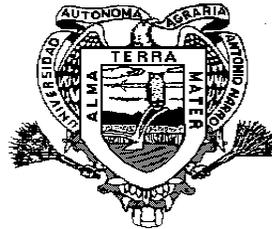


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Digestibilidad *In Vitro* de dietas para ovinos con diferente nivel de  
inclusión de grano de frijol (*phaseolus vulgaris* L.).**

**Por :**

**ADRIAN ANTONIO PEREZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el titulo de:**

**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

**Buena vista, saltillo, Coahuila, México  
Junio 2003.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**

**Digestibilidad *In Vitro* de dietas para ovinos con diferente nivel de  
inclusión de grano de frijol (*phaseolus vulgaris* L.).**

**Por :**

**ADRIÁN ANTONIO PÉREZ**

**TESIS**

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

APROBADA

-----  
ING. MC. J. Eduardo García Martínez  
PRESIDENTE DEL JURADO

-----  
ING. MC. Camelia Cruz Rodríguez  
SINODAL

-----  
ING. MC. Ramón F. García Castillo  
SINODAL

-----  
Ing. Rodolfo Peña Oranday  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Buena vista, Saltillo, Coahuila, México  
Junio 2003.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES:**

**Sra. Josefina Pérez Anaya**

**Sr. Gerardo Antonio Alvarado**

Quienes con su ejemplo y su esfuerzo por sacarnos adelante, me dieron lo mejor de si y me brindaron la oportunidad de tener mi carrera profesional. Con mucho amor, cariño y respeto para ustedes.

### **A MIS HERMANOS:**

**Gerardo**

**Edith**

**Onofre**

**Maria Isabel**

**Rosa Maria**

**Enrique**

**Eduardo**

Con mucho cariño, por el gran apoyo moral y económico que me han brindado siempre.

### **A MI ABUELITA:**

**MARIA**

Por sus consejos y el enorme cariño que me ha brindado siempre.

### **A MI NOVIA:**

**M. Guadalupe**

Por ese gran amor y apoyo que siempre me ha dado para salir adelante.

A mis amigos y compañeros de la generación VIIC de Ingenieros Zootecnistas, por su amistad y los momentos que compartimos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por todas las facilidades y recursos que me ofreció para formarme como profesionista.

Al MC. Eduardo García Martínez

Por darme la oportunidad de contribuir en este proyecto de investigación, por su amistad, sus buenos consejos y por su valiosa asesoría, que permitieron a buen término del presente trabajo.

Al MC. Camelia Cruz Rodríguez

MC. Ramon F. García Castillo

Por la revisión del documento y aportaciones para la realización del presente trabajo.

Al personal del Laboratorio de Nutrición Animal: Laurita y Carlos, por su apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

A mis maestros que contribuyeron a mi formación profesional.

Al Sr. German y su esposa Sra. Arminda, por su amistad y apoyo durante mi estancia en la universidad.

A todas aquellas personas que contribuyeron en el presente trabajo y formación como profesionista, sinceramente gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pagina
<b>DEDICATORIAS</b> -----	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> -----	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> -----	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> -----	viii
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	1
<b>OBJETIVOS</b> -----	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----	4
Concepto de Digestibilidad-----	4
Coeficiente de digestibilidad -----	5
Métodos para determinar la digestibilidad -----	6
Factores que afectan la digestibilidad de un alimento -----	7
Definición de alimento -----	9
Clasificación de los alimentos -----	10
Composición y calidad nutritiva del fríjol -----	15
Uso del fríjol en la alimentación de animales -----	17
Fríjol de desecho para la alimentación del ganado -----	17
Producción de fríjol en México y su utilización -----	19
Técnica de digestibilidad <i>In Vitro</i> -----	21
Resultados obtenidos de digestibilidad del fríjol por otros autores ----	23

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> -----	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> -----	35
<b>CONCLUSIÓN</b> -----	39
<b>RESUMEN</b> -----	41
<b>LITERATURA CITADA</b> -----	42
<b>APÉNDICE</b> -----	46
Análisis de varianza de la digestibilidad <i>In Vitro</i> de la materia seca y materia orgánica de las dietas -----	47
Tabla de coeficientes polinomios ortogonales -----	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Clasificación de los alimentos . . . . .	14
2.2	Composición media y promedios de principios nutritivos digestibles del frijol común ( <i>phaseolus vulgaris</i> L.). . . . .	15
2.3	Composición química proximal del frijol crudo, (porcentaje en base seca). . . . .	16
2.4	Composición química proximal de los diferentes grupos de frijol. . . . .	16
3.1	Análisis bromatológico de las dietas utilizadas ajustada a base seca. . . . .	27
4.1	Digestibilidad <i>In Vitro</i> de dietas a base de frijol . . . . .	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
2.1	Producción de frijol en México 1990 –95. . . . .	20
4.1	Comportamiento de la digestibilidad en cuanto a la inclusión de frijol en la dieta . . . . .	37

## INTRODUCCIÓN

Uno de los más graves problemas para los ganaderos de la Zona Norte del País y principalmente para los productores ejidales es la baja disponibilidad de alimento para las épocas críticas, en las cuales es difícil conseguir los alimentos convencionales; ya sea por no existir suficiente oferta o por no contar con los medios económicos para la compra de éstos.

Los principales países productores de frijol son la India, Brasil, México, China y Estados Unidos. En nuestro país anualmente se siembran en promedio 2.2 millones de hectáreas, sobresaliendo el estado de Zacatecas, que aporta aproximadamente 300 mil toneladas anualmente, esto representa casi la cuarta parte del volumen de la producción nacional. Barreiro, (SF).

En México los principales problemas que limitan la producción ganadera son de carácter nutricional, esto se debe a que la mayor cantidad de ganado se encuentra bajo condiciones de libre pastoreo; por esta razón, es necesario buscar nuevos alimentos ricos en nutrientes y que estén al alcance de las explotaciones pecuarias.

Por lo descrito anteriormente una alternativa son las grandes cantidades de desperdicio de frijol y los esquilmos del cultivo que puede, ser aprovechado por el animal.

Tomando en cuenta que en nuestro país existen diversas regiones en las cuales están establecidas aquellas explotaciones pecuarias, destinadas a la producción de leche y/o carne, el factor alimentación hace que tengan un alto costo de producción.

El estado de Zacatecas se ha caracterizado por ser uno de los principales productores de frijol en nuestro país y por la existencia de diferentes explotaciones pecuarias (ovinos principalmente), los cuales son alimentados básicamente con forrajes como la alfalfa, cebada, maíz entre otros; ensilajes, concentrados y algunos esquilmos agrícolas.

Morrison (1969) afirma que el frijol, se produce mas para alimento del hombre que como alimento para ganado, pero el frijol de desecho, de mal color o que por otra razón no puede utilizarse para consumo humano, sirve para la alimentación de los animales, así como la paja de frijol.

Galván (1994) menciona que para determinar el valor nutritivo de los alimentos, el punto de partida es el análisis químico, pero el valor real de los nutrientes ingeridos depende del uso que de ellos pueda hacer el organismo.

