

UTILIZACIÓN DE EXCRETAS DE CERDO  
EN LA PRODUCCION OVINA

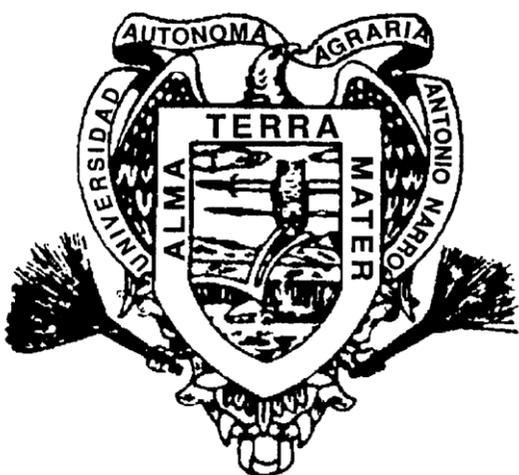
*GUILLERMO DE JESUS SALINAS CASTAÑÓN*

**TESIS**

*Presentada como Requisito Parcial para*

*Obtener el Grado de:*

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCION ANIMAL



*UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA*

*"ANTONIO NARRO"*

*PROGRAMA DE GRADUADOS*

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Octubre del 2003*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

Utilización de Excretas de Cerdo en la Producción Ovina

TESIS

POR

GUILLERMO DE JESÚS SALINAS CASTAÑÓN

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar el grado de:

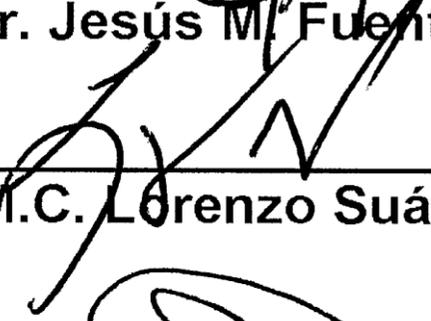
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCIÓN ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

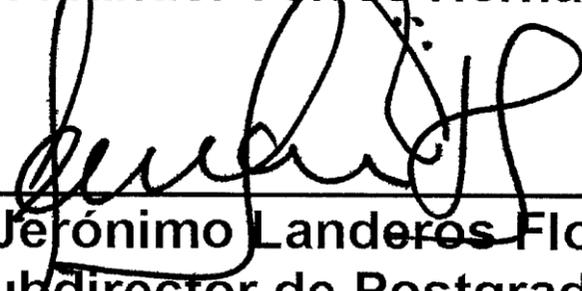
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Lorenzo Suárez García

Asesor:

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Manuel Torres Hernández

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Octubre de 2003

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez por su asesoramiento, comprensión y apoyo incondicional que me brindo en mi formación académica profesional y durante la realización del presente trabajo de investigación.

Al M.C. Lorenzo Suárez García por sus consejos y acertadas sugerencias hechas en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Manuel Torres Hernández por su apoyo y gran disponibilidad en la revisión del presente trabajo.

A mis amigos, Sotero López D., Johnisel Velásquez G., Héctor Bañuelos, Eduardo Sobrevilla; gracias por su sincera amistad.

Al cuerpo secretarial del departamento de Producción Animal que de algún modo intervinieron en mi formación académica; especialmente a Juanita Valdés y a Coco<sup>†</sup>, nunca las olvidaré.

Al personal del Laboratorio de Bioquímica, especialmente a la Ing. Diana Rodríguez Durón, por su oportuna intervención en el análisis bromatológico de la dieta utilizada en la prueba de alimentación realizada en este trabajo de investigación

A todas las personas que de alguna manera me han apoyado durante mi formación académica y que me reservo la oportunidad de mencionar sus nombres por miedo de omitir alguna de ellas.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por cobijarme en todos los aspectos durante mi breve estancia en esta honorable institución.

## DEDICATORIAS

A Dios. Por haberme regalado la vida y darme la oportunidad de prepararme lo mejor posible para poder enfrentarme a ella; pero sobre todo, gracias por premiarme con una familia invaluable.

A mis padres.

Sr. Rafael Salinas García.

Con mucho respeto. Por enseñarme a tener confianza y valor para enfrentar los retos que la vida nos proporciona. Gracias por tu ejemplo de constancia e inteligencia.

Sra. Sila del Carmen Castañón Jiménez.

Con mucho amor e infinito agradecimiento. Porque con tus oraciones, tu amor, sacrificio y esfuerzo me apoyaste incondicionalmente a lograr mis objetivos. Gracias por tu ejemplo de bondad y fortaleza ante los obstáculos de la vida.

A mi esposa

Rossy.

Con profundo amor y respeto. Porque con tu cariño, apoyo y comprensión has hecho de esta travesía, una aventura de gran aprendizaje para ambos. Gracias por ser un pilar de apoyo en mi vida.

A mis hijos.

Nallely.

Con inmenso amor y profundo cariño. Por brindarme tu cariño y tu confianza. Eres un claro ejemplo de superación personal; eres merecedora de mi admiración y respeto.

Guillermo Alejandro.

Con amor sobrehumano. Por haber sacrificado grandes momentos de tu infancia a cambio de lograr mis objetivos; sin duda te mereces esto y más. Gracias por brindarme tu amor y ser mi fuente de fuerza e inspiración.

A mi hermana

Lupita y Roberto

y

A mi cuñado

Con profundo cariño y agradecimiento. Por brindarme tu apoyo durante mi estancia. Lupita gracias por tu amor hacia mi y mi familia; eres un ejemplo de inteligencia y tenacidad.

A mis suegros

Sr. Jorge Ríos Solís y Sra. Ma. Vicenta Escobar Gómez.

Con profundo cariño y respeto. Por brindarme su amor y confianza en todo momento. Gracias por quererme como a un hijo.

# COMPENDIO

**Utilización de excretas de cerdo en la producción ovina**

**POR**

**GUILLERMO DE JESÚS SALINAS CASTAÑÓN.**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE 2003**

**Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez -Asesor-**

**Palabras clave:** utilización de subproductos, excretas de cerdo, producción ovina  
consumo de alimento, cambio en peso vivo, conversión alimenticia.

El presente trabajo se llevó a cabo con el fin de evaluar el cambio en peso vivo, el consumo de alimento y la conversión alimenticia de borregos alimentados a base de excretas de cerdo en forma ensilada. El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una altitud de 1776 m/nm, 25° 21'00'' latitud norte y 101° 02'00'' longitud Oeste.

Para la prueba de alimentación; se emplearon 16 animales distribuidos al azar en 4 tratamientos diferentes, conformados con 4 animales asignados a los tratamientos I, II, III y IV; los animales recibieron dietas que contenían 0, 20, 40 y 60 por ciento de excretas de cerdo ensiladas, respectivamente. La duración del experimento fue de 115 días.

Los animales fueron mantenidos en corraletas individuales de un tamaño aproximado de 4 m<sup>2</sup>, con comedero y bebedero cada uno. El ensilado fue proporcionado a los animales por las mañanas y el forraje fue proporcionado por la tarde; a su vez, el agua fue proporcionada por la mañana, desechando el sobrante del día anterior ya que en la mayoría de los casos, estaba contaminada con orina y excreta ovina. El pesaje de los animales se llevó a cabo con intervalos de 15 días.

El análisis bromatológico de las dietas del experimento se realizó de acuerdo al AOAC (1980).

Los resultados esperados de las variables en estudio, se vieron afectadas, por la presencia inoportuna de cuadros clínicos correspondientes a la enfermedad de coccidiosis; la cual alteró las condiciones experimentales y el curso de este trabajo de investigación. Sin embargo la tendencia observada en el comportamiento productivo de los animales señala que la utilización de excretas de cerdo ensiladas,

puede ser una alternativa práctica y económica para desempeñarla en la alimentación animal.

