costo del agua	1.00	ha/mes			
			41.00	820.00	
			10.80	43.20	
				Subtotal	863.20
Total de costo de Impla.					1946.95
Tiempo de vida del Cultivo					3.50
Costo Impla./vida culti.					556.27

Costo de Producción del Trébol rojo

(Tiempo: 12 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Labores culturales					
1.1 Riegos	54.00	Jomales	30.00	1620.00	
				Subtotal	1620.00
2. Insumos					
2.1 Costo de agua	1.00	ha/mes	10.80	130.00	
				Subtotal	130.00
3. Cosecha					
3.1. Segadora	12.00	Jomales	30.00	360.00	
3.2. Traslado *	11.50	TM	42.50	488.75	
				Subtotal	848.75
Total Costo de Produc.					2,598.75
Costo Impl/vida cultiv.					556.27
Total					3,155.02
Rendimiento TM/MS					11.50
Costo de 1 TM/MS					274.35
Costo de 1 kg./MS/Bs.					0.27
Costo de 1 kg/MS/\$us					0.04

Costo de Implantación de la *Lolium mutiflorum*
(Tiempo: 3 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Prepa. del terreno					
1.1 Arado	4.00	hr/tractor	40.00	160.00	
1.2 Cruzado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.3 Rastra	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
1.4 Nivelado	2.00	hr/tractor	40.00	80.00	
				Subtotal	400.00
2. Siembra					
2.1 Al voleo	1.00	hr.	3.75	3.75	
				Subtotal	3.75
3. Labores culturales					
3.1. Riegos	13.50	Jornales	30.00	405.00	
3.2. Corte de desmaleza.	3.50	hr/tractor	40.00	140.00	
				Subtotal	545.00
4. Insumos					
4.1 Semilla	40.00	Kg.	30.00	120.00	
4.2 Costo del agua	1.00	ha/mes	10.80	43.20	
				Subtotal	141.60
Total de costo de Impla.					1,891.15
Tiempo de vida del Cultivo		años			3.50
Costo Impla./vida culti.					311.50

Costo de Producción del *Lolium mutiflorum*

(Tiempo: 12 meses Sup.: 1 ha.)

ITEM	Cant.	Unidad	Costo/Unidad (Bs.)	Subtotal	Total
1. Labores culturales					
1.1 Riegos	54.00	Jornales	30.00	1620.00	
				Subtotal	1620.00
2. Insumos					
2.1 Costo de agua	1.00	ha/mes	10.80	130.00	
				Subtotal	130.00
3. Cosecha					
3.1 Segadora	13.00	Jornales	30.00	390.00	
3.2 Traslado *	12.00	TM	42.50	510.00	
				Subtotal	900.00
Total Costo de Produc.					2,650.00
Costo Impl/vida cultiv.					311.50
Total					2,961.50
Rendimiento TM/MS					12.00
Costo de 1 TM/MS					246.79
Costo de 1 kg./MS/Bs.					0.25
Costo de 1 kg/MS/\$us					0.03

Ref.:

Cambio de 1 \$us = 7.36 Bs.

*Costo de 1 litro de gasolina = 3.31 Bs.

Rendimiento de la movilidad 9 km/L

Salario del chofer por el transporte de 18 TM de MS = 675 Bs.

FORRAJES USADOS EN LA INVESTIGACION



FOTO 1. *Vicia villosa* (arvejilla)



FOTO 2.
Trifolium pratense
(Trébol rojo)



FOTO 3.
Lolium multiflorum
(Rye grass italiano)