## OBJETIVOS

Por lo descrito anteriormente se plantean los siguientes objetivos para el presente trabajo de investigación:

1. Evaluación de la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca y materia orgánica, de 5 mezclas alimenticias con diferentes porcentajes de grano de frijol común de desecho (*phaseolus vulgaris L.*) para borregos.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Concepto de Digestibilidad**

De un alimento cualquiera una parte es digestible, de aquí se concluye que todos los alimentos tienen diferente digestibilidad y esta determinada por el grado de crecimiento o madurez del mismo, por la edad y especie animal que lo consume (Flores, 1989).

Euzarraga y García (1988) mencionan que la digestibilidad de un alimento es indicativo aparente del alimento consumido menos los desechos obtenidos en las heces del animal, de esta forma asumen que lo que contenía el alimento consumido y no aparece en las heces fecales, fue digerido por el animal.

Mc Donald (1969) señala que la digestibilidad de un alimento se define con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretada con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbida.

Por lo general se representa por el coeficiente de digestibilidad, que se expresa en porcentaje de materia seca.

Un alimento ingerido y por tanto penetra en el tubo digestivo, no es retenido al final totalmente por el organismo. En efecto, parte del mismo que no ha sufrido la acción de los jugos digestivos o ataque microbiano que en definitiva no ha podido ser absorbida aparece en el excremento.

En consecuencia, el rendimiento de las acciones digestivas se caracteriza por el llamado coeficiente de digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva ( C.U.D. ):

$$\text{CUD} = \frac{\text{Materia ingerida} - \text{materia fecal}}{\text{Materia ingerida}} \times 100$$

Solo debe considerarse a la materia seca de la ración.

Crampton (1974 ) por definición, digestibilidad aparente de la materia seca o de algún nutriente constituyente de los alimentos es aquella fracción de la ingesta que no es recobrada en las heces. Con esta fracción no recuperada se expresa como porcentaje de la ingesta, recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad.

### **Coeficiente de Digestibilidad**

La digestibilidad de los alimentos se determina, cuando un alimento se ingiere una parte se aprovecha y la otra se elimina, por las heces principalmente. Si conocemos la cantidad de % de un alimento ingerido y conocemos también la cantidad excretada, la diferencia será de la parte digerida y absorbida (Flores, 1989 ).

## Métodos Para Determinar La Digestibilidad

Métodos especiales:

Método del indicador : hay ocasiones que por falta de material apropiado o por la naturaleza del ensayo, es imposible controlar la ingestión de comida o pesar las heces o ambas cosas.

En estos casos es posible calcular la digestibilidad añadiendo al alimento una sustancia que sea totalmente indigestible y midiendo su concentración en alimento y en pequeñas muestras de heces de cada animal; la relación que existe entre estas concentraciones nos dá una medida de la digestibilidad.

El indicador puede ser un constituyente natural del alimento o bien una sustancia que se añade a este efecto. Como indicador natural interno se usa la lignina y como sustancia extraña suele emplearse el óxido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), ( Mc Donald, 1969).

Metodos de laboratorio:

No es fácil reproducir en su totalidad la digestión de los animales no rumiantes, pero la digestibilidad de las proteínas puede medirse atacándolas *In Vitro* con pepsina y ácido clorhídrico. La digestión microbiana que ocurre en rumiantes se puede imitar en el laboratorio incubando una muestra del alimento con líquido del rumen en un rumen artificial.

El rumen artificial se usa para estudiar tanto aspectos cualitativos como cuantitativos de la digestión. Hay modelos en los que se reproduce el estado dinámico del rumen natural eliminando por diálisis los productos de la digestión y añadiendo saliva artificial.

El coeficiente de digestibilidad *In Vitro* se determina como la proporción de alimento que ha sido disuelta durante la incubación(Mc Donald, 1969).

### **Factores que Afectan la Digestibilidad de un Alimento**

#### **Composición del alimento .**

La digestibilidad de un alimento esta íntimamente ligada con su composición química. La fracción de fibra bruta de un alimento influye sobre su digestibilidad, tanto por su cantidad como por su composición química. La digestibilidad aparente de la proteína bruta depende mucho de la proporción de proteína en el alimento. ,(Mc Donald, 1969).

#### **Composición de la ración .**

La digestibilidad de un alimento no solamente se ve afectada por su propia composición, sino también por otros alimentos consumidos al mismo tiempo, ósea por el efecto de la Digestibilidad asociativa.

Preparación de los alimentos.

Los tratamientos mas comunes a los que se someten los alimentos antes de ser administrados son: trocearlos, aplastarlos, triturarlos o molerlos y la cocción. Con objeto de obtener una mayor digestibilidad.

Factores dependientes del animal.

La digestibilidad es más bien una propiedad del alimento que del consumidor, lo que nos quiere decir que un alimento dado a animales distintos sea siempre digerido en el mismo grado. Los factores animal mas importantes son:

1. Especie
2. Edad
3. Etapa de crecimiento y desarrollo

Nivel de ingestión.

Un aumento en la cantidad de comida ingerida por un animal hace que la velocidad de paso de la digesta sea mayor y por lo tanto menor el tiempo durante el que esta expuesta a la acción de las enzimas, lo que puede ocasionar una disminución de la digestibilidad.

La digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o bien por falta de absorción completa. Por otro lado, el alimento puede transitar tan lentamente por los intestinos que se ve sujeto a fermentaciones excesivas que se desperdician.

Cuando se reduce la ingestión de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes en la digestión de alimentos y en el aprovechamiento de nutrientes, Palmieri D.( SF).

La digestibilidad *in vivo* de los alimentos se ve afectada por numerosos factores, entre los que destacan el tipo de ración, el nivel y pauta de ingestión de los alimentos, la especie animal y el estado fisiológico de los animales (Schneider and Flatt, 1975). Citado por Bochi-Brum et al, 1999.

### **Definición de Alimento**

Flores (1989 ) Menciona que Roget lo define así : alimentos son todas las sustancias que introducidas al organismo sirven para recompensar las pérdidas de materia y energía suministrando a la vez, materiales para la composición de células y tejidos.

Alimentos: este término es sinónimo de pienso, alimento natural o forraje, aunque posee un sentido mas amplio al incluir a todos los materiales que integran la dieta debido a sus propiedades nutritivas , admite además de los productos

vegetales y animales, a las sustancias nutritivas puras , manufacturadas de alguna manera harina de germen de trigo o sintetizadas químicamente (clorhidrato de tiamina) y sus mezclas preparadas que se emplean como suplemento de los alimentos de los alimentos naturales . Por lo tanto, un alimento es cualquier producto sea de origen natural o preparado artificialmente que presente un valor nutritivo para la dieta cuando se emplee en forma adecuada (Flores, 1989) .

### **Clasificación de los Alimentos**

Harris *et al.* (1980), citado por Campabadal *et al.*, (sf), establece que para el desarrollo de un sistema preciso de identificación, se deben tomar en cuenta todos los factores que afectan el valor nutritivo de los alimentos como son: el genotipo de la planta o animal, las condiciones ambientales durante el crecimiento, el estado de madurez a la cosecha o matanza, el método de cosecha, preservación o procesamiento del ingrediente, y el número de cosechas en la etapa de crecimiento.