Los resultados obtenidos respecto a la variable Cambio en Peso, el mejor tratamiento fue el II con 0.0337 Kg./día seguido del III y el I con 0.0209 y 0.0191 Kg./día respectivamente; el tratamiento IV obtuvo el valor más bajo con 0.0110 Kg./día ( $P < 0.05$ ).

Respecto a la variable Consumo de Alimento el mejor tratamiento fue el I con un consumo diario de 1.23 Kg., seguido del tratamiento II y el III con un consumo diario de 1.0211 y 1.0114 Kg. respectivamente, y por último el tratamiento IV, donde se presentó el menor consumo de alimento con 0.9308 Kg./día ( $P < 0.05$ ).

En cuanto a la variable Conversión Alimenticia; los mejores tratamientos fueron el II con 30.29 seguida del III con 48.39 y los más bajos fueron los tratamientos I con 64.39 y el IV con 84.61 ( $P < 0.05$ ).

De acuerdo a las condiciones en la que se desarrolló el trabajo de investigación y a los resultados obtenidos se puede concluir que las variables Cambio en Peso y la Conversión Alimenticia fueron afectadas por la presencia de la enfermedad de coccidiosis; la variable Consumo de Alimento tubo altibajos durante el desarrollo del experimento, pero, sin afectar significativamente los resultados.

# **ABSTRACT**

**Use of pig's feces in sheep production**

**BY**

**GUILLERMO DE JESUS SALINAS CASTAÑÓN.**

**MASTER OF SCIENCE**

**ANIMAL PRODUCTION**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTEMBER 2003**

**Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez -Adviser-**

key words: by-products, pig's feces , sheep production, feed consumption,  
weight change , feed efficiency.

The present work was carried out at Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro located in Buenavista, Saltillo, Coahuila, at an altitude of 1776 masl, 25° 21'00'' North latitude and 101° 02'00'' longitude West, with the purpose of evaluating weight change, feed consumption and feed efficiency of sheep fed with ensiled pig's feces.

Sixteen animals were randomly assigned to treatments I, II, III, and IV, and received a diet containing 0,20,40 and 60% pig's feces, for a period of 115 day's.

The silage was provided to the animals in the mornings, and forage was provided in the afternoon. Water was provided in the morning, discarding the surplus of the previous day because, it was contaminated with urine and feces . Animals were weighed each 15 days.

Chemical analysis of the diets, was carried out following AOAC (1980) procedures.

The results of the study, were affected, by the presence of coccidiosis; which altered experimental conditions. However the trend observed in the productive parameters indicate that the use of pig's feces silage, can be a practical and economic alternative for animal feeding.

The results obtained regarding the variable Weight Change, indicated that the best results were for treatment II (0.0337 Kg./d) followed by treatment III (0.0209 Kg./d) and treatment I with and 0.0191 Kg. /day respectively, being the lowest treatment IV with 0.0110 Kg. /day ( $P < 0.05$ ).

Regarding the variable Feed Consumption, the best result was observed in treatment I with a daily consumption of 1.23 Kg., followed by treatments II and III with

a daily consumption of 1.0211 and 1.0114 Kg. and last treatment IV, with the lowest feed consumption (0.9308 Kg. /day) ( $P < 0.05$ ).

As for the variable Efficiency Conversion; the best result were found for treatment II with 0.0338 followed by treatment III with 0.0208 and the worst treatments were treatments I with 0.0147 and IV with 0.0129 ( $P < 0.05$ ).

According to the conditions of this work, it can be concluded that Weight Change and Feed efficiency were affected by the presence of coccidiosis; Feed Consumption was not affected.

# INDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| INDICE DE CUADROS.....  | XIII |
| INDICE DE FIGURAS.....  | XIV  |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1    |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA.....   | 3    |
| Uso de excretas en la alimentación animal.....  | 3    |
| Toxicidad.....  | 7    |
| Manejo apropiado de las excretas.....   | 8    |
| Tratamiento de las excretas.....  | 10   |
| Factores que afectan las características de las excretas.....                                     | 12   |
| Ensilaje de las excretas.....   | 15   |
| Uso de excretas en la alimentación animal como<br>alternativa para prevenir la contaminación..... | 18   |
| Comportamiento de animales alimentados con excretas.....  | 22   |
| Aumentos de Peso.....   | 22   |
| Consumo de Alimento.....  | 25   |
| Conversión Alimenticia.....   | 27   |
| Factores que afectan el comportamiento productivo de<br>los animales.....                         | 29   |
| MATERIALES Y METODOS.....   | 32   |
| Localización del área de estudio.....   | 32   |
| Materiales.....   | 32   |
| Metodología.....  | 33   |
| Preparación de la mezcla y el ensilaje.....   | 33   |
| Elaboración de las raciones.....  | 34   |
| Manejo de los animales.....   | 37   |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Análisis químicos de las dietas..... | 37 |
| Análisis estadístico.....            | 38 |
| RESULTADOS.....                      | 39 |
| DISCUSION.....                       | 43 |
| CONCLUSIONES.....                    | 50 |
| RESUMEN.....                         | 53 |
| LITERATURA CITADA.....               | 55 |
| APÉNDICE.....                        | 58 |

# INDICE DE CUADROS

| Cuadro  | Pág. |
|---|------|
| 2.1 Composición química de las excretas de cerdo<br>producto de dos sistemas de recuperación.....             | 9    |
| 2.2 Características de las excretas según edad<br>y etapa de producción.....                                  | 13   |
| 3.1 Composición de los 4 tratamientos utilizados en la<br>alimentación de ovinos.....                         | 36   |
| 3.2 Composición nutritiva de los 4 tratamientos utilizados<br>en la alimentación de ovinos.....               | 36   |
| 4.1 Resultados de la prueba de alimentación de<br>ovinos alimentados con (0, 20, 40, 60 %)<br>de cerdaza..... | 39   |

# INDICE DE FIGURAS

| Figura  | Pág. |
|---|------|
| 4.1 Cambio en Peso en promedio de cuatro<br>tratamientos a través de nueve fechas<br>ajustada al modelo polinomial.....         | 40   |
| 4.2 Consumo de Alimento de cuatro<br>tratamientos a través de nueve fechas<br>ajustada al modelo potencial.....                 | 41   |
| 4.3 Conversión Alimenticia en promedio de cuatro<br>tratamientos a través de nueve fechas<br>ajustada al modelo polinomial..... | 42   |

## INTRODUCCIÓN

La ganadería en México ocupa el 65 por ciento del territorio nacional, esto es tomando en consideración la superficie de pastoreo, más los cultivos agrícolas que se destinan a la alimentación animal (Chauvet, 1993). Las variables básicas a tomar en cuenta para la producción ganadera son: alimentación, sanidad y manejo. Estos tres parámetros para la ganadería en México se caracterizan por ser heterogéneos entre los productores, incluso de una misma región y con una tendencia hacia los niveles de menor desarrollo tecnológico. La ganadería productora de carne se basa en los pastos naturales y éstos en el régimen de lluvias. Por ello el carácter extensivo es el que prevalece. Un reducido sector en las zonas áridas cuenta con riego y siembran pastos, o en las áreas tropicales introducen praderas con gramíneas, pero tan sólo corresponde a 8.2 por ciento de la superficie con actividad ganadera (Chauvet, 1993). La ganadería intensiva es aquella en la cual se tiene un control en todas las variables productivas; la alimentación del ganado es equilibrada y uniforme durante todo el año, se previene al hato de enfermedades y la reproducción no se deja a la espontaneidad, sino que por medio de la inseminación artificial se va manteniendo o mejorando la calidad genética del ganado. En dichos sectores ganaderos es en donde se ha aplicado el uso de biotecnologías para mejorar diversos factores que afectan la producción animal, una de ellas es el uso de excretas de origen

animal y esquilmos agrícolas para la alimentación del ganado; su efecto económico consiste en que puede abaratar 50 por ciento los costos de alimentación y además beneficia a los campesinos, que pueden vender sus esquilmos, e ingenios que pueden surtir melaza que es utilizada como fuente barata de energía (Castañeda, 1991). Existen en el país grandes cantidades de subproductos agroindustriales potencialmente utilizables para la alimentación de los rumiantes, productores de carne y leche. El uso de la biotecnología, mediante la aplicación de procesos bioquímicos y microbiológicos, transforma los desechos agroindustriales “fibras lignocelulosas, melaza y excretas” en un producto que puede sustituir en buena parte a los granos de cereales en la dieta de los rumiantes. A pesar del potencial que esta fuente de alimentación tiene para el ganado, la limitante fundamental para su aceptación hacia un amplio sector de productores son los problemas de comercialización y de difusión entre los clientes potenciales (Duarte *et al.*, 1990).

