

**Calidad del grano de frijol terciopelo  
(*Mucuna pruriens*) como suplemento proteico  
para rumiantes.**

**Diego Fernando Vivanco Arpi.**

**ZAMORANO**  
Departamento de Zootecnia

Mayo, 1998

**Calidad del grano de frijol terciopelo  
(*Mucuna pruriens*) como suplemento proteico  
para rumiantes.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Diego Fernando Vivanco Arpi.**

**Zamorano - Honduras**

Mayo, 1998

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Diego Fernando Vivanco Arpi.

Zamorano - Honduras  
Mayo, 1998

**Calidad del grano de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) como  
suplemento proteico para rumiantes.**

Presentado por

**Diego Fernando Vivanco Arpi.**

Aprobada:

---

Isidro Matamoros, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Daniel Meyer, Ph. D.  
Jefe de Departamento  
Zootecnia

---

Gladys de Flores, M. Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Raúl Santillán, Ph. D.  
Asesor

---

Keith Andrews, Ph. D.  
Director

---

John Jairo Hincapié, D.M.V.Z.  
Coordinador PIA Zootecnia

## **DEDICATORIA**

A Dios y a La Madre Dolorosa, por darme todo lo que tengo y hacer que nunca me falte nada.

A mis padres Francisco y Anita, por estar siempre junto a mí y hacer lo imposible con tal de verme feliz, gracias por enseñarme a ser una persona de bien y por todo la confianza que me han brindado. Los quiero mucho papis.

A mis hermanos Roberto, Xavier y Ma. Gabriela por ser unos verdaderos y sinceros amigos.

A todos mis amigos por ayudarme a entender mis errores para que pueda superarme.

A mi sobrina Ma. José, quien siendo tan pequeña ha llegado a ocupar un gran espacio en mi corazón.

A Paulina, Ma. José y Shirley, por saber comprenderme.

A mi país Ecuador, espero ayudarte a seguir creciendo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Isidro Matamoros, por haber sido mas que un asesor un consejero, gracias por ser mas que un catedrático un amigo.

A la Dra. Gladys de Flores, por haber depositado mucha confianza en mí.

Al Dr. Raúl Santillán por todas sus enseñanzas.

A Xavicho, por ser mi hermano, consejero, y por saberme regañar cuando lo merecía, siempre estabas dispuesto a escucharme.

A Miguel Yunes y Pablo Sánchez, por ser unos amigos que me los llevo de por vida.

A Paola Padilla por su gran amistad, por ser como eres, espero que nunca cambies, gracias por tus consejos y por haberme soportado durante todo este año. Siempre te recordaré. T.Q.M.

A Stalin Sánchez, Diego Román, Marcelo Echeverría, Juan F. Pérez, Jorge Merino, Mauricio Botero, Gissela Poquiviqui, Ingrid Fromm, Johana Arévalo, James Andrade, Marcelo Mosquera, Luis Soto, Holmes Macías, Carlos Palala, Hémerson Salazar, Julia Prado, Francisca Palacios, Cristian Chicaiza, Andrés Villaseca, Sebastián Valdivieso, Paulina Naranjo, Rodrigo Dueñas, Hans Dockwailer, por ser unos grandes compañeros y darme su amistad incondicional.

A Tony, Carlos, Francisco, Don Carlos, Alejandro y demás personas de la sección.

A todas las personas que colaboraron de alguna manera.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A mis padres, ya que por ellos he llegado a tener todo lo que tengo, les debo todo esto y mucho más.

A Cornell Institute for Food of Agricultural Development (CIFAD), por ayudar financieramente a continuar con mis estudios.

## RESUMEN.

Vivanco, Diego 1998. Calidad del grano frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) como suplemento proteico para rumiantes. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 22 p.

Con el objetivo de evaluar la calidad del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) como suplemento proteico se realizó un estudio de digestibilidad aparente in vivo en ovejos, y determinar así el efecto en rumiantes de los factores antinutricionales que se conocen que afectan los monogástricos. Se utilizaron 24 ovejos cruzados de las razas Blackbelly y Kathadin con un promedio de 18 meses de edad y 43 kg de peso vivo, con los que se probaron 3 (n=8) tratamientos en un diseño completamente al azar. Los tratamientos estaban compuestos de 3 raciones totalmente mezcladas balanceada para ser isoproteicas al 10 % para proveer requerimientos de mantenimiento de los animales, donde la base forrajera era heno de baja calidad. En la primera dieta (control) el suplemento proteico era harina de maní, en la segunda existía un reemplazo del 50 % de la fuente proteica por H. integral de mucuna, en el tercer tratamiento se reemplazó el 100 % de la fuente proteica por H. integral de mucuna. El estudio se dividió en 3 etapas, 14 días de adaptación para los animales, 7 días de toma de muestras, y luego se procedió a análisis en laboratorio para poder determinar las siguientes variables: consumo y digestibilidad de materia seca, orgánica y fibra neutro detergente, consumo de materia orgánica digerible en base al peso metabólico de los animales e índice de calidad de forraje. No se encontraron diferencias en digestibilidad de la materia seca ( $62.18 \pm 3.44$  %), consumo de materia seca ( $1.42 \pm 0.09$  kg/a/d), digestibilidad de la materia orgánica ( $64.20 \pm 3.28$  %), consumo de la materia seca en base al peso vivo ( $35.92 \pm 2.58$  g/kg) y consumo de la materia orgánica en base a peso metabólico ( $51.98 \pm 3.22$  g/kg.). En contraste, se observó una diferencia ( $P = .07$ ) en la digestibilidad de la fibra neutro detergente en favor de la dieta que no tenía mucuna ( $61.92 \pm 4.51$ ,  $52.87 \pm 4.51$ ,  $46.39 \pm 4.51$  % para las dietas con 0, 50 %, 100 % de reemplazo, respectivamente), sin embargo no hubo diferencias en el consumo de fibra neutro detergente. En conclusión podemos decir que la mucuna se puede utilizar como suplemento proteico sin observar efectos antinutricionales, al mismo tiempo los efectos positivos de igual consumo aún en dietas con diferentes digestibilidades de fibra neutro detergente se deben probablemente a un cambio en la calidad de la dieta.

Palabras claves: Cultivo de cobertura, frijol abono, alimentación de rumiantes.



## **NOTA DE PRENSA.**

### **¿ES POSIBLE EL USO DE GRANOS DE CULTIVOS DE COBERTURA EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES?**

Los cultivos de cobertura se encuentran diseminados en todas las zonas del trópico y en la actualidad sobresalen entre las plantas que están siendo promovidas debido a sus grandes condiciones de adaptación y debido a un sin número de características presentes en estos, como ser el bajo costo de conservación de suelos, enriquecimiento y mejoramiento de las condiciones físicas del suelo, fijación de nitrógeno entre otras.

Uno de estos, es el frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*), el cual tiene un alto potencial en el trópico y se encuentra presente en Honduras en gran parte del Litoral Atlántico, ya que es cultivado por una gran cantidad de pequeños agricultores como abono verde.