Existe un sistema internacional de clasificación de los alimentos que se empezó a desarrollar en 1972 en la reunión anual de la Sociedad Americana de Ciencia Animal donde se acordó establecer un nombre, número y una descripción internacional para cada ingrediente de uso animal, esto con el fin de que toda la información presentada por la Red Internacional de Centros de Información de

Alimentos para Animales (INFIC) y las publicaciones presentadas en el "Journal of Animal Science" adoptaran el mismo procedimiento.

En este sistema se estableció un nombre internacional para cada ingrediente y a cada ingrediente se le asignó un número internacional (IFN) que está identificado por un número de 5 dígitos. Este número es lo que une a la descripción internacional de cada alimento, al nombre internacional del alimento, al nombre del alimento por país y a la información biológica y química de una base de datos.

A este número internacional (IFN) le anticipa un dígito que representa el número de clase de alimento. Este número representa 8 categorías que son:

1. Forrajes secos y materiales fibrosos
2. Pastos, leguminosas y forrajes frescos
3. Ensilajes
4. Alimentos energéticos
5. Suplementos proteicos
6. Suplementos minerales
7. Suplementos de vitaminas
8. Aditivos

El nombre internacional está basado en seis categorías o facetas que permiten describir el alimento. Estas facetas son:

Faceta 1 = Origen del material. Puede ser vegetal, animal o de otro origen.

Faceta 2 = Parte del material que se usa como alimento y que se afecta por el proceso. Esto sería por ejemplo el germen, el salvado, etc.

Faceta 3 = Proceso o tratamiento. En esta categoría se involucra si está seco o fresco.

Faceta 4 = Estado de madurez.

Faceta 5 = Número de cultivo.

Faceta 6 = Grado o calidad.

Este sistema internacional es criticado, pues aunque identifica las posibles materias primas que se pueden utilizar para la elaboración de alimentos balanceados, existen muchos ingredientes cuya composición no es tan pura como el patrón establecido en su clasificación, ya que en el proceso de su obtención, el equipo tecnológico no es el mejor, se mezcla con otros ingredientes o bien ocurren adulteraciones. Además, se puede carecer de información de las condiciones bajo las cuales se desarrolló la fuente utilizada, como son: variedad, fertilización, tipo de suelo, etc. (Harris *et al.*, 1980), citado por Campabadal *et al.*, (sf).

Desde el punto de vista práctico para la formulación de raciones, los ingredientes se pueden clasificar en cuatro categorías generales de acuerdo a su contenido de nutrimentos. Estas categorías son:

1. Fuentes de proteína
2. Fuentes de energía
3. Fuentes fibrosas
4. Aditivos.

La siguiente es una clasificación de los alimentos de la NRC (Academia Nacional de Ciencias) de E.E.U.U., de mucho uso en nuestro país.

Cuadro 2.1. Clasificación De Los Alimentos (Church *et al.*,2002).

CODIGO Y CLASE	PRODUCTOS TIPICOS
1.-Forraje o pienso grosero seco	Heno, paja, cáscaras de semillas, forrajes (parte aérea con espiga o vainas).
2.-Forraje o pienso grosero húmedo	Pastizales, plantas de explotaciones extensivas, cosechas en el suelo, en verde.
3.-Ensilados	Ensilados de cereales, ensilado de gramíneas pratenses.
4.-Alimentos Energéticos	Cereales y semillas, pobres o ricos en celulosa, subproductos de molinería pobres en celulosa, frutos, frutos secos, raíces.
5.-Suplementos Proteicos	Subproductos animales, marinos, de las aves, vegetales.
6.-Suplementos Minerales	Elementos naturales o puros.
7.-Suplementos Vitamínicos	Sustancias naturales o puras.
8.-Aditivos	Antibióticos, materias colorantes, productos olorosos, hormonas, medicamentos.

Según esta clasificación los productos que contienen mas del 18% de fibra bruta una vez secos se clasifican como alimentos groseros los que presentan el 20% o mas proteína como suplementos proteico; los que contienen menos del 20% de proteína y menos del 18 % de fibra bruta como alimentos energéticos.

## Composición y Calidad Nutritiva del Frijol

Algunos autores mencionan que el frijol contiene una buena proporción de nutrientes. Argumentan que por cada porción de cien gramos de (MS) contiene 304.6 (Kcal.) de energía bruta, proteína 21.4 g, grasa 1.5 g, Hidratos de carbono 54.8 g, y fibra cruda 21.2 g, mostrando un buen contenido de proteína.

**CUADRO 2.2 COMPOSICIÓN MEDIA Y PROMEDIOS DE PRINCIPIOS NUTRITIVOS DIGESTIBLES DEL FRIJOL COMUN (*phaseolus vulgaris* L.). (MORRISON,1967).**

ALIMENTO	MST%	PDT%	PNDT%	G%	PC%	FC%	EE%	MM%	Ca%	P%	K%	N%
FORRAJES SECOS	COMPOSICIÓN MEDIA TOTAL								COMPONENTES MINERALES			
frijol común (paja)	89.1	3.0		6.1	1.4	40.1	34.1	7.4	1.67	0.13	1.02	0.98
frijol común vaina seca	91.8	3.5		7.1	1.0	34.8	45.0	3.9	0.78	.10	2.02	1.14
ALIMENTOS CONCENTRADOS (granos y otras semillas y sus subproductos; alimentos concentrados diversos)												
FRIJOL COMUN	90.0	20.2	78.7	22.9	1.4	4.2	57.3	4.2	0.15	0.57	1.27	3.66
FRIJOL RIÑON	98.0	20.2	77.8	23.0	1.2	4.1	56.8	3.9				3.68

MST= Materia Seca Total.  
PDT= Proteína Digestible Total.  
PNDT= Principios Nutritivos Digestibles Totales.  
PC= Proteína Cruda.  
G= Grasa.  
FC= Fibra Cruda.  
EE= Extracto no Nitrogenado.  
MM= Materia Mineral.  
Ca= Calcio  
P= Fósforo.  
K= Potasio.  
N= Nitrógeno

**Cuadro 2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DEL FRIJOL CRUDO, (BASE SECA). (MARK 1991).**

GRUPOS EN ESTUDIO	H	C	EE	FC	P	ELN
<i>Phaseolus vulgaris</i>	9.87	4.95	1.45	6.24	26.77	60.58
<i>Phaseolus coccineus</i>	10.21	5.81	1.55	6.66	24.21	61.76

**Cuadro 2.4. COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE FRIJOL, (MARK, 1991.)**

GRUPOS	PORCENTAJE EN BASE SECA					
	H	C	EE	FC	P	ELN
Blancos	9.81	5.51	1.33	6.20	26.87	60.09
Colores	9.71	4.74	1.55	6.72	28.17	58.81
Negro tropical	9.60	4.77	1.25	6.13	26.68	60.16
Negro arribeño	9.42	5.24	1.41	6.28	27.98	59.08
Canario	9.94	4.99	1.39	5.79	28.98	58.65
Bayo grande	10.22	4.92	1.54	6.02	24.48	63.03
Ayacote	10.21	5.81	1.55	0.67	24.21	31.76

## **Uso del Frijol en la Alimentación de Animales**

Existen otras fuentes que se utilizan poco en la alimentación animal y son las leguminosas de grano, entre ellas encontramos el frijol Común (*Phaseolus vulgaris*); el garbanzo (*Cicer arietium*); frijol de vaca (*Vigna sinensis*); alberja (*Pisum sativa*) y el frijol de palo (*Cajanus cajan*). Todos estos productos se caracterizan por contener ciertos tóxicos y son bastante deficientes en triptófano y metionina. El uso en la alimentación animal ocurre cuando son rechazados para consumo humano. Campabadal *et al.*, (S.F.).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se produce mas para alimento del hombre que como alimento para el ganado. Pero el frijol de desecho, de mal color o que por otra razón no puede ser usado para el consumo humano, sirve para la alimentación de los animales , así como la paja del frijol, se emplea para el ganado vacuno de engorda, borregos y los caballos en las zonas productoras de frijol, su valor es muy variable, pero cuando es de buena calidad, puede formar parte del forraje si se suministra con un buen heno (Morrison,1969).