El creciente aumento de la población humana, la competencia del hombre y los animales por los alimentos y el alto costo de estos insumos, exigen la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos para los animales.

Por lo tanto el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el cambio de peso vivo, consumo de alimento y la conversión alimenticia en animales alimentados a base de excretas de cerdo ensiladas.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## Uso de excretas en la alimentación animal

Desde la década de los 70's se ha incrementado el uso de excretas de algunas especies animales, por su alto potencial como alimento. Martínez et al (1990) mencionan que las excretas han servido de sustrato para levadura y algas utilizadas para pienso y se ha ensayado como sustrato para las larvas destinadas a la alimentación de las aves de corral. En rumiantes se ha investigado el valor alimenticio de excretas de cerdo deshidratada y peletizada usando la parte sólida (Sutton, 1990), los sólidos tratados con sustancias químicas, los sólidos ensilados y excretas sin tratar (Martínez et al., 1987).

El uso de las excretas en la alimentación de los animales, obedece principalmente a su elevado contenido de materia mineral y de nitrógeno, el que representa su mayor riqueza, aunque cuentan con una pobre concentración de energía. En general, el nitrógeno se concentra en mayor cantidad en las excretas de aves, seguido por las de los cerdos y las de bovinos; las diferencias obedecen a la actividad digestiva y metabólica, así como a la composición de sus dietas, pero hay variaciones en función del tipo de materiales con que se mezclen, de los sistemas de alojamiento y del

manejo de los animales, así como los de recuperación y almacenado de los desechos. Lo que es indudable es que las excretas tienen el potencial de ser una fuente de riqueza si se les considera, no como un desecho, sino como una materia prima disponible todo el año para su reciclaje en la alimentación (Castañeda, 1991).

En el caso de las aves domésticas en el mercado mexicano existen dos tipos de productos: la pollinaza y la gallinaza, cuyo uso se ha logrado consolidar en un sistema de producción partiendo de la alimentación de ovinos y bovinos para ceba. Esto quizá obedece a su baja humedad, que las hace de fácil manejo. Actualmente, se recicla una gran parte de las excretas avícolas, por ejemplo, en algunos estados del centro de la República, se estima que cerca del 90 por ciento de las excretas se usan en la engorda de rumiantes alcanzando precios cercanos a los de los granos de cereales. En muchos casos, han llegado a incluirse en la dieta de rumiantes como el ingrediente mayoritario, aún mezclados con granos y/o melaza; calcinados, estos desechos se han utilizado como fuentes muy disponibles de calcio y fósforo. Sin embargo, particularmente debido a un reciente brote de influenza aviar, por disposiciones oficiales de orden sanitario, en México se restringe la movilización de las excretas de aves entre regiones, recomendándose un tratamiento térmico previo al transporte, aún en un mismo estado (Castañeda, 1991).

Por su gran disponibilidad, las excretas de cerdo están cobrando relevancia en la engorda de rumiantes, ya como una actividad secundaria a la cría de cerdos, ligada al manejo de las excretas en la misma granja, o bien, como un producto exportado a las engordas intensivas de ganado (Sutton, 1990).

La coprofagia (alimentación con excretas) no es una novedad en la nutrición animal. El interés registrado actualmente por las excretas como pienso radica principalmente en el problema de la eliminación de los residuos en las explotaciones ganaderas y avícolas intensivas. Aparte de este problema, se ha admitido que se desperdician grandes cantidades de nutrientes. La utilización de las excretas en la alimentación animal, es una de las formas de crear proteína comestible a partir de material residual, que suele eliminarse sin considerar que se pierde dinero, y lo que es peor aún, crea también un problema ambiental. La cantidad de excretas producidas es considerable. Una gallina de 2 Kg produce 0,8 Kg de excretas por semana; una vaca, de 650 Kg, 150 Kg; un cerdo de 80 Kg, 40 Kg, y un cerdo de 45 Kg produce 25 Kg (Duarte *et al.*, 1990).

Como alternativa no contaminante, las excretas excedentes a las necesidades de fertilización de los suelos, se han destinado directamente a la producción de alimentos de consumo animal pero, en principio, el reciclaje de excretas no llega a solucionar del todo el potencial contaminante, ya que la especie objeto del reciclaje generará a su vez desechos (Fontenot *et al.*,

1996); por otra parte Flachowsky y Henning ( 1990), mencionan que, el reciclaje de excretas, o sólidos recuperados de cerdos, es una buena opción de control de la contaminación, ya que las excretas de rumiantes tienen un menor valor contaminante al provocar una menor demanda química y biológica de oxígeno, o por su menor densidad de nitrógeno, fósforo y otros elementos minerales.

La cantidad de residuos recuperables influye importantemente en el potencial contaminante. En ocasiones, la población animal se concentra en áreas muy pequeñas, por ejemplo, en la zona porcícola de La Piedad, en una superficie de 250,000 has. hay más de un millón de cabezas, mismas que producen anualmente un cuarto de millón de toneladas de excretas. Sin embargo, la concentración posibilita también su destino económico a las engordas intensivas de rumiantes. Otro ejemplo es la región de los Altos de Jalisco, en la que, además de ser una zona con una alta producción de cerdos, se tiene una alta densidad de aves y ganado bovino; el reciclaje de excretas entre especies ocupa un lugar importante en la economía de los sistemas de producción (Castañeda, 1994).

## Toxicidad

Las excretas frescas no parecen contener productos tóxicos, a menos que se permita el proceso de putrefacción. Algunos parásitos y enfermedades pueden propagarse con las excretas; el peligro es menor cuando éste se prepara en forma de ensilado. Las excretas que contiene huevos de nemátodos quedan completamente limpias de éstos 4 semanas después del proceso de ensilaje (Castañeda, 1991). El calentamiento y la cocción permiten iguales resultados. La transmisión a los rumiantes de enfermedades aviares a través de las excretas no es fácil. De igual forma, no existen, al parecer, problemas graves relacionados con los residuos de drogas en las excretas de aves de corral, a excepción del cobre y arsénico, que contienen las drogas. Como los bovinos, y especialmente los ovinos, son sensibles al cobre, hay que suministrarles con precaución las excretas de animales que reciben grandes cantidades de cobre (Sutton, 1990).

Sobre la toxicidad de excretas de cerdo; se ha reportado ,que a través de una prueba microtóxica, resultó que las excretas de cerdo son tres veces menos tóxica que las excretas de aves (Gupta y Kelly, 1990). Las siguientes bacterias son de especial importancia como riesgo bacterial, asociado con las excretas de cerdo: *Salmonella*, *Mycobacterium*, *Brucella*, *Escherichia coli*, *Leptospira*, *Yersinia* y *Campilobacter*; estas bacterias no siempre están

presentes en las excretas de cerdo, siendo más prevalentes en los cerdos infectados (McCaskey , 1990).

Los problemas de los riesgos potenciales de salud, parecen ser de menor importancia cuando el procesamiento, elimina muchos de los riesgos potenciales de las excretas (Iñiguez, 1990; McCaskey, 1990; McCaskey y Anthony, 1979). El procesamiento de la excreta animal, puede ser benéfico al mejorar la palatabilidad, la destrucción de patógenos y el control del olor. Los principales métodos de procesamiento incluyen: el secado natural y por aire caliente (Arndt *et al.*, 1979; Smith y Wheeler, 1979; Sutton, 1990); ensilaje (Arndt *et al.*, 1979; Berger *et al.*, 1981; Muller, 1976; Sutton, 1990); tratamientos químicos (Flachowsky y Hennig, 1990; McCaskey y Anthony, 1979). Cada proceso implica diferentes costos (de energía y equipo) y mano de obra.