Este cultivo puede rendir 8 - 10 quintales de grano, el cual puede ser utilizado de alguna manera para obtener un ingreso adicional.

Se pensó que al grano cultivado se le podía dar un uso, por lo que se realizó un ensayo para determinar si era posible alimentar rumiantes con dicho grano. El estudio se realizó en Zamorano - Honduras, y se trabajó con ovejos durante un periodo de 21 días para determinar si este era digerido y aprovechado por los animales, sin tener ningún problema ya que se conoce que contiene una serie de sustancias propias de la planta que limitan el uso en animales monogástricos.

En el periodo de 21 días se les ofreció a los animales distintas dietas que contenían distintos niveles de harina integral de mucuna, como control se utilizó una fuente tradicional de proteína en rumiantes como lo es la harina de maní. Se midieron consumos voluntarios por parte de cada animal. Luego se pasó a una fase de laboratorio donde se analizaron los materiales ofrecidos, rechazados y las excretas de cada uno de los animales para poder determinar así si hubo un aprovechamiento de este ingrediente.

El resultado que se obtuvo es que no hubo diferencia en lo referente a consumos y digestibilidades en las distintas dietas ofrecidas.

Con lo que se concluyó que la harina integral de mucuna en reemplazo por la harina de maní, no tuvo efectos negativos aparentemente en lo referente a consumos y digestibilidades, con lo que es posible la adición de frijol terciopelo como suplemento proteico para rumiantes, y los distintos factores antinutricionales no afectan, como ocurre en animales monogástricos.

## CONTENIDO

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Portadilla.....                      | i    |
| Autoría.....                         | ii   |
| Página de firmas.....                | iii  |
| Dedicatoria.....                     | iv   |
| Agradecimientos.....                 | v    |
| Agradecimiento a patrocinadores..... | vi   |
| Resumen.....                         | vii  |
| Nota de prensa.....                  | viii |
| Contenido.....                       | ix   |
| Índice de cuadros.....               | x    |
| Índice de anexos.....                | xi   |
|                                      |      |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                 | 1    |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....         | 5    |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....       | 8    |
| 4. CONCLUSIONES.....                 | 13   |
| 5. RECOMENDACIONES.....              | 14   |
| 6. BIBLIOGRAFÍA.....                 | 15   |
| 7. ANEXOS.....                       | 18   |

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Composición química de los distintos ingredientes.....   | 5  |
| 2. | Ingredientes y sus porcentajes en las distintas dietas.....  | 6  |
| 3. | Composición química proximal de las distintas dietas con 0 %, 50 %, 100 % de reemplazo de H. de maní por H. de mucuna..... | 8  |
| 4. | Resultados generales de la comparación de las distintas dietas.....  | 9  |
| 5. | Costo total de los distintos ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas.....                                  | 12 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Análisis estadístico.....  | 18 |
| 2. | Consumo y rechazo expresado en base seca.....                          | 21 |
| 3. | Diferencias entre peso inicial y final a lo largo del experimento..... | 22 |

## 1. INTRODUCCIÓN

El frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*), es una planta de la familia Fabaceae, originaria de Asia meridional y Malasia (FAO, 1991), la cual también se conoce por *Stizolobium deeringianum*, *S. aterrinum* y *S. niveum*.

Es una planta anual, que tiene un ciclo de vida de 6 a 8 meses, con hábito rastrero y trepador debido a las guías que se desarrollan desde el tallo principal. Presenta una amplia diversidad genética que determina diferencias en cantidad de follaje, tamaño y color del grano, variando éste de blanco a negro, sus hojas son trifoliadas, y con flores cuyo color varía entre amarillo, verde claro y marrón oscuro. Su producción esperada es de 3 a 5 libras de semilla por planta (Melara y del Río, 1990).

Se encuentra presente en Africa, Asia, América y el Caribe, en la actualidad sobresale entre las plantas que están siendo promovidas para usarse como abono verde o cultivo de cobertura en los trópicos húmedos (Buckles, 1995).

Está distribuida desde el nivel del mar hasta los 2100 msnm, la precipitación adecuada para esta especie va de 650 a 2500 mm. Se adapta a una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta arcillosos, creciendo en suelos ácidos con pH de menos de 4.5 (Flores 1995). Es una planta capaz de tolerar las sequías prolongadas, aún sembrada al final de la estación de lluvias, tolera sin problema un amplio rango de factores climáticos, edáficos y topográficos. Es resistente al exceso de lluvias, siempre y cuando haya buen drenaje; sin embargo necesita una buena humedad para su establecimiento (Melara y del Río, 1990). El establecimiento de esta especie no representa ningún problema, mas bien su gran adaptabilidad ha contribuido a que tenga una buena acogida por un buen número de agricultores. Por todo lo anterior y la amplia diversidad genética del material, presentan un potencial enorme para su adaptación y uso en el trópico latinoamericano.

Las plantas forrajeras por lo general están ampliamente diseminadas en todas las zonas del trópico, poseen una alta digestibilidad y palatabilidad, son fuentes ricas en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y otros minerales, tienen una alta producción de biomasa, proteína cruda total y son de excelente calidad (Stewart, 1996). Bunch (1994) determinó que se puede llegar a producir hasta 50 TM/ha de material verde por año, su forraje es alto en proteínas y minerales. Holt y Giménez (1994) reportan que el cultivo puede fijar 90 - 100 kg de N/ha/año. Un problema que se ha determinado con el cultivo es que en suelos ricos en materia orgánica ocurren problemas de inmovilización del nitrógeno, ya que los microorganismos y residuos vegetales incorporan el nitrógeno en compuestos orgánicos que son insolubles, y que hacen que este no sea disponible para las plantas (Bowen y Kratky, 1990 citado por Melara y Del Río, 1990).

Las razones que hacen que el cultivo de mucuna se haya vuelto tan popular en sistemas de laderas de pequeños agricultores incluyen el bajo costo para la conservación de suelos, el enriquecimiento del suelo, su capacidad de controlar malezas y la erosión del suelo, mejoramiento de las condiciones físicas del suelo al aportar materia orgánica, también porque ofrece un alto aporte fijador de nitrógeno al suelo (Flores, 1995), restringe la aparición de plagas en el cultivo de asocio o en el cultivo posterior debido a la ruptura del ciclo biológico de la plaga (Melara y del Río, 1994). El follaje se usa como forraje para animales (Kiff y col., s.f.; Bunch, 1990 y 1995; Jackson, 1993); el grano se usa en la alimentación humana después de una buena cocción y previo remojo en agua con un constante cambio de agua, y en la preparación de café, pan y tortilla (Kiff y col., s.f.).

Agronómicamente se la utiliza para el control de malezas (Flores, 1991) y en otros lugares para control de nemátodos (Solórzano, 1996). En lugares secos se usa para mantener la humedad del suelo y recuperar suelos degradados incluyendo suelos compactados (Kiff et al, s.f.).