### **Frijol de Desecho para la Alimentación del Ganado**

Por la calidad de proteínas totales y de otros principios nutritivos se asemejan mucho a los chicharos o guisantes. Sin embargo su valor nutritivo es mucho menor. Los frijoles no son muy apetecidos por el ganado; su digestibilidad

no es alta cuando se suministra en estado natural, especialmente para los cerdos, y sus proteínas no son de buena calidad.

El frijol de desecho separado del frijol seco de primera calidad, puede emplearse para la alimentación del ganado si se tiene en cuenta sus limitaciones. Este frijol de desecho no está formado solamente de grano descolorido, arrugado o partido. Si no, además, por diversos materiales extraños, como trozos de tallo, piedrecillas y polvo.

El frijol de desecho después de molido, puede ofrecerse a las vacas lecheras como sustituto de otros alimentos proveedores de vitaminas, si no forma más de una quinta parte de la mezcla de alimento concentrado. También son adecuados para los cerdos de engorda cuando no forman más del 20 a 25% de la mezcla de alimentos concentrados. Para el ganado vacuno de engorda, es preferible no incluir más del 15% del frijol de desecho en la mezcla de granos, el frijol de desecho da un buen resultado en la alimentación de cerdos cuando se cuecen de un modo completo y se dan con grano (Morrison, 1977).

La intensa actividad agrícola en el estado de Sinaloa genera una considerable cantidad de esquilmos agrícolas, siendo uno de ellos la paja de frijol (*Phaseolus vulgaris*) encontrándose disponible en cantidades de hasta 52 030 toneladas por año, citado por (Gov. del estado de Sinaloa, 1996) al igual que desperdicios de frijol grano. Parte de esta producción es dedicada a la suplementación de rumiantes en agostadero en la región serrana de la entidad,

pero una cantidad importante queda sin ser utilizada y es incluida en pequeñas proporciones en la ración de rumiantes en engorda intensiva.,Barajas (1997).

En las regiones donde la producción de frijol es alta, existen también frijol que no se utiliza para el consumo humano este es utilizado para la alimentación de pequeñas explotaciones pecuarias y por engordas extensivas esto se de principalmente en la regiones frijoleras del país como son los estados de Zacatecas, Sinaloa, Nayarit, principalmente. Esto ocurre en la época de sequía cuando los ganaderos no tienen suficiente alimento para proporcionárselo a los animales.

### **Producción de Frijol en México y su Utilización**

El frijol es uno de los cultivos de mayor importancia en nuestro país, ubicándose en segundo lugar por superficie destinada, la mayor importancia radica en el papel que juega para la economía campesina y como fuente vital de proteínas para amplia capas de la población mexicana.

Datos recientes realizados por el Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones de la SAGARPA en los Estados, mencionan que la producción de frijol en México fue de 1,607,232 toneladas en los últimos ciclos aproximadamente, comparado con los rendimiento de los últimos años que se muestra en la grafica, la producción de frijol en México aumento su producción.

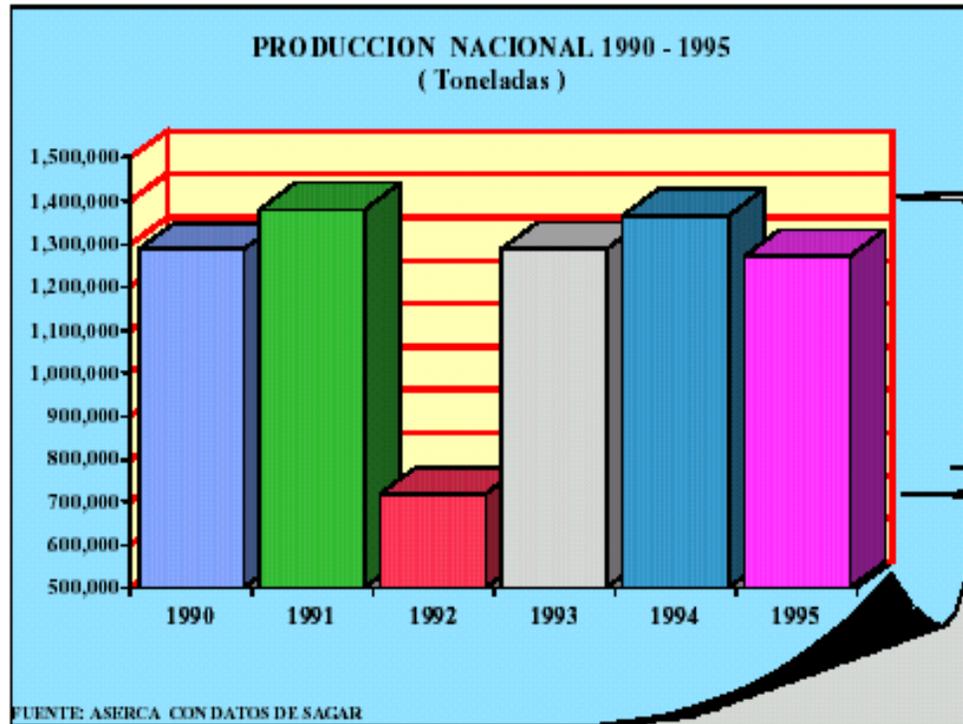


Figura 2.1. Producción de frijol en México 1990 –95.

Respecto al estado de Zacatecas la producción de frijol fue de 549,310 toneladas en los últimos ciclos datos recientes obtenidos por, Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera Estado de Zacatecas situación al 28 de febrero de 2003.

En nuestro país el frijol es utilizado mas para el consumo humano que para el consumo animal, es fuente de proteína para las familias pobres, representa gran importancia ya que es uno de los principales cultivos básicos superándolo solo el maíz, en las zonas productoras de frijol los ganaderos han obtenido buen resultado con los desperdicios y esquilmos que este cultivo deja ofreciéndoselo al ganado para su alimentación.

## **Técnicas de Digestibilidad *In Vitro***

En vista de que no solo en las heces hay pérdidas de alimento sino también en la orina y en caso de los rumiantes en los gases de la fermentación, esta medida se le llama digestibilidad aparente, ya que la real solo se puede estimar *In Vitro*. Las pruebas de digestibilidad se realizan con animales a los que se le mide el consumo de alimento que esta a prueba y las cantidades de las heces que excretaron provenientes de ese alimento. La materia seca del alimento consumido menos la materia seca de las heces, es la digestibilidad aparente del alimento, (Sosa, 1974 ).