### **Manejo apropiado de las excretas**

La recuperación mecánica demanda menos mano de obra y es común en zonas con uso abundante de agua, pero es posible que el costo adicional, por concepto del tratamiento del agua residual, haga necesaria en México la reflexión sobre su conveniencia; además, como se muestra en el cuadro 2.1, la separación mecánica de los sólidos origina pérdidas de nitrógeno y minerales, que son los que le dan el mayor valor. (Ochoa *et al.*, 1972)

**Cuadro 2.1** Composición química de las excretas de cerdo producto de sistemas de recuperación (Ochoa *et al.*, 1972).

| Componente (base seca) % | Colección Manual | Sólidos recuperados |
|--------------------------|------------------|---------------------|
| Humedad                  | 50               | 28.35               |
| Proteína Cruda           | 23.98            | 11.85               |
| Grasa Cruda              | 7.17             | 6.80                |
| Fibra Cruda              | 7.1              | 6.75                |
| Cenizas                  | 12.58            | 16.90               |
| Ca                       | 2.23             | 2.05                |
| P                        | 1.36             | 1.27                |

Es necesario considerar que las excretas y al agua asociadas como dos recursos independientes, al mezclarse, se afectan negativamente: los sólidos disminuyen la calidad del agua y, necesariamente, tiene que recibir un tratamiento para poder reintegrarse al medio; las excretas pierden valor nutritivo, por la dilución acuosa, o por el arrastre de materia en solución, por ejemplo, hasta el 50 por ciento del N es arrastrado en la fracción líquida al momento de la separación sólido-líquido (Smith y Wheeler, 1979).

La deshidratación al sol para lograr un producto seco que pueda ser almacenado se ha ido descartando, primero por la demanda de espacio para su secado y luego, porque las pérdidas de nitrógeno son altas (35-40 por ciento) y porque la eliminación de patógenos puede no ser completa. Este

sistema es usado con éxito en zonas áridas y semiáridas, en donde la baja precipitación pluvial permite usarlo todo el año. Con el secado artificial, el problema es que el equipo y la energía son de muy alto costo, mientras que el valor agregado que se logra es mínimo (Arndt *et al.*, 1979).

## **Tratamiento de las excretas**

Como se mencionó, bien se conoce el peligro potencial de los microorganismos patógenos que se encuentran en las excretas, por lo que en la actualidad se acepta la necesidad de procesarla antes de que ésta sea usada en la alimentación animal. Para convertir las excretas en un ingrediente alimenticio, mejorando sus propiedades de manejo y alimenticias, se han ideado tratamientos físicos, químicos y biológicos. (Arndt *et al.*, 1979; Berger *et al.*, 1981; Muller, 1976; Sutton, 1990).

Gálmez *et al.*, (1970) Menciona que los tratamientos físicos incluyen la separación sólido-líquido para recuperar el alimento no digerido. Las diferencias en la composición química de las excretas, por el sistema de recuperación, radica particularmente en el contenido de proteína cruda (N x 6.25).

Los tratamientos químicos incluyen el mezclado de bactericidas biodegradables y el uso de solventes para extraer la proteína, pero los

reactivos son caros y difíciles de manejar; hay alternativas de origen enzimático, pero no se han usado comercialmente ( Flachowsky y Henning, 1990).

Los tratamientos biológicos incluyen el ensilaje para preservar los nutrientes, y la fermentación microbiológica aeróbica o anaeróbica para el uso del nitrógeno no proteico, en su transformación a proteína unicelular (microbiana), que puede ser mejor usada por el animal. Estos procedimientos se han ideado, por un lado, para buscar un método económico en el que la pérdida de nutrientes sea la menor posible o, incluso, se induzca un aumento en su digestibilidad. Se ha mencionado que, para decidirse por la implementación de cualquier método de proceso, debe considerarse la compatibilidad con el clima de la localidad, el tipo de instalaciones de la explotación y el sistema de alimentación. El manejo y uso de las excretas animales debe integrarse al sistema de producción pecuario que las origina y debe, a su vez, estar respondiendo a nueva proyección de la explotación y es que no hay manejo, por simple que sea, que pueda adaptarse a todos los sistemas de producción. Cada explotación debe considerar las ventajas y desventajas de cada opción de proceso (McCaskey, 1990).

Respecto al tratamiento en lagunas de oxidación, el proceso es correcto cuando el uso de agua es abundante y se tiene superficie suficiente. El completo control de los olores requiere de una fermentación aeróbica, que puede requerir de aereadores mecánicos y un constante monitoreo que

estime el grado de oxidación del material; esto hace que sus costos de operación sean altos y que la eficiencia de uso de la energía disminuya sensiblemente. Este sistema generalmente va apareado a la separación sólido-líquido con la intención de reutilizar el agua en la limpieza de las instalaciones. En éste caso el tratamiento químico parece ser el más indicado para recircular el agua de inmediato, los olores pueden controlarse, pero se demanda equipo y reactivos aún caros y no siempre disponibles (Lober *et al.*, 1992).

## **Factores que afectan las características de las excretas**

Duarte *et al.*, (1990) indican que, las características de las excretas de los animales varían mucho de granja a granja. Los factores que afectan las características de éstas incluyen:

### Edad del Animal:

Las excretas de animales jóvenes no serán tan estables como aquel de animales maduros. El tamaño del animal también afectará la cantidad producida de excretas. En general, entre más grande sea el animal más excretas producirá. Un estimado aproximado de la cantidad de excretas producidas por día es el 8 por ciento del peso del animal. Por ejemplo, un cerdo de 30 Kg produce alrededor de 2.40 Kg de excretas por día. Cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2** Características de las excretas según edad y etapa de producción (Adaptado de Duarte et al., 1990).

|                                 | Lechón | Cerdo en Crecimiento | Cerdo en Finalización | Cerda Gestante | Cerda y Camada | Verraco |
|---------------------------------|--------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------|
| Tamaño del Animal               | 16     | 30                   | 68                    | 125            | 170            | 160     |
| Producción Diaria (kg)          | 1.28   | 2.40                 | 5.44                  | 10.0           | 13.60          | 12.00   |
| Contenido de Agua (%)           | 90.8   | 90.8                 | 90.8                  | 90.8           | 90.8           | 90.8    |
| Densidad (kg./ m <sup>3</sup> ) | 27.2   | 27.2                 | 27.2                  | 27.2           | 27.2           | 27.2    |
| Sólidos Totales (Kg./día)       | 0.09   | 0.17                 | 0.40                  | 0.37           | 1.36           | 0.45    |
| Sólidos Volátiles (kg/día)      | 0.077  | 0.140                | 0.327                 | 0.30           | 1.090          | 0.381   |
| N(g /día)                       | 0.07   | 0.13                 | 0.30                  | 0.28           | 0.104          | 0.35    |
| P(g /día)                       | 0.05   | 0.10                 | 0.22                  | 0.21           | 0.78           | 0.26    |
| K(g /día)                       | 0.05   | 0.11                 | 0.24                  | 0.21           | 0.82           | 0.27    |

Dieta:

La dieta del animal afecta las características de las excretas. La digestibilidad, el contenido de proteínas y de fibra en las raciones son factores importantes. Por ejemplo, el ganado alimentado con raciones altas en concentrado no excretará tanto como el ganado alimentado con raciones altas en fibra (Duarte *et al.*, 1990).

## Sistema de Producción:

La manera en la que la unidad de producción es diseñada y operada provoca que las excretas sean sólidas, semisólidas, o líquidas. Por ejemplo, si se utiliza un sistema de manejo del tipo de agua a presión, las excretas serán diluidas por el agua a presión y por tanto las excretas serán líquidas. Si se utilizaran grandes cantidades de material de cama, las excretas serán sólidas.