PASOS IMPORTANTES DEL PROCEDIMIENTO



FOTOS 4-5. RECOLECCIÓN DE FORRAJES

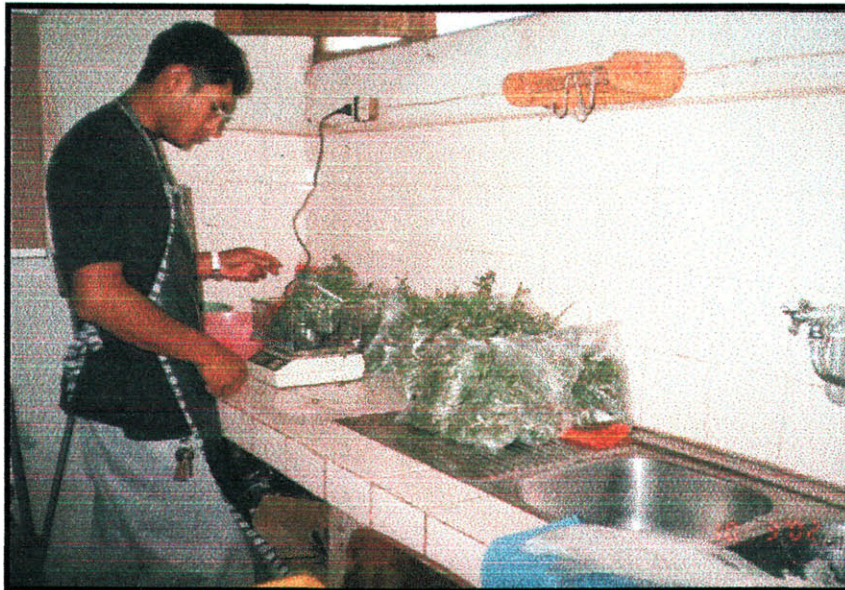


FOTO 6. PESAJE DEL FORRAJE PARA SUMINISTRAR A LOS CUYES

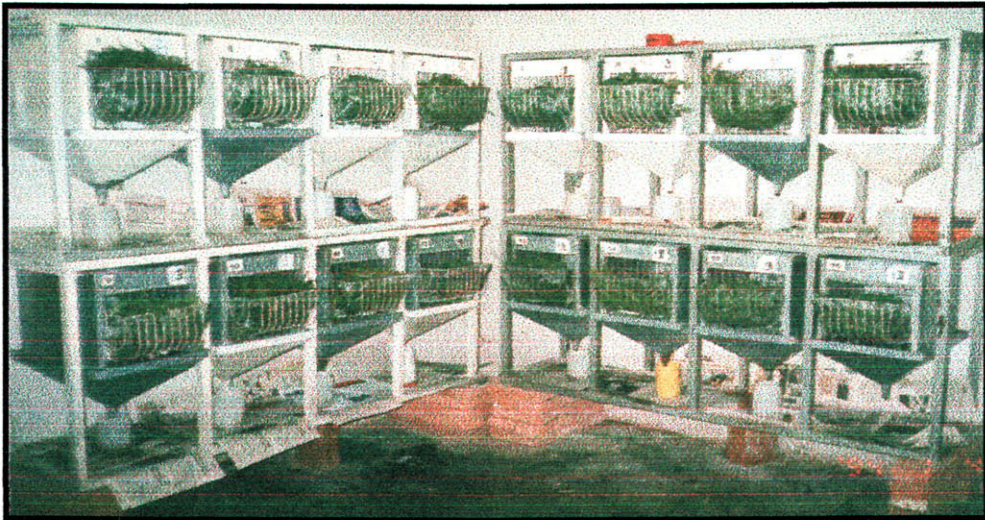


FOTO7. JAULAS CON ALIMENTO SUMINISTRADO



FOTO 8. SELECCIÓN DE HECES Y FORRAJE RECHAZADO

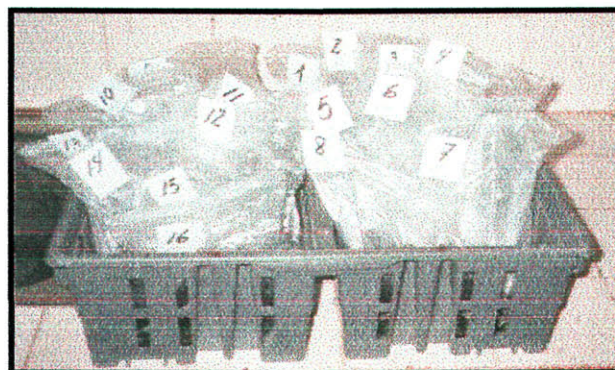


FOTO 9. IDENTIFICACION DE LAS HECES

ESPACIO FISICO UTILIZADO POR EL CUY EN LA JAULA METABOLICA

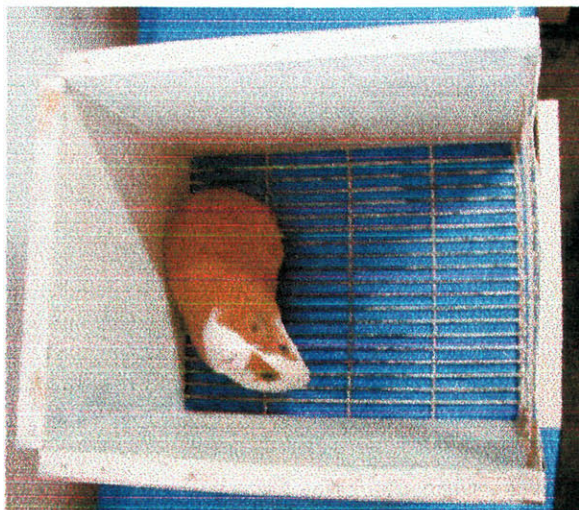


FOTO. 10 VISTA SUPERIOR

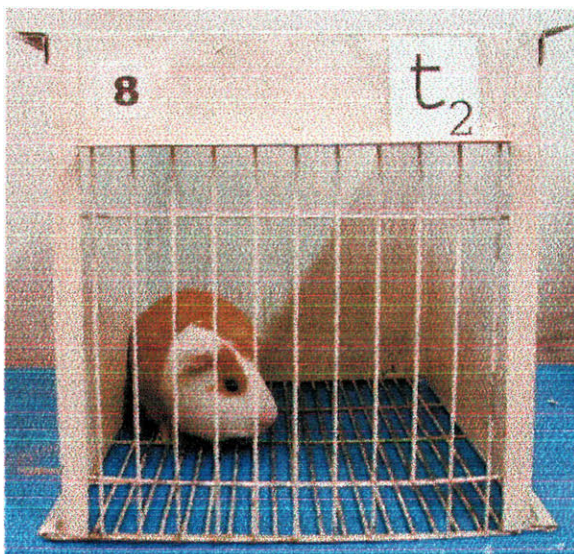
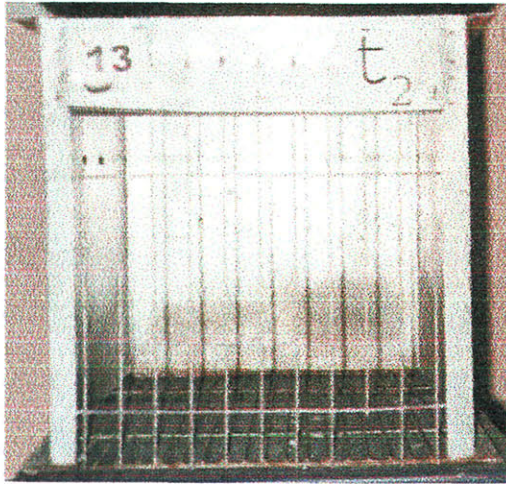
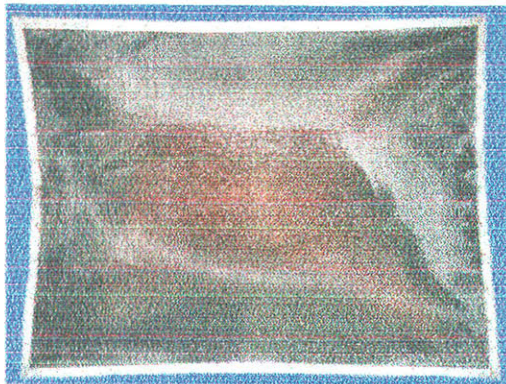
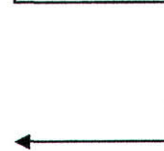


FOTO 11. VISTA FRONTAL

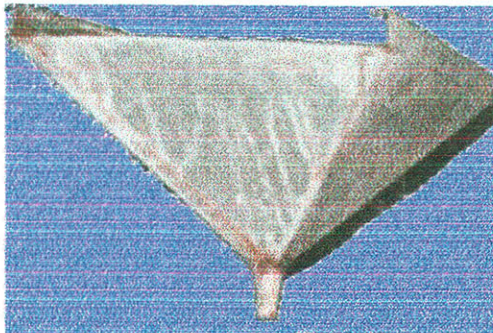
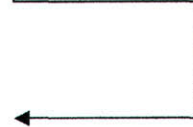
PARTES DE LA JAULA METABOLICA



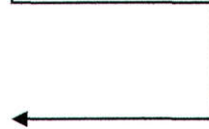
JAULA



MALLA MILIMETRICA
COLECTORA DE HECES



CAMPANA COLECTORA
DE ORINA



Digestibility of legumes and grassy forages in guinea pig feeding

Javier Américo Campos Villarroel

Faculty of Agricultural and Livestock Sciences • San Simón Higher University (Cochabamba,
Bolivia)

Agronomic Engineer • 2003

With the objective to determine guinea pig digestibility of the nutritive components of *Vicia villosa*, red clover, and *Lolium multiflorum* in relation to alfalfa, the digestibility coefficients were evaluated for fiber, protein, dry matter, energy, and dry matter consumption in these three species in a completely random block design with four repetitions. The results showed that for alfalfa digestibility coefficients of 85.7% of the protein and 2806.6 kcal/kg of digestible energy, plus an economic substitution value (ESV) of fiber, protein, and energy of US\$0.41 and \$0.38/kg and US\$0.009/1000 kcal, respectively. *Lolium multiflorum* had the highest tendency toward digestibility with 60.7% of fiber and the highest consumption with 81.3g. Finally, the dry matter had a digestibility of 77.9% for red clover and 75.6% for alfalfa.