Económicamente hablando, nos ayuda en reducir el uso de fertilizantes nitrogenados hasta en un 50 % después de 3 años de uso consecutivo (Flores, 1993; Bunch, 1995), reducen en costos de jornales para preparación de suelo y limpias, aumenta el precio de la tierra que es cultivada con frijol como abono (Flores, 1993), y dan un pequeño ingreso por la venta de la semilla, los costos de producción por manzana se pueden reducir en un 46 % comparando con un sistema de producción donde se utiliza maquinaria e insumos (Flores, 1994).

El frijol terciopelo es ampliamente utilizado en asociación con cultivos de maíz. En Honduras, las épocas de siembra, densidades y número de siembras durante el año pueden variar de acuerdo a la zona y la experiencia obtenida con el uso de estas plantas.

Hay un interés por estudiar el frijol mucuna como una fuente alterna de proteína que puede sustituir a la soya, maní, y otras fuentes proteicas convencionales en dietas de animales. Sin embargo se sabe que contiene una serie de factores antinutricionales que limitan su uso tanto en la alimentación animal como humana. En general las leguminosa crudas y mal procesadas, han sido un gran problema para productores de cerdos, aves y peces debido a la presencia de factores antinutricionales (Maynard y col., 1981; Flores, 1997).

Entre los distintos factores antinutricionales presentes en el grano de frijol terciopelo, encontramos que los más importantes son: L - Dopa, inhibidores de tripsina, lectinas y taninos, en plantas y semillas estos actúan como biopesticidas, contra el ataque de hongos, bacterias y pájaros (Birk, 1987 citado por van Weerden and Huisman, 1989).

L - Dopa (3,4 - Déhidroxi Fenil Alanina) es una sustancia precursora de la Dopamina, la cual es un neurotransmisor (Fujji y col., 1992), En dosis controladas se utiliza en medicina humana para controlar el mal de Parkison, pero en grandes cantidades puede causar un estado confusional tóxico (Buckles, 1995). Por los altos niveles de L - dopa presentes en el frijol terciopelo su consumo debe ser cuidadoso, para lo que se procesa el grano con métodos tradicionales como la cocción del grano (Ravindran y Ravindran, 1988).

Los inhibidores de tripsina provocan una reducción de la digestión y absorción de la proteína, lo que conlleva a pérdida de peso y una deficiente conversión alimenticia (Schulze y col., 1993). Su acción es inducir a las células endocrinas de la mucosa a incrementar la producción de la hormona colicistoquinina (CCK), la que estimula al páncreas a producir más enzimas digestivas, análogas de tripsina, quimotripsina y amilasa (Birk, 1989, citado por Van Weerden and Huisman, 1989).

Las lectinas son sustancias que aglutinan los glóbulos rojos, se las conoce también como hemaglutininas. Se piensa que son las responsables de la liberación de lipasas y amilasas en las heces, lo que trae como consecuencia una baja eficiencia en el uso de alimento y en el crecimiento (Maynard y col., 1981).

Con los taninos todavía no se conoce completamente su acción en los animales, se piensa que éstos forman complejos con las proteínas y carbohidratos, además con enzimas digestivas, por esta razón la actividad de las enzimas y la digestibilidad de los nutrientes decrece (Griffiths y Mosely, 1980. Citado por Weerden y Huisman, 1989). Otro problema que se les atribuye es que producen un daño en la pared intestinal, su toxicidad radica en que son absorbidos por la pared intestinal e inhiben la absorción de ciertos minerales (van Weerden and Huisman, 1989). Aunque se ha demostrado que en rumiantes, un contenido de 2 - 4 % de taninos ayudan para que las leguminosas actúen como una fuente de proteína sobrepasante (Van Houtert y Leng, 1986. Citado por Preston y Leng, 1990).

Estos factores antinutricionales en general en los animales monogástricos tienen un efecto negativo en el crecimiento, eficiencia de conversión alimenticia y producen alteraciones en el tracto gastrointestinal. No existen límites definidos que determinen su consumo máximo sin causar un efecto negativo. Pero se ha determinado que estos factores antinutricionales no afectan a los rumiantes, ya que se piensa que son destruidos durante la fermentación ruminal; a excepción de los taninos cuyo efecto se cree que es más de palatabilidad (Maynard y col., 1981).

Debido a las condiciones presentes en el trópico para la producción de rumiantes lo más abundante es forraje de baja calidad debido a extensos periodos de sequía, deficiente manejo y sobreutilización de las pasturas, por lo que necesitamos suplementos proteicos y energéticos a un bajo costo que permitan un sistema sostenible de producción animal en el trópico. Por eso es necesario investigar nuevas fuentes alternas de alimento para los animales, que sean adaptadas a las condiciones del trópico y que sean capaces de suplir con los requerimientos alimenticios para rumiantes.

El frijol terciopelo se ha utilizado en la alimentación de ganado (Flores, 1991) ya sea en forma fresca, ensilaje (Agurcia, 1997), heno y concentrado (Kiff y col., s.f.). En Santa Catarina, Brasil, el grano de mucuna es utilizado para la alimentación de ganado lechero de doble propósito por iniciativa de los productores con resultados bastante aceptables (Reportado por Alemán, Flores y Sherwood, 1997)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Comunicación personal, Reportado durante el Congreso sobre Abonos verdes y sistemas de cultivos de cobertura para pequeños productores en regiones tropicales y subtropicales. Santa Catarina, Brasil. (Abril / 1997).

Sin embargo no existe suficiente información sobre el grano de frijol terciopelo utilizado para la alimentación de rumiantes, por lo que es necesario investigar acerca del potencial alimenticio que puede traer esta planta a los sistemas de producción de los trópicos (Agurcia, 1997).

Por todo lo anterior es necesario estudiar la calidad del forraje de mucuna (Agurcia, 1997 y Brenes, 1996) y también el potencial de su grano como ingrediente para suplementos concentrados en rumiantes. La calidad de forraje está expresada por la diferencia en el nivel de producción del animal debido a su valor nutritivo y el consumo voluntario que se presente; en donde la digestibilidad es el factor determinante de la calidad del forraje y será una medida de la proporción del alimento consumido que es absorbido y metabolizado por el animal (Minson, 1981).

El objetivo de este estudio fue determinar la digestibilidad aparente in vivo del grano de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) combinado con una dieta en base a heno.

---



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Sección de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia de Zamorano, situada en el Valle del Río Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, a 32 Kilómetros al Sudeste de Tegucigalpa, Honduras. A una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1105 mm distribuidas entre los meses de mayo a noviembre y con una temperatura promedio de 24° C.

Se utilizaron 24 corderos machos, castrados y descolados, cruzados de las razas blackbelly y kathadin, con un promedio de 18 meses de edad y 43 kg de peso vivo (PV). Los corderos fueron desparasitados 7 días antes del experimento con Panacur<sup>®</sup> a razón de 1 cc / 10 lb PV. y Dectomax<sup>®</sup> 1 cc / 50 kg PV.

Los corderos fueron estabulados en jaulas metabólicas de madera (1.2 m x 0.8 m), las que están provistas con su respectivo bebedero, comedero, salitrero. A los animales también se les colocó una bolsa recolectora de heces.