## Estado físico:

El mismo autor, menciona que, las excretas sólidas pueden ser amontonadas con poco o nada de escurrimiento y son manejadas mejor con un tractor rascador y un cargador de punta. Para obtener excretas sólidas, se puede añadir materia seca (material de cama) o drenar los líquidos y permitir el secado. Las excretas semisólidas podrían ser amontonadas si es que se añadiera algo de material de cama; aunque las excretas semisólidas no se amontonarán tan bien como las sólidas y el escurrimiento podría aparecer alrededor de los bordes. Las excretas semisólidas con un contenido menor de sólidos, a veces es conocido como una pasta, la cual podría ser bombeada con bombas centrífugas de diámetro grande, con bombas de pistones de tipo de tornillo, u otras para manejo de excretas. Las excretas normalmente tienen una consistencia pastosa.

Las excretas en forma líquida son manejadas mejor con bombas para excretas. La gravedad también es un medio barato y eficaz para el transporte de ellas. Para excretas líquidas que deban ser manejadas con bombas, se puede añadir más agua o separar los sólidos de los líquidos y manejarlos separadamente (Flachowsky y Henning, 1990).

## **Ensilaje de las excretas**

El ensilaje de las excretas es un proceso que disminuye las pérdidas de nutrientes, elimina los patógenos, mejora la palatabilidad e incrementa el consumo voluntario (Lober *et al.*, 1992). También, desde el punto de vista ético e higiénico es un proceso aceptable ya que permite el almacenaje y el manejo de un producto desodorizado. Es posible además incorporar otros subproductos agroindustriales como la paja de sorgo y la melaza (Arndt *et al.*, 1979) .

Sin embargo, el ensilaje da origen a un producto voluminoso relativamente difícil de manipular y con un menor contenido de energía; requiere de mayor manipuleo y labores (Fontenot *et al.*, 1996) y de infraestructura para su almacenamiento. Aunque se ha incrementado el uso de ésta técnica, aún no es muy popular entre los productores tecnificados,

sobre todo porque su práctica implica ciertos cuidados para obtener un ensilado de calidad.

Por otro lado se conoce la capacidad del rumiante para convertir las proteínas de mala calidad, las que hidroliza y convierte en nuevas proteínas a partir de nitrógeno no proteico. También es conocido el hecho que las proteínas de los alimentos tienen diferentes tasas de degradación que probablemente influyen en el comportamiento de los bovinos; esto se debe a que ellas poseen distinta solubilidad y tiempo de permanencia en el rumen, efectos que son condicionados por su diferente susceptibilidad al ataque enzimático de la flora ruminal (Fontenot *et al.*, 1996).

Una de las ventajas de los ensilajes es que, al buscar el reciclaje de la materia orgánica, aumenta la posibilidad de que las aguas residuales de la granja no sean contaminadas con materia orgánica, mejorando así su calidad biológica. (Smith y Wheeler, 1979).

Por la pobreza energética de las excretas, se requiere adicionar al momento de ensilar, una fuente de azúcares de fácil degradación para inducir el proceso. El método es muy sencillo de operar, conserva y potencialmente puede modificar los nutrientes de las excretas. Al respecto, se parte del principio de reducir el pH de la mezcla hasta 5, o menos, por acción de bacterias acidificantes que fermenten los hidratos de carbono (aditivos obligados). El crecimiento bacteriano aumenta la cantidad de

proteína verdadera y el producto final es rico en ácido láctico y otros productos orgánicos; con esto, de acuerdo a Arndt *et al.*, (1979), se disminuye el mal olor y se logra eliminar a los patógenos potenciales (coliformes, shigella, clostridios y salmonelas) .

La opción de fuentes de hidratos de carbono deben ser aquellos de alta fermentabilidad y de uso común en las explotaciones, además de que puedan estar disponibles todo el año, como es el caso de los granos molidos de cereales (que pueden incluirse en un 10 por ciento) o de la melaza de caña, la que puede incluirse en un 3 por ciento o más. Las mezclas con melaza de caña alcanzan un pH de 4.5 mas rápidamente (de 3 a 5 días); por otra parte, las mezclas con grano molido, tienen la ventaja de añadir proteína. La mezcla de grano molido y melaza con las excretas es la mejor opción ya que de esta forma se aprovechan los efectos de ambos aditivos. Además ambos ayudan a regular el contenido de agua: la humedad idónea al ensilar los materiales es de alrededor del 60 por ciento (las fuentes de hidratos de carbono actúan para reducir el agua de la mezcla). De ser necesario, se podrán agregar esquilmos agrícolas (pajas y rastrojos) que fijen el agua de las excretas y le den mejor consistencia al ensilado (Castañeda, 1991).

Ahora bien, conviene subrayar la necesidad de exponer al total de la masa de excretas a ensilar a los hidratos de carbono, lo que bien se logra con un mezclado ligero a pala, o con mezcladoras implementadas con un

tambor de 200 litros, como ya se realiza en algunas granjas. El silo (recipiente) para la mezcla de las excretas variará dependiendo del tamaño de la explotación y de sus recursos, bien puede ser uno convencional (de trinchera) de mampostería, o cualquier otro contenedor; el límite de capacidad de los silos debe calcularse de acuerdo a la cantidad de excretas que se recuperen y con la tasa de extracción para su uso en la alimentación.

## **El uso de excretas en la alimentación animal como alternativa para prevenir la contaminación ambiental**

Si se acepta que los residuos de matadero, lecherías y otros centros de proceso de los productos pecuarios son reciclables en su totalidad, queda el mayor potencial contaminante en las excretas y aguas residuales. Sin embargo, las excretas son una realidad en la alimentación de las especies rumiantes dando lugar, por ejemplo con las gallinazas o pollinazas, a sistemas particulares de producción bien difundidos. Otras excretas, por el contenido de agua no han sido tan bien aceptadas, pero las presiones de carácter ambiental están dando lugar a la creación de subsistemas de producción, como por ejemplo, la engorda intensiva de ganado con excretas de cerdo, crudas, secadas al sol o ensiladas (Smith y Wheeler, 1979).

## Definición del Problema

En lo general, se califica a un residuo de la producción animal como contaminante cuando hay conciencia social al respecto y cuando la legislación así lo indica, sin que haya necesariamente un criterio razonable de cultura o tecnología ecológica que respalde la opinión popular (Gupta y Kelly, 1990).

Los mismos autores, mencionan que, la contaminación ambiental generada por los animales existe y es consecuencia de las prácticas intensivas de explotación. Este problema gana importancia con el crecimiento de las unidades de producción y el aumento en la densidad de la población animal. Algunos de los factores que han influido para que los residuos de la producción animal, contaminen incluyen: la disponibilidad de tierra, la fuerza laboral, la cultura tecnológica del productor y muy importantemente, la cercanía a los asentamientos humanos, ya que la actitud y la opinión pública han jugado un papel determinante en México para la definición de los desechos como un problema de contaminación.

Los desechos de las explotaciones pecuarias incluyen las excretas y secreciones urinarias, desperdicios de alimento y las aguas de lavado más las pérdidas involuntarias de ésta y otros materiales como pajas y aserrines usados como "cama". Por lo tanto, los potenciales contaminantes, producto de la explotación animal, son todos de origen orgánico. El carácter orgánico de los desechos pecuarios permite que éstos se puedan incorporar a las



cadenas y ciclos del nitrógeno y del carbono en la naturaleza, por lo que, bien usados constituyen una fuente potencial de riqueza. Por lo tanto, los desechos de las explotaciones pecuarias impactarán en el medio en función del enriquecimiento de éste con sus elementos constitutivos, notablemente, por su composición: Nitrógeno (N), algunos elementos minerales, como Fósforo ( P ) y Potasio ( K ) y la demanda de Oxígeno relacionada al contenido de materia orgánica (Smith y Wheeler, 1979).