Las pruebas de digestibilidad *in vivo* son costosas puesto que requieren animales , alimento suficiente , mucho tiempo y personal calificado por lo que se pensó en la utilización de las pruebas en laboratorio. Estas pruebas del laboratorio estima la digestibilidad del alimento por diferentes métodos, uno de ellos es medir los componentes químicos de los alimentos por el sistema de Van Soest, y aplicando una ecuación mediante la cual se pueda conocer la digestibilidad de la materia seca.

La técnica *In Vitro* es muy utilizada debido a que reproduce en una forma muy cercana, las condiciones reales, ya que mediante esta técnica se puede mantener en forma similar a la de una fermentación en el rumen, el número, apariencia y proporción de bacterias, selenomonas y protozoos, además de

mantener rangos normales de digestión de celulosa, almidón y proteína, estudiando en una forma cualitativa y cuantitativa alguno de los diversos procesos que ocurren como resultado de la actividad microbiana. ( Johnson 1966; Johnson *et al.* , 1962).

Este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h a 39°C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro-detergente durante 1 h a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos.

La técnica *In Vitro* es utilizada en diversos problemas tales como:

1. La digestión de la celulosa y los factores que la afectan.
2. La utilización del nitrógeno no proteico.
3. Como intermediente en el metabolismo de cultivos puros y mezclados.
4. Para el estudio de la evaluación de los forrajes.
5. En estudios bioenergéticos de la fermentación del rumen.

Johnson (1966) Menciona que la fuente del inóculo en las fermentaciones *In Vitro* puede representar una variabilidad o un mayor error en la interpretación de los resultados, por otra parte (Grant *et al.*,1974) menciona que la digestibilidad de la materia seca es afectada por la fuente de el inóculo ruminal.

Existe una gran diferencia significativa en la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca de los alimentos, cuando el inculo proviene de diferentes animales alimentados con diferente dietas (Nelson *et al.*, 1972).

Jonson (1963), recomienda alimentar al animal donador del inculo con la ración que va a ser analizada, ya que al adaptar al animal con dicha ración, ofrece la ventaja de que exista mayor cantidad de especies y tipos de microorganismos en el rumen, de tal manera que se tendrán resultados mas reales.

### **Resultados Obtenidos De Digestibilidad Del Fríjol Por Otros Autores.**

Santacruz (1982). el tuvo respuesta de diferentes esquilmos agrícolas al tratamiento alcalino con amoníaco e hidróxido de sodio; encontró que la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca del Tazol de fríjol en rumiantes fue de 56.3%, y al someterlo al tratamiento alcalino no encontró diferencia significativa, menciona que debe suministrarse con mezclas con granos.

Barajas (1997). Reporta que el valor nutricional de la paja de fríjol es similar al de heno de Sudán cuando es incluido en dietas con 70% de concentrado y su nivel de inclusión deberá ser determinado en base a su efecto sobre la homogeneidad del mezclado y efecto laxante, encontrándose también una

digestibilidad de MO del experimento promedió 70.8%, ofreciéndose con un concentrado.

Valdez (1998). Encontró una digestibilidad aparente de 80.17 y 81.89%, en dietas para borregos a base de frijol común en grano.

Estudios realizados sobre Digestibilidad del frijol común por Domínguez (1998). Con un concentrado obtuvo una digestibilidad de 84% en promedio en dietas para borregos en finalización.

Por otra parte Hernández (SF). En trabajos con líneas de frijol común, encontró una digestibilidad *in Vitro* de la proteína superior a 85%. Considerando una buena digestibilidad de estas proteínas.

## **Materiales Y Métodos**

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Situada geográficamente a 25° 21' de latitud norte y 101° 02' latitud oeste a una altura de 1743 m.s.n.m. y una temperatura media anual de 18.18°C ( 1 ). En la cual se llevó a cabo:

- La determinación de la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca (DIVMS) y la materia orgánica ( DIVMO ) de mezclas con diferentes niveles de frijol común para borregos en desarrollo.

Se prepararon cinco dietas, cuyos ingredientes fueron pesados en una balanza analítica cuya capacidad es de 1000 g para obtener una mayor precisión, preparando únicamente un kilogramo de cada dieta.

Las dietas fueron preparadas con diferentes alimentos: en el cual se utilizo, harinolina, cebada en grano, paja de frijol, frijol grano, grasa animal, sal, fuente vitamínica ( optimin ) y CaCO<sub>3</sub>.

El grano de frijol fue recolectado en la colonia González Ortega, perteneciente al municipio de Sombrerete Zacatecas, cuya localización geográfica es latitud norte a 23° 58', longitud oeste de 103° 27' y una altitud de 2200 m.s.n.m. su clima es templado húmedo y semiseco templado con lluvias en verano de menor humedad su temperatura promedio es de 22.1°C INEGI (1997).

Se procedió a moler los alimentos para la mezcla en un molino de martillo con criba de 2 milímetros, posteriormente se realizó de forma manual la mezcla de los ingredientes hasta homogenizar lo mejor posible. Las dietas se guardaron en frasco de vidrio para evitar contaminación de cualquier tipo.

Se realizó el análisis químico de las dietas evaluadas de acuerdo al manual de técnicas utilizadas por A.O.A.C., en las que se determino:

- Materia Seca Total ( MST )
- Cenizas ( C )
- Proteína Cruda ( PC )
- Fibra Cruda ( FC )
- Extracto Etéreo ( EE )
- Extracto Libre de Nitrógeno ( ELN )

El resultado del análisis bromatológico de las dietas a base de frijol se muestran en los cuadro siguiente en las que se utilizó.

Cuadro 3.1. Análisis bromatológico de las dietas utilizadas ajustada a base seca.

DIETAS	%FRIJOL	MST %	C %	PC %	E. E. %	FC %	ELN %
Mezcla 1	0.00	86.55	9.289	16.06	4.995	19.72	49.936
Mezcla 2	11.25	88.27	11.182	17.01	3.652	17.89	50.266
Mezcla 3	22.50	86.47	13.317	17.77	5.401	20.91	42.602
Mezcla 4	33.75	81.28	12.445	19.37	5.516	21.97	40.699
Mezcla 5	45.00	88.65	11.952	20.67	6.357	18.66	42.361

Se realizó la incubación *In Vitro* utilizando la técnica de Tilley y Terry, Tejada (1985).

### **Procedimiento Experimental**

A continuación se describe la técnica utilizada para la determinación de la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca y materia orgánica de las mezclas evaluadas.

La muestra se somete a una fermentación anaeróbica con líquido ruminal y saliva para posteriormente pasar a una digestión con pepsina ácida. La primera digestión equivale a la digestión en el rumen – retículo y a la segunda digestión a la que se efectúa en el abomaso.

La pérdida de materia seca y de materia orgánica se consideran las materias seca y orgánica digeridas.

**Material utilizado:**

1. Molino de cuchillas con cribas de 1mm. El uso de cribas con mayor apertura deprime la digestibilidad *In Vitro* por lo tanto todos los forrajes y los estándares deben ser pesados por esa criba.
2. Jeringa automática de 50 ml.
3. Tubos de polietileno de 120 mm x 40 mm de diámetro tapados con tapones acondicionados con una válvula bunsen.
4. Baño con temperatura controlada a 39° C.
5. Papel whatman 41 o 44 para filtrar.
6. Crisoles de porcelana.
7. Termo.