Se elaboraron 3 dietas para el estudio, donde la base forrajera de las tres era heno de pasto transvala (*Digitaria eriantha*) de baja calidad. Los distintos ingredientes que se utilizaron además del heno fueron sorgo, sal mineralizada y melaza; como suplemento proteico, lo que se utilizó fue una fuente convencional en la alimentación de rumiantes para proveer proteína como es la harina de maní y el grano de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*). En el Cuadro 1 encontramos la composición química proximal de los distintos ingredientes.

**Cuadro 1. Composición química proximal de los distintos ingredientes. (Expresado en Base Seca).**

| Ingrediente           | % de H <sup>o</sup> | % de Czs | % de PC | % de EE | % de FC |
|-----------------------|---------------------|----------|---------|---------|---------|
| H. de Maní            | 11.29               | 4.80     | 44.83   | 4.34    | 3.61    |
| Sorgo                 | 11.65               | 1.54     | 8.18    | 2.19    | 1.53    |
| H. integral de Mucuna | 11.46               | 2.85     | 20.15   | 3.24    | 5.93    |
| Heno                  |                     |          | 3.86    |         | 68      |

H<sup>o</sup> = Humedad

EE = Extracto etéreo

Czs = Cenizas

FC = Fibra cruda

PC = Proteína cruda

El primer tratamiento era control donde no se utilizó harina integral de mucuna y la fuente proteica de la ración fue harina de maní, en el segundo se reemplazó el 50 % de la fuente proteica (H. de maní) por H. integral de mucuna. La tercera dieta se reemplazó toda la fuente proteica por H. integral de mucuna, esta dieta no incluía H. de maní.

Las dietas se presentaron en forma de raciones totalmente mezcladas, donde todos los ingredientes previos a la elaboración de la mezcla fueron debidamente molidos en partículas pequeñas para disminuir la selección de ingredientes particulares por parte del animal, y poder consecuentemente estimar el nivel máximo de consumo de la ración. Las 3 dietas fueron balanceadas para ser isoproteicas al 10 % en base a oferta animal, para poder de esta forma evaluar el potencial del grano de mucuna como fuente proteica, las dietas fueron mezcladas después de haber molido todos los ingredientes para manejar una mezcla total de la ración. El proceso de mezclado se llevó a cabo en una mezcladora horizontal y se tomaron los cuidados necesarios durante el manejo y almacenamiento de las dietas para evitar segregación o sedimentación de los ingredientes y el crecimiento de hongos o bacterias.

**Cuadro 2. Ingredientes y su porcentaje en las distintas dietas.**

| <b>Ingrediente</b>  | <b>Tratamiento 1 *</b> | <b>Tratamiento 2 **</b> | <b>Tratamiento 3 ***</b> |
|---------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Heno                | 57.7                   | 53.85                   | 46.15                    |
| Sorgo               | 20.75                  | 14.25                   | 13.1                     |
| <b>H. de maní</b>   | <b>11.55</b>           | <b>5.75</b>             | -                        |
| <b>H. de mucuna</b> | -                      | <b>16.15</b>            | <b>30.75</b>             |
| Sal mineralizada    | 2.3                    | 2.3                     | 2.3                      |
| Melaza              | 7.7                    | 7.7                     | 7.7                      |

\* Dieta convencional.

\*\* Dieta con reemplazo de 50 % de la fuente proteica por mucuna.

\*\*\* Dieta con reemplazo de 100 % de la fuente proteica por mucuna.

Los corderos fueron divididos en tres tratamientos de ocho animales cada uno, en un diseño completamente al azar (DCA), usando el desempeño individual de cada animal como repeticiones.

El estudio se dividió en dos etapas: 1) Un período de adaptación de 14 días, tiempo en el que los corderos se adaptaron al ambiente, a las bolsas recolectoras, al alimento y al manejo. 2) Un período de recolección de siete días, durante el cual se recolectaron las muestras de alimento ofrecido, rechazado y heces.

Los animales fueron alimentados una vez al día a las 7:30 a.m. La cantidad de alimento ofrecido y rechazado fue pesado diariamente para determinar el consumo para poder ajustar la cantidad de alimento ofrecido del siguiente día para obtener un rechazo del 15 % al siguiente día.

En la semana de recolección del día 1 al 7, se recolectaron dos muestras diarias al azar dentro de cada tratamiento. Estas muestras de 250 - 300 g, se almacenaron en bolsas plásticas. Del día 2 al 8 se tomó diariamente una muestra por animal del alimento rechazado, equivalente al 20 % de este. Del día 3 al 9, se realizó la recolección de heces de cada animal en bolsas de papel, estas muestras eran de aproximadamente el 20 % de lo excretado, las cuales se secaron en un horno a 60° por un tiempo de 72 horas, para luego realizar los análisis químicos.

Las muestras diarias de alimento ofrecido y rechazado fueron colectadas en bolsas plásticas, para luego mezclarlas y obtener una muestra individual de cada animal representativa de los siete días. Luego estas muestras fueron secadas en el horno a 60° por 72 horas para luego ser molidas y realizar los respectivos análisis.

En total se obtuvieron 54 muestras al final del periodo de recolección. (6 de ofrecido, dos por cada tratamiento; 24 de rechazo y 24 de heces individuales de cada animal).

En las muestras del alimento ofrecido se determinó el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO). En las muestras de alimento rechazado y heces se determinó MS, MO, FND.

Las variables determinadas fueron las siguientes:

1. Consumo y digestibilidad de la Materia Seca, (kg/a/d, %).
2. Consumo y digestibilidad de la Materia Orgánica, (g/kg PV, %).
3. Consumo y digestibilidad de la Fibra Neutro Detergente, (g/kg PV, %).
4. Consumo de materia orgánica digerible en relación al peso metabólico de los animales (CMOD/PM).
5. Índice de Calidad de Forraje.

Los datos de consumo y digestibilidad fueron analizados con un análisis de varianza utilizando un diseño de bloques completos al azar y donde se encontró diferencias, éstas se determinaron usando una prueba de diferencia mínima significativa utilizando el Modelo Lineal Generalizado (GLM) del paquete de análisis estadístico SAS (SAS, 1991).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Características generales de las dietas.

El análisis químico de las dietas que se utilizaron en los distintos tratamientos experimentales se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 3. Composición química proximal de las distintas dietas con 0 %, 50 %, 100 % de reemplazo de H. de maní por H. de mucuna. (Expresado en base seca)**

|                      | % de H <sup>o</sup> | % de Czs | % de PC | % de EE | % de FND | % de FAD | % de Lignina | DIVMO |
|----------------------|---------------------|----------|---------|---------|----------|----------|--------------|-------|
| <b>Tratamiento 1</b> | 9.99                | 6.95     | 8.49    | 2.04    | 49.53    | 24.36    | 4.40         | 63.0  |
| <b>Tratamiento 2</b> | 8.20                | 7.81     | 8.83    | 1.96    | 48.82    | 26.87    | 4.31         | 61.6  |
| <b>Tratamiento 3</b> | 8.98                | 6.62     | 9.00    | 1.93    | 55.05    | 22.58    | 3.73         | 65.7  |

Tratamiento 1 = Dieta convencional.