Sutton (1990), menciona que, dependiendo de las especies animales y de los sistemas de producción de que se trate, los desperdicios podrán tener un contenido variable de agua, incluso hasta ser francamente líquidos, pero bien puede distinguirse la fracción sólida ya sea como el total de los sólidos suspendidos (TSS), que son las porciones filtrables o recuperables, o bien como el total de sólidos disueltos (TSD); la suma de ambas fracciones se denomina como sólidos totales (SST), misma que se determina al calcular, por unidad de volumen, los sólidos remanentes a la evaporación completa del agua (e.g., 100 C / 24 h).

La fracción sólida además se puede expresar como el total de sólidos inorgánicos (TSI: el remanente de la combustión a 550°C) y, por diferencia con el original, el total de los orgánicos (TSO). El TSO se pueden calcular alternativamente al determinar el contenido de carbono orgánico o estimar por la demanda química de oxígeno (DQO) (Sutton, 1990).

En general, el manejo de los desechos sólidos no representa un problema real en México, ya que, la disponibilidad de tierra con demanda de fertilizantes y la posibilidad de reciclar las excretas en la alimentación animal dan la oportunidad para el control. El éxito en el uso de los sólidos radica en no desequilibrar al medio al que sean vertidos (tierra o producción animal), lo que exige el conocimiento de la composición de las excretas y del medio receptor.

El agua (o la porción líquida de los desechos), requiere de consideraciones particulares, aparte de las descargas de sólidos al medio, fundamentalmente porque de la presencia de la materia orgánica se deriva mucho del potencial contaminante. Los contaminantes en el agua se miden rutinariamente en función de los sólidos contenidos. Sin embargo, excepto en el agua potable, los sólidos totales no son un estándar de evaluación, prefiriéndose el Total de Sólidos Disueltos, que no deben rebasar los 5,000 mg/l (aún cuando se prefieren menos de 500 mg/l). Para evaluar el impacto contaminante de las actividades pecuarias, debe primero tomarse en cuenta el TSD en el agua que ingresó a la explotación, ya que en la naturaleza, el rango normal del TSD va de 25 a 300 mg/l. (Sutton, 1990).

El oxígeno disuelto, es un importante parámetro de calidad del agua, en el que incrementos en la temperatura y el contenido de cloro tienden a disminuir su concentración. En aguas en las que el contenido de materia

orgánica es alto, el oxígeno disuelto debe medirse por medio de electrodos de membrana y no por métodos iodométricos.

Las aguas de desecho crean una demanda de oxígeno, misma que debe ser satisfecha por el oxígeno disuelto en los cuerpos receptores de agua, de lo contrario se romperá el balance biológico. Si la carga orgánica arrojada está por debajo de la capacidad de asimilación del agua receptora, entonces se mantendrán las condiciones aeróbicas requeridas por la flora y fauna normal; si se excede, entonces habrá una excesiva proliferación bacteriana que consumirá el oxígeno, creando condiciones de anaerobiosis (Flachowsky y Henning, 1990).

## **Comportamiento de animales alimentados con excretas**

### **Aumentos de Peso**

Las heces de bovino en forma de ensilaje han sido utilizadas en la alimentación animal, observándose en novillos añejos, ganancias de peso de 1.27 Kg por día en comparación con la dieta control de 1.34 Kg por día (Flachowsky y Henning, 1990).

Al alimentar 18 toretes, 10 de raza Holstein y 8 encastados con raza Cebú, con un peso promedio de 222.03 Kg, acostumbrados a consumir

excretas frescas de cerdo y en un periodo de alimentación de 99 días, los aumentos de peso reportados para los toretes Holstein y Cebuinos fueron de 0.136 y 106 Kg/día respectivamente (Velásquez y Gutiérrez, 1986).

Algunos resultados de alimentación con ensilajes de excretas de cerdo muestran ganancias de hasta 800 g/día en bovinos alimentados solo con el ensilado, cuando este contuvo 10 por ciento de grano, 3 por ciento de melaza y 5 por ciento de pajas para ajustar la humedad inicial (a 60 por ciento) (Flachowsky y Hennig, 1990).

Diggs *et al.*, (1965) al realizar pruebas de alimentación con cerdos para determinar el valor de las excretas deshidratadas de ganado porcino como parte de la ración, alimentaron cerdos de 48.5 Kg de peso corporal con dietas que incluían 0, 15, y 30 por ciento de excretas de cerdo; en la ración basal se utilizó maíz y harina de soya durante 63 días. Los resultados obtenidos en ganancia diaria fueron de 0.694, 0.775, 0.797 Kg./animal/día.

Hernández *et. al.*, (1978) Al alimentar cerdos en crecimiento y finalización con raciones que contenían 0, 10, 20, y 30 por ciento de cama de pollo, se obtuvieron Aumentos de Peso en la etapa de crecimiento de 0.591, 0.570, 0.498 y 0.469 Kg; en la etapa de finalización los resultados obtenidos fueron de 0.748, 0.576, 0.385 y 0.217 Kg respectivamente.

Iñiguez y Robles (1990) al realizar un estudio con 60 cerdos cruzados (machos castrados) con un peso promedio de 26 Kg alimentaron a los animales con una dieta que contenía 55 por ciento de sorgo y 45 por ciento de excretas de cerdo fermentadas, utilizando niveles de 0, 15, y 30 por ciento; obtuvieron aumentos de peso de 0.562, 0.504, 0.475 Kg respectivamente.

En cabras de raza Nubia con peso promedio de 22 Kg, con una dieta que contenía 13 por ciento de proteína proporcionada por harina de soya para el tratamiento control, y por cama de pollo para el tratamiento en prueba; Olanrewaju y Stoff (1983) reportaron aumentos de peso diarios de 0.202 y de 0.151 Kg respectivamente.

Orduña (1988) en una prueba, donde utilizó ovejas distribuidas en cuatro tratamientos alimentadas a base de excretas de cerdo; siendo el tratamiento I, excretas secadas al sol con melaza, el tratamiento II fue alimentado con excretas secadas al sol sin melaza, el tratamiento III fue alimentado con heces ensiladas con melaza y el tratamiento IV fue alimentado con heces ensiladas sin melaza; obtuvo aumentos de peso de 0.148 para el tratamiento I, 0.118 para el II, 0.136 para el III y 0.130 Kg /día para el IV.

Ochoa *et al.*, (1972) en un trabajo con borregos utilizaron niveles de gallinaza y excretas frescas de cerdo de 10, 20, 30 y 40 por ciento a partes

iguales, substituyendo a parte del heno de alfalfa y rastrojo dentro de una ración completa. Obteniendo los mejores resultados con el nivel del 30 por ciento de residuos orgánicos, siendo los aumentos de peso de 0.205 Kg.

## **Consumo de Alimento**

Al alimentar 18 toretes, 10 de raza Holstein y 8 encastados con raza Cebú, con un peso promedio de 222.03 Kg, acostumbrados a consumir excretas frescas de cerdo y en un periodo de alimentación de 99 días, el Consumo de Alimento reportados para los toretes Holstein y Cebuinos fue de 3.06 y 2.55 Kg./día respectivamente (Velásquez y Gutiérrez, 1986).

Diggs *et al.*, (1965) al realizar pruebas de alimentación con cerdos para determinar el valor de las excretas deshidratadas de ganado porcino como parte de la ración, alimentaron cerdos de 48.5 Kg de peso corporal con dietas que incluían 0, 15, y 30 por ciento de excretas de cerdo; en la ración basal se utilizó maíz y harina de soya durante 63 días. Obtuvo resultados para Consumo de Alimento de 2.570, 2.810 y 3.230 Kg / día.

Hernández *et. al.*, (1978) Al alimentar cerdos en crecimiento y finalización con raciones que contenían 0, 10, 20, y 30 por ciento de cama de pollo, obtuvieron un Consumo de Alimento para la etapa de crecimiento de

2.017, 2.550, 2.017 y 2.154; y para la etapa de finalización reportaron resultados de 3.176, 3.088, 3.087 y 2.707 Kg /día.