## Reactivos:

### 1. Solución Saliva de Mc Dougal ( solución 1)

Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub> anhídrido 3.7g

Na HCO<sub>3</sub> 9.8g

Agua destilada 1000ml.

Na Cl 4.7g (solución 2)

K Cl 5.7g

Ca Cl<sub>2</sub> 0.4g

Mg Cl 0.6g

Agua destilada 100ml

La solución amortiguadora se prepara adicionando 10 ml. de la solución 2 a un litro de la solución 1; se agita la mezcla con un agitador durante 15 minutos durante este tiempo se le burbujan CO<sub>2</sub> hasta que el pH sea de 6.8 a 7.0.

### 2. Solución de pepsina ácida, disolver 2.4 g de pepsina en un litro de ácido clorhídrico 0.1 N.

### 3. Inoculante .- Obtener el contenido ruminal de becerros fistulados. Conservar el líquido caliente y tapado, filtrar rápidamente a través de una gasa, adicionar 250 ml. de líquido por cada litro de amortiguador a 40° C (relación 1:4).

### **Procedimiento:**

- Poner dentro del tubo de 100 ml. 0.5 g. de la muestra secado al aire libre se realizó 3 pesadas de cada muestra.
- Separar cuatro tubos que servirán de blancos; ( el blanco se procesa exactamente igual que el problema excepto que no lleva muestra ).
- Adicionar 50 ml. de saliva de Mc Dougal tapar los tubos, inmediatamente después colocar el tubo en el baño serológico, el cual está a 39° C después de haber colocados todas las muestras en el baño serológico, agitar ligeramente cada una de ellas. Esta agitación debe hacerse mínimo 2 veces al día, evitando la luz.
- Se incubó a 39° C durante 48 horas.
- Pasado este tiempo, se suspendió la incubación y se refrigeró por 30 minutos.
- Se procedió a centrifugar de 2500 r.p.m. (revoluciones por minuto) por 10 minutos y se decantó.
- Al residuo de la digestión Se adicionó 50 ml. de pepsina a 40° C, posteriormente se taparon los tubos y se incubó 48 horas a 39° C .

- Después de la incubación, se filtró el contenido del tubo a través de un papel filtro previamente pesado y secado a 50° C.
- Se lavó con agua destilada enjuagando el tubo.
- Se retiró el papel filtro con el residuo, depositándolo en un crisol de porcelana, previamente pesado, se sometió a secamiento en la estufa entre 100 y 105°C hasta peso constante o toda la noche.
- Se colocó el crisol de porcelana con su contenido en el desecador, se enfrió y se pesaron.
- Posteriormente se incineró en la mufla a 500°C durante 3 horas.
- Se determinó por separado el porcentaje de materia seca y materia orgánica de la muestra.
- Se procedió a calcular el porcentaje de la digestibilidad In Vitro de la materia seca (MS) y de la materia orgánica (MO).

**Cálculos:**

A. Peso secado al aire libre de la muestra = 0.5 g.

B. % M.S.T.

C. % M.O. muestra base seca.

D. Peso crisol vacío o papel.

E. Peso crisol + Residuo o papel + residuo.

F. Peso crisol + Cenizas

G. % M.S. inicial  $\frac{A \times B \text{ g}}{100}$

H. materia seca residuos de E – D g.

I. Diferencia de los pesos de los blancos (papel + residuo), se saca la media de los blancos y es la que se utiliza.

J. Materia seca inicial g.  $\frac{(G \times C)}{100}$

K. M.O. residual de la muestra E – F g

L. M.O. residual del blanco x de los cuatro tubos E – F g.

%M.O base seca = %seca - % cenizas base seca

Para obtener el porcentaje de digestibilidad *In Vitro* de la materia seca y materia orgánica se utilizaron los siguientes fórmulas:

$$\% \text{ M.S. IN VITRO} = \frac{G - (H - I) \times 100}{G}$$

$$\% \text{ M.O. IN VITRO} = \frac{J - (K - L) \times 100}{J}$$

## Análisis Estadístico

El análisis estadístico empleado fue un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones. Teniendo 5 tratamientos con cuatro repeticiones, cuyo modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \xi_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$  (Mezclas empleadas a base de fríjol)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$  (Numero de repeticiones)

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor observado.

$\mu$  = Media general.

$\sigma$  = Efecto de las mezclas utilizadas.

$\xi_{ij}$  = Error experimental.

Mediante la metodología estadística de polinomios ortogonales se realizó un ajuste de regresión polinomial para la variable de (DIVMO), con el fin de observar su tendencia y obtener la ecuación de respuesta.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto a digestibilidad *In Vitro* de la materia seca (DIVMS) y la orgánica (DIVMO), de dietas a base de grano de frijol se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.1. Digestibilidad *In Vitro* de dietas a base de frijol.

DIETAS	% FRÍJOL	(% DIVMS)	(%DIVMO)
Mezcla 1	0.00	64.880669	95.7467 a
Mezcla 2	11.25	67.860008	94.2500 b
Mezcla 3	22.50	60.633331	93.2100 b
Mezcla4	33.75	60.573334	93.2400 b
Mezcla5	45.00	58.750000	93.6300 b

a,b = Medias con distinta literal en el mismo renglón son diferentes. ( $P < .05$ ).

En cuanto a la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca de estas dietas , de acuerdo a los datos obtenidos en el análisis de varianza ( $P > 0.05$ ) nos muestra que el nivel de inclusión de frijol en dietas para borregos, no afecta significativamente la digestibilidad en la dieta.

Sin embargo, la digestibilidad *In Vitro* de la materia orgánica, mostró que el nivel de inclusión de grano de frijol de dietas para borregos, si afecta significativamente ( $P < 0.01$ ) la digestibilidad *In Vitro* de la materia orgánica.

Comparando con lo demostrado por Hernández *et al.*,(sf). En estudios de la digestibilidad del frijol encontró una digestibilidad *In Vitro* de un 85% de materia seca, observando un buen porcentaje de materia digestible.

León *et al.* (1993), encontró en su estudio, una Digestibilidad aparente de la materia seca en dietas a base de leguminosas (*phaseolus vulgaris* L.), de  $67.96 \pm 2.73$  % encontrando diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) comparando con dietas de frijol solo. Por otra parte estudios realizados por Valdez, (1998), se encontró una digestibilidad aparente de 80.17 y 81.89%, en dietas para borregos a base de frijol común en grano que se asemeja a lo demostrado a lo encontrado por Domínguez, (1998). Con un concentrado obtuvo una digestibilidad de 84% en promedio en dietas para borregos en finalización. Cabe mencionar que estos investigadores no utilizaron mas del 20% de frijol, en sus dietas.

Por lo tanto la inclusión de grano de frijol puede afectar la digestibilidad de la materia orgánica disminuyéndola, aunque en pequeña escala, causando problemas para digerir el alimento.

Con las medias de digestibilidad *In Vitro* de la materia orgánica de las dietas estudiadas se realizaron los polinomios ortogonales para obtener con ellos la ecuación de respuesta (Figura 4.1), observando en las dietas una tendencia cuadrática.