Tratamiento 2 = Dieta con reemplazo de 50 % de la fuente proteica por h. integral de mucuna.

Tratamiento 3 = Dieta con reemplazo de 100 % de la fuente proteica por h. integral de mucuna.

FND = Fibra Neutro Detergente

FAD = Fibra Acido Detergente

DIVMO = Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica

#### Consumo y digestibilidad del alimento.

Desde la etapa de adaptación los animales no mostraron una diferencia significativa en lo referente a los consumos en los distintos tratamientos. Por el tipo de mezcla ofrecida no hubo una selección por parte de los animales, a excepción de un animal que consumía de la dieta 1, que llevaba H. de maní como suplemento proteico y no llevaba H. integral de mucuna. En este único caso el animal consumía mayormente lo que era el heno.

A lo largo de los 21 días duró el experimento se vio que los consumos diarios de alimento de las tres distintas dietas se iban incrementando, y aunque no es muy marcada la diferencia se notó que había un mayor consumo en los animales alimentados con la dieta tres donde la mucuna reemplazaba en un 100 % a la H. de maní, luego venía la dieta 2 que era un reemplazo del 50 % por mucuna y la que llevo un menor consumo fue la dieta 1, a lo largo del período de adaptación y de toma de muestras.

Las distintas variables medidas de consumo y digestibilidad se encuentran en el cuadro 3.

**Cuadro 4. Resultados generales de la comparación de las distintas dietas con 0, 50 y 100 % de reemplazo de la H. de múcura por H. de maní.**

|                                | <b>Dieta 1</b>          | <b>Dieta 2</b>           | <b>Dieta 3</b>            | <b>Sd</b> |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------|
|                                | <b>0 % de reemplazo</b> | <b>50 % de reemplazo</b> | <b>100 % de reemplazo</b> |           |
| <b>DIGMS</b> <sup>ns</sup>     | 66.49                   | 60.67                    | 59.38                     | 3.444     |
| <b>CMSD</b> <sup>ns</sup>      | 1.335                   | 1.464                    | 1.453                     | 0.093     |
| <b>DIGMO</b> <sup>ns</sup>     | 68.38                   | 62.65                    | 61.59                     | 3.281     |
| <b>CMSPV</b> <sup>ns</sup>     | 34.20                   | 35.19                    | 38.38                     | 2.583     |
| <b>CMODPM</b> <sup>ns</sup>    | 52.10                   | 50.20                    | 53.65                     | 3.216     |
| <b>DIGFND</b> <sup>*,.07</sup> | 61.92 <sup>a</sup>      | 52.87 <sup>a,b</sup>     | 46.39 <sup>b</sup>        | 4.505     |
| <b>CFNDPV</b> <sup>ns</sup>    | 17.18                   | 17.48                    | 16.66                     | 1.099     |
| <b>ICF</b>                     | 1.79                    | 1.73                     | 1.85                      |           |

**DIGMS** = Digestibilidad de Materia Seca, %

**CMSD** = Consumo de Materia Seca digerible, kg/a/d

**DIGMO** = Digestibilidad de la Materia orgánica, %

**CMSPV** = Consumo de Materia seca en base al peso vivo, g/kg PV.

**CMODPM** = Consumo de Materia orgánica digerible en base al peso metabólico, g/kg PV <sup>0.75</sup>

**DIGFND** = Digestibilidad de la Fibra Neutro Detergente, %

**CFNDPV** = Consumo de Fibra Neutro Detergente en base al peso vivo, g/kg PV.

**ICF** = Índice de Calidad de Forraje, CMODPM / 29

n.s. = medias para esta variable no diferentes entre sí.

.07 = medias para esta variable diferentes en Pi .07

a,b = Medias en la misma fila seguidas por la misma letra difieren de las demás (P < .05)

No se presentaron diferencias en cuanto al consumo diario de materia seca digerible MSD (kg./a/d), a pesar de que el mayor consumo se vió en los animales alimentados en los tratamientos 2 y 3, no existiendo una diferencia marcada entre estos dos, siendo el consumo promedio de  $1.45 \pm 0.093$  kg./a/d. El tratamiento 1 tuvo un consumo de  $1.34 \pm 0.093$  kg./a/d, siendo ésta el menor. Esto resultó contrario a lo que se esperaba, ya que H. de maní ha sido una fuente proteica tradicional siempre en lo que ha sido alimentación de rumiantes.

La digestibilidad se define como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto que ha sido absorbida (Mc.Donald, 1993). La digestibilidad de la MS no tuvo una diferencia significativa en los distintos corderos alimentados con cualquiera de las 3 distintas dietas, pero si podemos ver que la Dieta 1 lleva la mayor DIGMS con  $66.49 \pm 3.4$  %, Dieta 2 con  $60.67 \pm 3.4$  % y la 3 con  $59.38 \pm 3.4$  %. Es conocido que la digestibilidad afecta el consumo de materia seca (Churh y Pond, 1994) en forma directa, en donde a mayor digestibilidad mayor es el consumo. Sin embargo lo observado en este estudio contrasta esta relación ya que se pudo observar que

el material más digerible obtuvo el menor consumo y viceversa. Esto podría explicarse si consideramos los cambios en la calidad de la dieta, ya que al reemplazar la proteína proveniente de H. de maní no solo se reemplazaba esta si no que también el sorgo y el heno, consecuentemente el aporte de nutrientes de las dietas que contenían harina integral de mucuna cambió drásticamente.

Los animales son capaces de ajustar el consumo energético con el grado de energía presentes en las dietas para cumplir con sus requerimientos, el animal come para llenar su necesidad calórica. El consumo de alimento disminuye gradualmente a medida que aumenta el contenido energético de la dieta, al incrementar la densidad calórica de una ración producirá disminución en consumo de materia seca (Church y Pond, 1994). Otra razón puede deberse a que al agregar mucuna a la dieta llegamos a cambiar la calidad de la dieta ya que en el caso del tratamiento 3, donde el suplemento proteico era la harina de mucuna, no solo la mayor parte de la proteína suplementada provenía del grano de mucuna, sino también una buena parte de la energía que provenía de los aceites (EE) los que pudo haber afectado a la fermentabilidad en el rumen (Preston, 1995).

Algo que debe señalarse es la evaluación de micotoxinas en la H. de maní; se determinó que el contenido de aflatoxina presente en ésta era de 171.9 ppb, este nivel es inferior a los niveles de regulación de aflatoxina. En rumiantes de carne, el nivel de tolerancia es de 300 ppb en toda la dieta, sin embargo la presencia de aflatoxinas pudo haber afectado el consumo esperado de materia seca en las dietas que contenían H. de maní.

Igualmente no se vió diferencias en la digestibilidad de la materia orgánica, e igual que DIGMS en la Dieta 1 fue mayor con  $68.38 \pm 3.3 \%$ .