Iñiguez y Robles (1990) al realizar un estudio con 60 cerdos cruzados (machos castrados) con un peso promedio de 26 Kg alimentaron a los animales con una dieta que contenía 55 por ciento de sorgo y 45 por ciento de excretas de cerdo fermentadas, utilizando niveles de 0, 15, y 30 por ciento; obtuvieron Consumo de Alimento de 1.674, 1.668, 1.765 Kg respectivamente.

En cabras de raza Nubia con peso promedio de 22 Kg, con una dieta que contenía 13 por ciento de proteína proporcionada por harina de soya para el tratamiento control, y por cama de pollo para el tratamiento en prueba; Olanrewaju y Stoff (1983) reportaron un Consumo de Alimento de 1.36 kg para el primer tratamiento y de 1.11 Kg /día para el segundo tratamiento.

Orduña (1988) en una prueba, donde utilizó ovejas distribuidas en cuatro tratamientos alimentadas a base de excretas de cerdo; siendo el tratamiento I, excretas secadas al sol con melaza, el tratamiento II fue alimentado con excretas secadas al sol sin melaza, el tratamiento III fue alimentado con heces ensiladas con melaza y el tratamiento IV fue alimentado con heces ensiladas sin melaza; obtuvieron un Consumo de Alimento de 1.124, 1.079, 0.999 y 1.181 Kg /día respectivamente.

Ochoa *et al.*, (1972) en un trabajo con borregos utilizaron niveles de gallinaza y excretas frescas de cerdo de 10, 20, 30 y 40 por ciento a partes iguales, substituyendo a parte del heno de alfalfa y rastrojo dentro de una ración completa. Obteniendo los mejores resultados con el nivel del 30 por ciento de residuos orgánicos, con un Consumo de Alimento de 2.5 Kg /día.

### **Conversión Alimenticia**

Al alimentar 18 toretes, 10 de raza Holstein y 8 encastados con raza Cebú, con un peso promedio de 222.03 Kg, acostumbrados a consumir excretas frescas de cerdo y en un periodo de alimentación de 99 días, la Conversión Alimenticia reportada fue de 0.707 y 0.332 respectivamente (Velásquez y Gutiérrez, 1986).

Diggs *et al.*, (1965) al realizar pruebas de alimentación con cerdos para determinar el valor de las excretas deshidratadas de ganado porcino como parte de la ración, alimentaron cerdos de 48.5 Kg de peso corporal con dietas que incluían 0, 15, y 30 por ciento de excretas de cerdo; en la ración basal se utilizó maíz y harina de soya durante 63 días. Los resultados obtenidos para la conversión alimenticia fue de 1.450, 1.640 y 2.210 respectivamente.

Hernández *et. al.*, (1978) Al alimentar cerdos en crecimiento y finalización con raciones que contenían 0, 10, 20, y 30 por ciento de cama de pollo, obtuvieron una Conversión Alimenticia en la etapa de crecimiento de 3.410, 3.606, 4.160 y 4.590 respectivamente; y en la etapa de finalización reportaron resultados de 4.260, 5.360, 8.110 y 12.450 respectivamente.

Iñiguez y Robles (1990) al realizar un estudio con 60 cerdos cruzados (machos castrados) con un peso promedio de 26 Kg alimentaron a los animales con una dieta que contenía 55 por ciento de sorgo y 45 por ciento de excretas de cerdo fermentadas, utilizando niveles de 0, 15, y 30 por ciento; obtuvieron una Conversión Alimenticia de 2.993, 3.317 y 3.784 Kg respectivamente.

En cabras de raza Nubia con peso promedio de 22 Kg, con una dieta que contenía 13 por ciento de proteína proporcionada por harina de soya para el tratamiento control, y por cama de pollo para el tratamiento en prueba; Olanrewaju y Stoff (1983) reportaron una Conversión alimenticia de 6.74 y de 7.33 respectivamente.

Orduña (1988) en una prueba, donde utilizó ovejas distribuidas en cuatro tratamientos alimentadas a base de excretas de cerdo; siendo el tratamiento I, excretas secadas al sol con melaza, el tratamiento II fue alimentado con excretas secadas al sol sin melaza, el tratamiento III fue alimentado con heces ensiladas con melaza y el tratamiento IV fue alimentado con heces

ensiladas sin melaza; obtuvo una Conversión Alimenticia de 7.59 , 9.14, 7.34 y 8.31 respectivamente.

Ochoa *et al.*, (1972) en un trabajo con borregos utilizaron niveles de gallinaza y excretas frescas de cerdo de 10, 20, 30 y 40 por ciento a partes iguales, substituyendo a parte del heno de alfalfa y rastrojo dentro de una ración completa. Obteniendo los mejores resultados con el nivel del 30 por ciento de residuos orgánicos, siendo la Conversión Alimenticia de 12.2 Kg.

## **Factores que afectan el comportamiento productivo de los animales**

Existe una diversidad de factores que pueden alterar el comportamiento productivo de los animales en cualquier tipo de explotación ó trabajo de investigación; estos factores pueden ser medioambientales o patológicos; en el caso de las enfermedades; éstas tendrán diferente grado de afección en los parámetros productivos de los animales, de acuerdo al agente patógeno que las ocasionen. El aparato digestivo de los animales puede ser habitado por muchas especies de parásitos y desarrollar la enfermedad en cualquier momento (Merck, 1993). El parasitismo clínico depende del número y patogenicidad de los parásitos, lo que a su vez depende del potencial biótico de los mismos. En el huésped, la resistencia, la edad, la nutrición y la enfermedad asociada, también influyen sobre el curso de la infestación parasítica. La importancia económica del parasitismo

subclínico, en los animales de granja, también es afectada por los factores mencionados y actualmente está bien establecido que los animales ligeramente parasitados, que no muestran evidencias clínicas de la enfermedad, se comportan menos productivos. La conversión de los alimentos es afectada adversamente por parasitosis moderadas, debiéndose principalmente a reducción de apetito y mala utilización de proteínas y energía absorbidas; pero cuando existen casos de parasitosis severas, el daño puede llegar a ser aún más grande, si se considera que las parasitosis graves suelen asociarse con infecciones secundarias, provocando la muerte de los animales.

La coccidiosis es un tipo de parasitosis que se presenta con invasión normalmente aguda, con destrucción de la mucosa intestinal, causada por protozoarios de los géneros *Eimeria*, *Isospora*, *Cystoisospora* y *Cryptosporidium*, caracterizada por diarrea, fiebre, inapetencia, pérdida de peso y, algunas veces muerte (Sojka, 1979); el mismo autor menciona que los animales corren el riesgo de desarrollar coccidiosis como resultado del embarque.

Las ovejas son infectadas por unas 15 especies de *Eimeria*. *Eimeria ahsata* y *E. Ovinoidales* son patógenos de los ovinos normalmente de 1 a 6 meses de edad (Merck, 1993).

Los signos pueden incluir diarrea ( algunas veces incluye sangre y/o mucosidades), deshidratación, fiebre, inapetencia, pérdida de peso, anemia y muerte. El ilion, ciego y colon superior generalmente son las áreas más afectadas; pueden ser engrosados, edematosos e inflamados y, algunas veces, hay hemorragia de las mucosas. (Merck, 1993).

El tratamiento terapéutico de los animales afectados son agentes anticoccidios, una vez que se ha diagnosticado coccidiosis, el tratamiento no es eficaz, pero el tratamiento precoz puede reducir la severidad de la enfermedad (Sojka,1979). Pueden usarse las sulfonamidas intestinales, como sulfaguanidina, o las sulfonamidas absorbidas fácilmente, como sulfamerazina o sulfametazina (Merck, 1993).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una altitud de 1776 m/nm, 25° 21'00'' latitud norte y 101° 02'00'' longitud Oeste. El clima predominante en ésta área es Bskwx'(w) (e), definido como el clima más seco, extremoso, con presencia de verano cálido y con temperaturas medias anuales entre 12 y 18° C con periodo de lluvias entre verano e invierno y con un porcentaje de lluvias invernales menor al 18% total. (García, 1973).