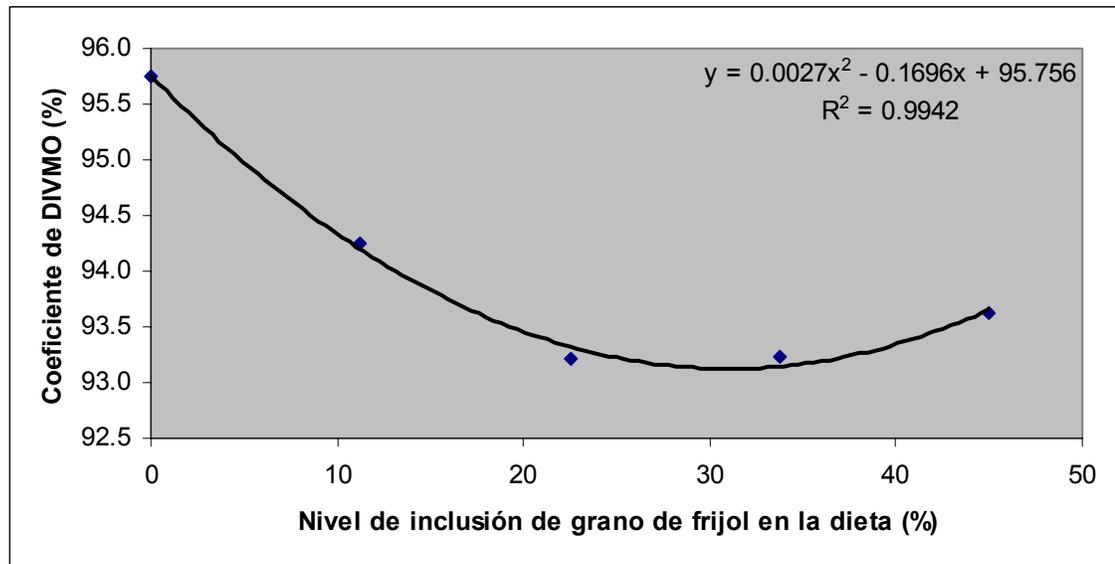


Figura 4.1 Comportamiento de la digestibilidad en cuanto a la inclusión de frijol grano en la dieta.

Esto nos indica que la inclusión de frijol no es recomendable utilizarla con demasiado porcentaje de frijol en la dieta, ya que el estudio nos revela que el frijol grano en altas cantidades deprime la digestibilidad de la materia orgánica. Al respecto, Arroyo (2003) encontró que la inclusión de frijol en grano para dietas de ovinos, no deberá de rebasar el 22.5 % ya que de lo contrario se disminuyen la ganancia diaria de peso y se aumenta el valor de conversión alimenticia.

Analizando la comparación de medias y polinomios ortogonales encontró como mejor tratamiento al testigo, es decir el mejor coeficiente de digestibilidad es el que no contiene grano de frijol en la dieta, que fue la mezcla 1, seguido por la mezcla 2, que contenía 11.25% de frijol, mezcla 5 con 45%, mezcla 4 que contenía 33.75 % y en ultimo lugar la mezcla 3 conteniendo 93.21% de frijol en la dieta, encontrándose 94% de digestibilidad en promedio.

Esta comparación de medias y de acuerdo a los polinomios nos muestra que la dieta que podemos utilizar sin causar problemas de digestibilidad es la mezcla 2, que tiene una digestibilidad de la materia orgánica de 94.25% , que es la que contiene menos frijol en la dieta.

A diferencia del estudio realizado por Domínguez y Barajas (1998), donde encontraron una digestibilidad del frijol con un concentrado de 84% en promedio, utilizando mezclas con porcentajes de hasta 20% de frijol.

## CONCLUSIÓN

En conclusión de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos mencionar las siguientes:

- ✓ La inclusión de frijol en dietas para borregos no afecta significativamente la digestibilidad de la materia seca, observando una buena digestibilidad.
- ✓ En cuanto a la digestibilidad de la materia orgánica podemos concluir que la inclusión de frijol en dietas para borregos afecta significativamente la digestibilidad de la materia orgánica .
- ✓ Se mostró como mejor tratamiento la mezcla 1, que es la mezcla que no lleva frijol, observándose un buen porcentaje de digestibilidad seguido por la mezcla 2 conteniendo 11. 25% de frijol.
- ✓ La utilización del frijol grano no se debe de incluir en grandes cantidades en dietas para borregos, recomendando utilizar de acuerdo a los resultados no mas del 15 % de esta leguminosa.

La producción de frijol en nuestro país aumenta considerablemente así como su consumo en las familias mexicanas, por esto también aumentan los esquilmos de este cultivo y las cantidades de frijol que se desperdician anualmente, que pueden ser utilizados para la alimentación animal, mezclándolo con otros alimentos en grano y paja para tener un buen resultado.

## RESUMEN

Se realizó un estudio con el fin de observar el efecto de la digestibilidad *In Vitro* de dietas a base de frijol grano (*phaseolus vulgaris* L.) para borregos.

Se prepararon dietas con diferente nivel de inclusión de frijol conteniendo en la dieta 1(testigo), dieta 2 (11.25% de frijol), dieta 3 (22.50%), dieta 4 (33.75%) y la dieta 5 conteniendo (45%) de frijol grano.

Se encontró que para la digestibilidad *In Vitro* de la materia seca, de acuerdo al análisis de varianza, no afecta significativamente la inclusión de grano de frijol en dietas para borregos, observando una buena digestibilidad (65%) en promedio.

En cuanto a la digestibilidad *In Vitro* de la materia orgánica, si se encontró diferencia significativa en la inclusión de frijol. Al realizar la comparación de medias se mostró como mejor tratamiento a la dieta 1 , es decir el mejor coeficiente de digestibilidad es el testigo que no incluye grano de frijol, en esta variable se observo un buen porcentaje de digestibilidad (94%) en promedio. La conclusión del estudio indica que la inclusión de frijol en la dietas, no afecta la digestibilidad de la materia seca, en cuanto a materia orgánica afecta significativamente, observándose un buen coeficiente de digestibilidad.

Determinando que la inclusión de frijol en dietas para borregos deprime la digestibilidad y no se debe de incluir en altas cantidades recomendando la inclusión del 15 % de frijol.