En lo referente a consumo de materia seca en base al peso vivo (CMSPV) no existió una diferencia significativa, pero siempre se guardó la relación donde las dietas menos digeribles observaron los mayores consumos y la dieta que tenía 100 % de reemplazo mantuvo un consumo mayor ( $38.4 \pm 2.6$  g/kg. PV), mientras que la dieta con 50 % fue de  $35.19 \pm 2.6$  g/kg. PV y la de 100 % H. de maní fue de  $34.20 \pm 2.6$  g/kg. PV.

En relación a la digestibilidad de la fibra neutro detergente (DIGFND) se encontraron diferencias ( $P < .05$ ) en favor de las dietas sin mucuna ( $61.9 \pm 4.5 \%$ ) en contraste con las dietas con 50 % de mucuna ( $52.9 \pm 4.5 \%$ ) y 100 % de mucuna ( $46.4 \pm 4.5 \%$ ). Esto se puede explicar porque se necesitó tres veces más mucuna para reemplazar la cantidad de harina de maní que proveían el 50 ó 100 % de la proteína en la dieta proveniente de fuentes proteicas. La mucuna a su vez tiene 1.5 veces más fibra que la H. de maní y 4 veces mas fibra que el sorgo que reemplazaba en la dieta. Sin embargo cuando se comparó el consumo de fibra neutro detergente en base al peso vivo no se observan diferencias entre los tratamientos de 100 % H. de maní, 50 % de reemplazo y 100 % de reemplazo ( $17.2 \pm 1.1$ ,  $17.5 \pm 1.1$ ,  $16.7 \pm 1.1$ , g/kg PV respectivamente). Entre algunos factores que se encuentran que alteran lo que es la digestibilidad es la fracción de fibra en un alimento, tanto por su cantidad y por su composición química (McDonald, 1993 ), en el caso de la Dieta 3 podemos ver que tuvo mayor cantidad de fibra neutro detergente.

El consumo de energía digerible expresado en términos de gramos diarios de materia orgánica digerible por kilogramo de peso metabólico ( $PV^{0.75}$ ) fue igual para los tres tratamientos y no existió ninguna diferencia significativa, en la dieta 3 se mostró el mayor CMODPM con  $53.65 \pm 3.2$  g / kg PM. Esta relación puede deberse al cambio en los nutrientes de la dieta al reemplazar el 50 % o el 100 % de la proteína provista por H. de maní por H. integral de mucuna y consecuentemente la mucuna aportó no solo carbohidratos sino también aceites que pudieron afectar la densidad calórica de la dieta y consecuentemente mayores consumos de energía expresados como CMODPM. Según Moore (1987) el ICF es una relación matemática entre el consumo de MOD del forraje evaluado y los requerimientos de mantenimiento expresados en la misma base. Un forraje de  $ICF > 1.0$  provee energía por encima del mantenimiento para funciones principalmente de ganancia de peso. En todos los casos los valores de consumo de MOD/PM encontrados en este ensayo son mayores a los requerimientos de mantenimiento ( $29$  g/kg  $PV^{0.75}$ ).

Algo que ocurrió con los ovejos alimentados con H. de mucuna fue que hubo variación en el color de la orina de éstos, a medida que se incrementaba el contenido de mucuna presente en la dieta aumentaba su color rojo vino. Esto según el Centro de Información de drogas de Birminham (1992) ocurre debido a la presencia de L-Dopa, y se conoce que en el grano de frijol terciopelo hay un alto nivel de ésta.

### **Estudio Económico.**

Según el Censo Nacional Agropecuario de 1993 de Ganadería y otras especies animales. Tomo V. Secretaría de Planificación. Coordinación y Presupuesto (SECPLAN). Octubre 1994, República de Honduras, en la zona del Litoral Atlántico Hondureño (Atlántida, Colón, Yoro y Gracias a Dios) existe un total de 28.942 vacas en lecherías especializadas. Según el Centro de Desarrollo e Investigación de Cultivos de Cobertura (CIDICCO), hay entre 3.000 a 7.500 m<sup>2</sup> cultivadas con el grano de frijol terciopelo en esta zona. El rendimiento por manzana de mucuna está alrededor de 8 - 10 qq/m<sup>2</sup>/año, según fuente de CIDICCO.

Si realizamos los siguientes supuestos, si cada vaca en promedio reciba por día 2 kg de concentrado diarios, y que éstos tengan un 30 % de mucuna. El animal consumiría diariamente 600 g de mucuna, un total de 219 kg al año

Suponiendo que hay un 40 % de adopción de este suplemento en las lecherías en total al año necesitamos de 2.534 TM., (56,340 qq). Si decimos que el rendimiento promedio es de 8 qq/m<sup>2</sup>/año de grano de frijol terciopelo, necesitamos alrededor de 7000 m<sup>2</sup>, tomando un rendimiento de 10 qq/m<sup>2</sup>/año se necesitan de 5600 m<sup>2</sup>.

En resumen necesitamos que se cultive de 5600 a 7000 m<sup>2</sup> de mucuna por año para que se pueda abastecer una adopción del 40 % en las lecherías en la zona del Litoral Atlántico Hondureño, si comparamos esto con la información de CIDICCO, la posible oferta actual del producto puede suplir a una posible demanda de la mucuna.

El total de costos de los ingredientes para la elaboración de las dietas de los distintos tratamientos se muestra en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Costo total de los distintos ingredientes utilizados en la elaboración de las dietas.**

|                          | <b>Tratamiento 1</b>   | <b>Tratamiento 2</b> | <b>Tratamiento 3</b> |
|--------------------------|--|----------------------|----------------------|
| <b>Costo total.</b>      | L. 105.62  | L. 96.99             | 92.32                |
| Tratamiento convencional | 1 = Dieta  |                      |                      |
| Tratamiento 2            | = Dieta con remplazo de 50 % de la fuente proteica por mucuna  |                      |                      |
| Tratamiento 3            | = Dieta con remplazo de 100 % de la fuente proteica por mucuna |                      |                      |

Como se pudo determinar, no hay una diferencia en los consumos y digestibilidades de los distintos tratamientos, por lo que se debe determinar cuál resulta más económica. En este caso para las condiciones en el Litoral Atlántico de Honduras lo que resulta mejor económicamente es alimentar al ganado con el tratamiento 3, ya que es el más barato. Esto puede representar a nivel del pequeño productor un ingreso adicional, ya que al cosechar 8 a 10 quintales de grano de mucuna estos los puede vender como ingrediente para concentrado, lo que representa un ingreso para el pequeño agricultor de 640.800 Lps.



#### **4. CONCLUSIONES**

- 1.- La sustitución de la H. integral de mucuna en reemplazo por la H. de maní como suplemento proteico, no tuvo efectos negativos aparentes en lo referente a los consumos y digestibilidades de las distintas dietas bajo las condiciones del presente estudio. En el único caso donde se obtuvo diferencia significativa fue en la digestibilidad de la fibra neutro detergente en favor de las dietas sin mucuna.
- 2.- Es posible la adición de frijol terciopelo como suplemento proteico para rumiantes, sin traer consecuencias negativas debidas a los diversos factores antinutricionales presentes en el grano que alteran el tracto gastrointestinal en monogástricos.
- 3.- No es necesario que el grano de mucuna reciba tratamientos especiales para disminuir las concentraciones de factores antinutricionales principalmente lo que es L - Dopa para utilizarlo en la alimentación de rumiantes.