## LITERATURA CITADA

- Arrollo, P. A., 2003. Determinación del nivel de inclusión de frijol (grano) a la dieta de borregos. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Barajas, C. R., J. F., 1997. Efecto de la sustitución de heno de sudan por paja de frijol sobre la digestibilidad aparente de dietas para borregos de engorda. Memorias VI Reunión Anual Nutrición Animal, Martin, N.L.
- Barnes, 1969. Memorias segunda reunión bianual de Nutrición Animal. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Barreiro, P. M. (SF). La producción del frijol en México: Diversidad y libre mercado, revista claridades, infoaserca.gob.mx.
- Besse, J., 1977. La Alimentación del Ganado. Segunda Edición revisada y ampliada. Editorial Mundi – Prensa. Madrid España. PP. 54
- Bochi-Brum, 1999. Digestibilidad *In Vitro* de forrajes y concentrados: Efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal, Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. León. España.
- Campabadal, C., (S.F.). Clasificación de los ingredientes utilizados en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal Universidad de Costa Rica.
- Castillo, G. E., 1986-1988. Atributos asociados a la calidad nutritiva de los forrajes tropicales. Memorias de la segunda reunión bianual de nutrición animal. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Crampton, 1974. Nutrición Animal Aplicada, el uso de los alimentos en la formulación de raciones para el ganado. Segunda Edición , Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp 105.
- Church, D.C., W.G.Pond and K.R. Pond., 2002. Fundamentos de Nutrición Alimentación de Animales. Segunda Edición.. Editorial Limusa S.A de C.V. México DF.
- Domínguez J.E. and R. Barajas., 1998. Protein digestibility of chickpeas navy beans and safflower meal in diets for sheep fed finishing diets. journal animal science, vol. 76. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

- Euzarraga U. P. y García C. R. F., 1988. Digestibilidad *In Vitro* de la M.S. y M.O. por las técnicas de Tilley y Terry (1963) y la modificación de Tilley y Terry por Barnes (1969). Memorias segunda reunión bianual de Nutrición Animal. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Flores M. J. A., 1989. Manual de Alimentación Animal, Tomo 1. Primera Edición, Cuarta Reimpresión. Editorial Limusa, México, D. F. pp. 30-33-34.
- Galván R. J. A., 1994. Digestibilidad *In Vitro* de materia seca y materia orgánica de 25 híbridos de maíz ( *zea mays* L.) en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Grant ., 1974. Influence of rumen fluid source and fermentation time on in vitro true dry matter digestibility. J. Dairy. Sci. 57:1201.
- Hernández H. J. F. (SF). Producción y rentabilidad del cultivo del frijol en el estado de Zacatecas. Chapingo, México.
- INEGI., 1997. Cuaderno Estadístico Municipal, Sombrerete, Estado de Zacatecas. Primera Edición, México, DF.
- Johnson, R. R., 1966. Techniques and procedures for in vitro and in vivo rumen studies. J. Anim. Sci. 25:855.
- Johnson, R. R., 1963. Symposium on microbial digestion in ruminants: *in vitro* rumen fermentation techniques. J. Anim. Sci. 22:792
- Johnson, R. R. , B. A. Dehority, J. L. Parsons and H. W. Scott., 1962. Discrepancies between grasses and alfalfa when estimating nutritive value from in vitro cellulose digestibility by rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 21:892.
- León R., A.; I. Angulo; M. Jaramillo; F. Requena y H. Calabrese, 1993. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. Zootecnia Tropical.
- Lepiz I. R., 1983. Frijol en el Noroeste de México (tecnología de producción ). Primera edición, SARH, Culiacán, Sinaloa, México. pp. 29.
- Mark E., 1991. Contribuciones al Conocimiento del Frijol (*phaseolus*) en México. Segunda reimpresión. Editorial Num. 306. Colegio de Postgraduados, Chapingo México. PP 107.

- Mc Donald, P., 1969. Nutrición Animal. Traducido del inglés. Aurora Pérez Torrome. Editorial Aribia. Zaragoza, España.
- Morrison, F. B., 1967. Biblioteca Técnica Agricultura y Ganadería. Alimentos y Alimentación del Ganado. Fundamentos de la Nutrición Animal. Productos Alimenticios. Tomo I. José Luis de la Loma. Reimpresión. UTEHA, México, DF.
- Morrison, F. B., 1969. Alimentos y Alimentación del Ganado. Fundamentos de la Nutrición Animal. Productos Alimenticios. Tomo I, II. José Luis de la Loma. Reimpresión. UTEHA, México, DF.
- Morrison, F. B., 1977. Compendio de Alimentación del Ganado. Reimpresión, Editorial Hispano-Americana, México, DF. PP. 371-372.
- Nelson, B. D., D. Ellzey, C. Montgomery and E. B. Morgan., 1972. Factors affecting the variability and in vitro rumen fermentation technique for estimating forage quality. J. Dairy. Sci. 55:358.
- Palmieri D., (SF), Alimentación. Área de Cunicultura Engormix.com Comunidad de Negocios Internacionales Relacionados con la Producción Animal.
- Rodríguez, J. E. A., 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial Trillas. Primera Edición. UAAAN, México. pp 39
- Sanchez S. M. A., 1994. Comparación de la digestibilidad *In Vitro* con líquido ruminal de un animal dietado y sin dieta a diferentes tiempos de ayuno. Memorias V Reunión Bienal de Nutrición Animal, UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Santacruz M. I.; Llamas L. G.; Gómez A. R. y Ramírez S. M., 1982. Respuesta de diferentes esquimos agrícolas al tratamiento alcalino con amoníaco o hidróxido de sodio. Avances de Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora.
- Sosa M. E., 1974. Manual de Procedimientos Alimenticios para Alimentos de Consumo Animal. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Tejada H. I., 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal. Patronato de apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. A.C.S.R.H. México, DF.

Valdez M. and R. Barajas, 1998. Effecte of the sustitution of navy beans (*phaseolus vulgaris*) by sorghum grain on total tract digestibility in shep fed finishing diets. *journal animal science*, vol. 76. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Zetina C. P., 1995. Digestibilidad *In Vitro* de la materia seca (DMS) y materia orgánica (DMO) de 22 Híbridos de maíz (*zea mays* L.) Ensilados. Tesis de licenciatura. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.

## **APENDICES**

## TABLAS DE DATOS DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

**VARIABLE 1 = digestibilidad *In Vitro* materia seca.**

TRATAMIENTOS.

---

1	70.1150	63.4180	61.1090
2	71.7900	65.4400	66.3500
3	61.9400	63.8000	56.1600
4	67.8800	54.3300	59.5100
5	55.2100	58.1500	62.8900

---

ANALISIS DE VARIANZA

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	166.933594	41.733398	1.8746	0.191 <b>NS</b>
ERROR	10	222.621094	22.262110		
TOTAL	4	389.554688			

---

C.V. = 7.54 %

**VARIABLE 2 = digestibilidad *In Vitro* materia orgánica.**

TRATA.

---

1	96.5200	95.6000	95.1200
2	94.2800	94.1900	94.2800
3	93.3700	93.2400	93.0200
4	93.8800	93.1000	92.7400
5	93.0800	94.7900	93.0200

---

ANALISIS DE VARIANZA

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	13.359375	3.339844	8.8326	0.003 <b>**</b>
ERROR	10	3.781250	0.378125		
TOTAL	14	17.140625			

---

C.V. = 0.65 %

TABLA DE COEFICIENTES POLINOMIOS ORTOGONALES

---

TRATAMIENTO	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
C 1	-2	-1	0	1	2
C 2	2	-1	-2	-1	2
C 3	-1	2	0	-2	1
C 4	1	-4	6	-4	1

---

ANALISIS DE VARIANZA

---

FV	GL	SC	CM	F	F(0.05)
LINEAL	1	8.248047	8.248047	21.813016	4.96 *
CUADRATICO	1	5.026824	5.026824	13.294081	4.96 *
CUBICO	1	0.002805	0.002805	0.007418	4.96
RESTANTE	1	0.075046	0.075046	0.198468	4.96
ERROR	10	3.781250	0.378125		

---