## **5. RECOMENDACIONES**

Hay necesidad de realizar estudios con crecimiento, para lo que sería ganancias de pesos y determinar si es posible su uso en ganado de carne.

Se recomienda realizar estudios con vacas lactantes determinar su potencial en la producción lechera.

Se necesitan estudios que permitan establecer que no hay efectos negativos de los metabolitos de L – Dopa excretada en la orina por los rumiantes.

Establecer rendimientos de grano en vaina por manzana y su costo de producción.

Es posible desarrollar un mercado para el grano de mucuna como suplemento proteico para vacas de leche que le permita a los agricultores de ladera obtener un beneficio adicional del sistema Maíz – Mucuna.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AGURCIA, D. 1997. Calidad del ensilaje mezclado de frijol terciopelo (*Mucuna spp.*) con rastrojo de maíz. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 45 p.
- BRENES, J. 1996. Efecto del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) sobre la calidad del rastrojo de maíz en condiciones de ensilado. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Hond. Escuela Agrícola Panamericana. 21 p.
- BUCKLES, D. 1995. A “new” plant with a history. *Economic Botany*. New York, USA. pp 13-25.
- BUNCH, R. 1990. El potencial de coberturas muertas en el alivio de la pobreza y la degradación ambiental. IN TAPADO. Los sistemas de siembra con cobertura. Ed. By Thurston D.; Smith M.; Abawi G.; Steve K. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Cornell University, USA P. 5 – 10.
- BUNCH, R. 1994. El potencial de coberturas muertas en el alivio de la pobreza y la degradación ambiental. En: TAPADO: Los sistemas de siembra con cobertura. Ed. por D. Thurston, M. Smith, G. Abawi y S. Kearl. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development (CIIFAD). Ithaca, New York. p. 5-10.
- BUNCH, R. 1995. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: Lo que hemos aprendido hasta la fecha. Informe técnico No. 3, 2da. Edición. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. 8 p.
- CIPAV (C.R.), FAO, FONDO FEN COLOMBIA. 1995. Arboles y Arbustos Forrajeros utilizados en Alimentación Animal como fuente proteica. Cali, Col. 129 p.
- CUELLAR, E. 1997. Efecto de la inclusión de Bicarbonato de sodio o de grano tratado con hidróxido de sodio sobre el valor nutritivo y el consumo de dietas mixtas. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.
- CHURCH, D. y POND, W. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Noriega Editores. 2da. Edición. México, Mex. 438 p.
- FAO (ITALIA). 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Roma, Italia. P. 383 – 385.
- FLORES, M. 1991. Noticias sobre cultivos de cobertura. Prácticas de manejo para trabajar con frijol terciopelo. Boletín informativo No. 5 Tegucigalpa. Honduras. 8 p.

- FLORES, M. 1993. La utilización del frijol abono como alimento humano. Informe técnico No. 8. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. 4 p.
- FLORES, M. 1994. La utilización de leguminosas de cobertura en sistemas agrícolas tradicionales de Centroamérica. In TAPADO: Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, New York. CIIFAD. P. 157 – 165.
- FLORES, M. 1995. Prácticas de manejo para trabajar con frijol terciopelo. Noticias sobre cultivos de cobertura. Honduras. CIDDICO No. 5 Seg. Edición:1-6.
- FLORES, L. 1997. Uso de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en cerdos en crecimiento. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.
- FUJJI, Y., SHIBUYA, T. and YASUDA, T. 1992. Allelopathetic velvet beans. Its discrimination and identification of L – DOPA as a candidate of allelopathetic substances. Ibaraki, Japan. National institute of agro-environmental sciences, Tsukuba. 25 (4): 238 – 247.
- HOLT-GIMENEZ, E.; PASOS, R. 1994. “Campesino a campesino”. El potencial campesino de generación y transferencia del Río San Juan, Nicaragua. In TAPADO: Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, New York. CIIFAD p. 81 – 91.
- JACKSON, J. 1993. Los abonos verdes. Publicaciones varias No. 1, 2da edición Julio 1993. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. 8 p.
- JARAMILLO A. 1997. Establecimiento de un banco de proteína de *Gliricida sepium* y producción de *Mucuna pruriens* como fuente proteica para rumiantes. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 56 p.
- KIFF, L; POUND, B; HOLDSWORTH, R. s.f. Covercrops. A review and database for field users. Natural Resources Institute. Overseas Development Administration. USA. p. 3 – 15, 44 – 66.
- MAYNARD, L. A., LOOSLI, J. K., HINTZ, H.F. and WARNER, R. G. 1981. Nutrición animal. Digestión y absorción de compuestos nitrogenados en los no rumiantes. Traducido por Alfonso Ortega Said M.V.Z. México. Prensa técnica. 640 p.
- MELARA, W.; DEL RIO, L. 1990?. El cultivo de maíz y frijol en laderas: caracterización de los sistemas de producción. Publicación DPV-EAP #372. Tegucigalpa. Hond. 21 p.
- MELARA, W.; DEL RIO, L. 1994. Uso de labranza mínima y leguminosas de cobertura en Honduras. Ithaca, New York. CIIFAD. P. 57 – 63.

- MINSON, D.J.. 1981. Nutritional differences between tropical and temperate pastures. In Grazing Animals. Ed by F.H.W. Morley. Melbourne. Elsevier Scientific. P. 143 - 156.
- MOORE, J. 1987. Índice de calidad: a system for quantifying forage quality and predicting animal performance. University of Florida, Gainesville, FL. Animal Science Department. 4 p.
- PRESTON, T; LENG, R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Ed. Por consultorías para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (Condit) Ltda. 2 ed. Cali, Col. 312 p.
- RAVINDRAN, V. and RAVINDRAN, G. 1988. Nutricional and antinutricional characteristics of mucuna bean seeds. Journal at the science of food and agriculture. USA. 46 (1)
- RUBEN, R. 1997. Evaluación económica de sistemas de producción con alto y bajo uso de recursos externos: El uso de frijol abono en la agricultura de ladera. Borrador. Trabajo preparado para el taller de planificación: apoyo a la investigación sobre políticas para el manejo de los recursos naturales en las laderas mesoamericanas. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.
- STEWART, J.L. 1996. Utilization. *Gliricida sepium* Genética resources for farmers. (Inglaterra) no. 33: 33-48.
- SHULZE, H.; VERTEGEN, M. W.; HUISMAN, J.; VAN LEEUWEN, P and VAN DEN BERG, J. W. O. O. 1993. Nutricional effects of isolated soya trypsin inhibitor (sTI) on pigs. Wageningen Agricultural University, Department of Animal Nutrition. pp 195-199
- SOLORZANO, F. 1996. Métodos prácticos para evitar pérdidas. Los cultivos de cobertura son una buena inversión. El surco, edición latinoamericana No. 3 1996. Deere & Company, The Furrow. Illinois. USA. p 13.
- VAN WEERDEN, E. J. and HUISMAN, J. 1989. Nutrition and digestive physiology in monogastrics farm animals. Antinutricional factors (ANF's) in the nutrition of monogastric farm animals. Reviews presented at the simposium on the occasion of the retirement of Dr. E. J. Van Weerden. Wageningen, Netherlands. Ed. Pudoc Wageningen. Pp 17 – 35.

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis estadístico (Paquete estadístico SAS)

#### Dependent Variable: CMSD

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 0.08142346     | 0.04071173  | 0.59    | 0.5622 |
| Error           | 21 | 1.44426527     | 0.06877454  |         |        |
| Corrected Total | 23 | 1.52568873     |             |         |        |

|          |          |          |            |
|----------|----------|----------|------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | CMSD Mean  |
| 0.053368 | 18.50384 | 0.262249 | 1.41726831 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 0.08142346  | 0.04071173  | 0.59    | 0.5622 |

#### Dependent Variable: CMSPV

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 76.17712613    | 38.08856307 | 0.71    | 0.5014 |
| Error           | 21 | 1120.84047312  | 53.37335586 |         |        |
| Corrected Total | 23 | 1197.01759925  |             |         |        |

|          |          |          |            |
|----------|----------|----------|------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | CMSPV Mean |
| 0.063639 | 20.33869 | 7.305707 | 35.9202414 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 76.17712613 | 38.08856307 | 0.71    | 0.5014 |

## Dependent Variable: DIGMS

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 229.7340371    | 114.8670186 | 1.21    | 0.3181 |
| Error           | 21 | 1993.4754127   | 94.9274006  |         |        |
| Corrected Total | 23 | 2223.2094498   |             |         |        |

|          |          |          |            |
|----------|----------|----------|------------|
| R-square | C.V.     | Root MSE | DIGMS Mean |
| 0.103334 | 15.66870 | 9.743069 | 62.1817277 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 229.7340371 | 114.8670186 | 1.21    | 0.3181 |

## Dependent Variable: CMODPM

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 47.85143516    | 23.92571758 | 0.29    | 0.7519 |
| Error           | 21 | 1737.89657094  | 82.75697957 |         |        |
| Corrected Total | 23 | 1785.74800610  |             |         |        |

|          |          |          |             |
|----------|----------|----------|-------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | CMODPM Mean |
| 0.026796 | 17.50013 | 9.097086 | 51.9829565  |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 47.85143516 | 23.92571758 | 0.29    | 0.7519 |

## Dependent Variable: DIGMO

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 213.8711133    | 106.9355567 | 1.24    | 0.3092 |
| Error           | 21 | 1808.3658952   | 86.1126617  |         |        |
| Corrected Total | 23 | 2022.2370085   |             |         |        |

|          |          |          |            |
|----------|----------|----------|------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | DIGMO Mean |
| 0.105760 | 14.45330 | 9.279691 | 64.2046478 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 213.8711133 | 106.9355567 | 1.24    | 0.3092 |

### Dependent Variable: CFNDPV

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 2.79620043     | 1.39810022  | 0.14    | 0.8661 |
| Error           | 21 | 202.78775615   | 9.65655982  |         |        |
| Corrected Total | 23 | 205.58395659   |             |         |        |

|          |          |          |             |
|----------|----------|----------|-------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | CFNDPV Mean |
| 0.013601 | 18.16681 | 3.107501 | 17.1053730  |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 2.79620043  | 1.39810022  | 0.14    | 0.8661 |

### Dependent Variable: DIGFND

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 972.5936921    | 486.2968460 | 2.99    | 0.0717 |
| Error           | 21 | 3409.7956540   | 162.3712216 |         |        |
| Corrected Total | 23 | 4382.3893461   |             |         |        |

|          |          |          |             |
|----------|----------|----------|-------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | DIGFND Mean |
| 0.221932 | 23.71742 | 12.74250 | 53.7263278  |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 972.5936921 | 486.2968460 | 2.99    | 0.0717 |

### Dependent Variable: ADG

| Source          | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model           | 2  | 0.00089758     | 0.00044879  | 0.06    | 0.9466 |
| Error           | 21 | 0.17134354     | 0.00815922  |         |        |
| Corrected Total | 23 | 0.17224112     |             |         |        |

|          |          |          |            |
|----------|----------|----------|------------|
| R-Square | C.V.     | Root MSE | ADG Mean   |
| 0.005211 | 146.8565 | 0.090328 | 0.06150794 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| TRT    | 2  | 0.00089758  | 0.00044879  | 0.06    | 0.9466 |



**Anexo 3.  
Diferencias  
entre peso  
inicial y final  
a los largo  
del  
experimento.**

**Tratamiento 1**

| <b># de la jaula</b> | <b># del ovejo</b> | <b>peso inicial (kg.)</b> | <b>peso final (kg.)</b> | <b>diferencia</b> |
|----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|
| 3                    | 666                | 47                        | 50                      | 3                 |
| 7                    | 689                | 36                        | 38                      | 2                 |
| 11                   | 698                | 39                        | 40                      | 1                 |
| 14                   | 797                | 31                        | 35                      | 4                 |
| 15                   | 733                | 33                        | 33.5                    | 0.5               |
| 17                   | 717                | 32                        | 31                      | -1                |
| 23                   | 665                | 44                        | 44.5                    | 0.5               |
| 24                   | 663                | 40                        | 41.5                    | 1.5               |

**Prom. 1.44**

**Tratamiento 2**

| <b># de la jaula</b> | <b># del ovejo</b> | <b>peso inicial (kg.)</b> | <b>peso final (kg.)</b> | <b>diferencia</b> |
|----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|
| 4                    | 722                | 36                        | 38                      | 2                 |
| 5                    | 602                | 45                        | 46                      | 1                 |
| 6                    | 672                | 43                        | 43                      | 0                 |
| 9                    | 574                | 38                        | 41.5                    | 3.5               |
| 10                   | 638                | 44                        | 48                      | 4                 |
| 16                   | 702                | 41                        | 41                      | 0                 |
| 18                   | 679                | 45                        | 42.5                    | -2.5              |
| 20                   | 608                | 36                        | 38.5                    | 2.5               |

**Prom. 1.31**

**Tratamiento 3**

| <b># de la jaula</b> | <b># del ovejo</b> | <b>peso inicial (kg.)</b> | <b>peso final (kg.)</b> | <b>diferencia</b> |
|----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1                    | 753                | 32                        | 33                      | 1                 |
| 2                    | 630                | 44                        | 45                      | 1                 |
| 8                    | 648                | 37                        | 38                      | 1                 |
| 12                   | 692                | 42                        | 41.5                    | -0.5              |
| 15                   | 733                | 33                        | 33.5                    | 0.5               |
| 19                   | 641                | 40                        | 43.5                    | 3.5               |
| 21                   | 528                | 36                        | 40                      | 4                 |
| 22                   | 645                | 37                        | 38                      | 1                 |

**Prom. 1.44**