#### Materiales

Para la recolección de excretas y la elaboración de las mezclas se utilizaron: 2 palas, 2 cubetas, 1 carretilla, 1 báscula, 1 estufa, 1 over-all, botas de hule, 6 tambos de 200 lt. , bolsas de polietileno y los ingredientes correspondientes a cada dieta.

## **Metodología**

Para la prueba en la alimentación de ovinos a base de excretas; se emplearon 16 animales distribuidos en 4 tratamientos diferentes, conformados con 4 animales cada uno de ellos; los animales fueron elegidos previamente al azar. Se utilizaron ovinos de raza pelibuey de ambos sexos y con un peso inicial promedio de 26.04, 24.87, 22.76, 21.50 respectivamente. La duración del experimento fue de 115 días.

## **Preparación de la mezcla y el ensilaje**

Una vez obtenido el material de trabajo, los ingredientes fueron pesados en la báscula de acuerdo al ingrediente y al porcentaje de éste, requerido por cada dieta; obtenido esto , se realizaron las mezclas en forma manual (uso de palas).

Para obtener una mezcla adecuada fue necesario primeramente distribuir las excretas sobre el piso, con el objetivo de que al momento de agregar el rastrojo y los granos (para el caso de las dietas que lo requerían), se evitaran el mayor número de aglomeraciones. Para agregar la melaza, ésta fue calentada previamente en una estufa casi hasta el momento de ebullición, con el objetivo de mejorar su manejo y evitar también aglomeraciones durante la mezcla.

Lograda la mezcla correspondiente a la dieta testigo (tratamiento I), se depositó en costales ya que no requería un proceso de fermentación, y además esto facilitaba su manejo al momento de alimentar a los animales. En el caso de las dietas que contenían excretas de cerdo las cuales requerían fermentación (tratamientos II, III, IV), se depositaron en tambos de 200 lt. apisonándolas lo mejor posible a fin de eliminar la mayor cantidad de oxígeno posible y así favorecer a una fermentación anaerobia; para ello también se colocaron bolsas de polietileno en la superficie del tambo y además se colocaron las tapas correspondientes a cada uno de ellos.

Para lograr un buen fermentado y la eliminación del mayor número de agentes patógenos, se dio al proceso de ensilado un mínimo de 20 días antes de proporcionarlo como alimento a los animales.

## **Elaboración de las raciones**

Los animales del tratamiento I fueron alimentados con una dieta que contenía 61.89 por ciento de rastrojo de maíz (molido), 2.54 por ciento de sorgo, 21.71 de soya y 13.86 de salvado, 0.05 de minerales y 0.20 de vitaminas; además de una fuente de forraje (pacas de sorgo) guardando una relación de 40 - 60 forraje - concentrado; tal y como se puede observar en el Cuadro 3.1 Esta dieta fue considerada como tratamiento testigo.

En el mismo cuadro se puede apreciar la composición del tratamiento II; donde los animales fueron alimentados con una dieta basada en ensilado de excretas de cerdo; la cual tenía 20 por ciento de excretas de cerdo, 18 por ciento de soya, 47 por ciento de rastrojo de maíz (molido) y 15 por ciento de melaza. La dieta se complementó por aparte, con una fuente de forraje (pacas de sorgo) guardando una relación de 40 por ciento de forraje y 60 por ciento de ensilado. De igual forma, los animales correspondientes al tratamiento III fueron alimentados con una dieta a base de ensilado, el cual contenía 40 por ciento de excretas de cerdo, 9.75 por ciento de soya, 35.25 por ciento de rastrojo de maíz (molido) y 15 por ciento de melaza. Por las tardes se adicionó una fuente de forraje (pacas de sorgo) guardando la relación de 40 por ciento de forraje y 60 por ciento de ensilado.; esta dieta se puede observar en el Cuadro 3.1 Los animales del tratamiento IV fueron alimentados a base de ensilado con 60 por ciento de excretas de cerdo, 15 por ciento de melaza y 25 por ciento de rastrojo de maíz (molido). También se adicionó forraje (pacas de sorgo) respetando la relación de 40 por ciento de forraje y 60 por ciento de ensilado. como fuente de fibra. No se incluyeron granos en esta dieta. Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1** Composición de los tratamientos utilizados en la alimentación de Ovinos.

| <b>TRATAMIENTOS</b>  |          |           |            |           |
|----------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| <b>INGREDIENTE</b>   | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> |
| Rastrojo de maíz Kg  | 61.89    | 47.00     | 35.25      | 25.00     |
| Excretas de cerdo Kg | 0.00     | 20.00     | 40.00      | 60.00     |
| Sorgo Kg.            | 2.54     | 0.00      | 0.00       | 0.00      |
| Salvado Kg           | 13.86    | 0.00      | 0.00       | 0.00      |
| Soya Kg.             | 21.71    | 18.00     | 9.75       | 0.00      |
| Melaza Kg.           | 0.00     | 15.00     | 15.00      | 15.00     |
| Minerales traza Kg   | 0.05     | 0.00      | 0.00       | 0.00      |
| Premezcla vit Kg     | 0.20     | 0.00      | 0.00       | 0.00      |
| Sal común Kg.        | 0.50     | 0.00      | 0.00       | 0.00      |
| <b>TOTAL</b>         | 100.00   | 100.00    | 100.00     | 100.00    |

Las dietas se elaboraron isoproteicas e isoenergéticas; los componentes nutritivos de las dietas se pueden observar en el Cuadro 4.

**Cuadro 3.2** Composición nutritiva de los 4 tratamientos utilizados en la alimentación de ovinos.

| <b>TRATAMIENTOS</b> |          |           |            |           |
|---------------------|----------|-----------|------------|-----------|
| <b>NUTRIENTE</b>    | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> |
| Materia seca (%)    | 87.37    | 77.76     | 70.18      | 62.50     |
| Proteína cruda (%)  | 16.61    | 16.47     | 16.80      | 16.80     |
| ENm (Kcal)          | 1.371    | 1.336     | 1.252      | 1.148     |
| ENg (Kcal)          | 0.778    | 0.789     | 0.757      | 0.708     |
| Ca (%)              | 0.430    | 0.912     | 1.119      | 1.630     |
| P (%)               | 0.402    | .922      | 1.011      | 1.107     |

## **Manejo de los animales**

Los animales fueron dispuestos en corraletas individuales de un tamaño aproximado de 4 m<sup>2</sup>, con comedero y bebedero cada uno. El ensilado fue proporcionado a los animales por las mañanas, aquí se realizaron mediciones con un tazón de 400g para llevar el control del Consumo de Alimento; por otra parte el forraje fue proporcionado por la tarde; a su vez, el agua fue proporcionada por la mañana, desechando el sobrante del día anterior ya que en la mayoría de los casos, estaba contaminada con orina y excreta ovina.

El pesaje de los animales se llevó a cabo con intervalos de 15 días, teniendo 9 fechas registradas. Para esto, fue necesario trasladar la báscula desde las instalaciones ovinas de la Universidad, a las instalaciones de la metabólica ya que en esta área no se contaba con esta herramienta.

## **Análisis químicos de las dietas**

El análisis bromatológico de las dietas en experimentación se realizaron en el Laboratorio de Química del Departamento de Ciencias Básicas; utilizando las técnicas de determinación de Materia Seca Proteína Cruda, Fibra Cruda, Grasa Cruda y Cenizas. (AOAC, 1980).

## Análisis estadístico

Las variables medidas fueron: Cambio en Peso Vivo, Consumo de alimento y Conversión Alimenticia

Para la distribución de los tratamientos y el análisis de los resultados se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, con el programa estadístico M-STAT (Infante, 1998; Montgomer, 1991; Steel, 1980)

## RESULTADOS

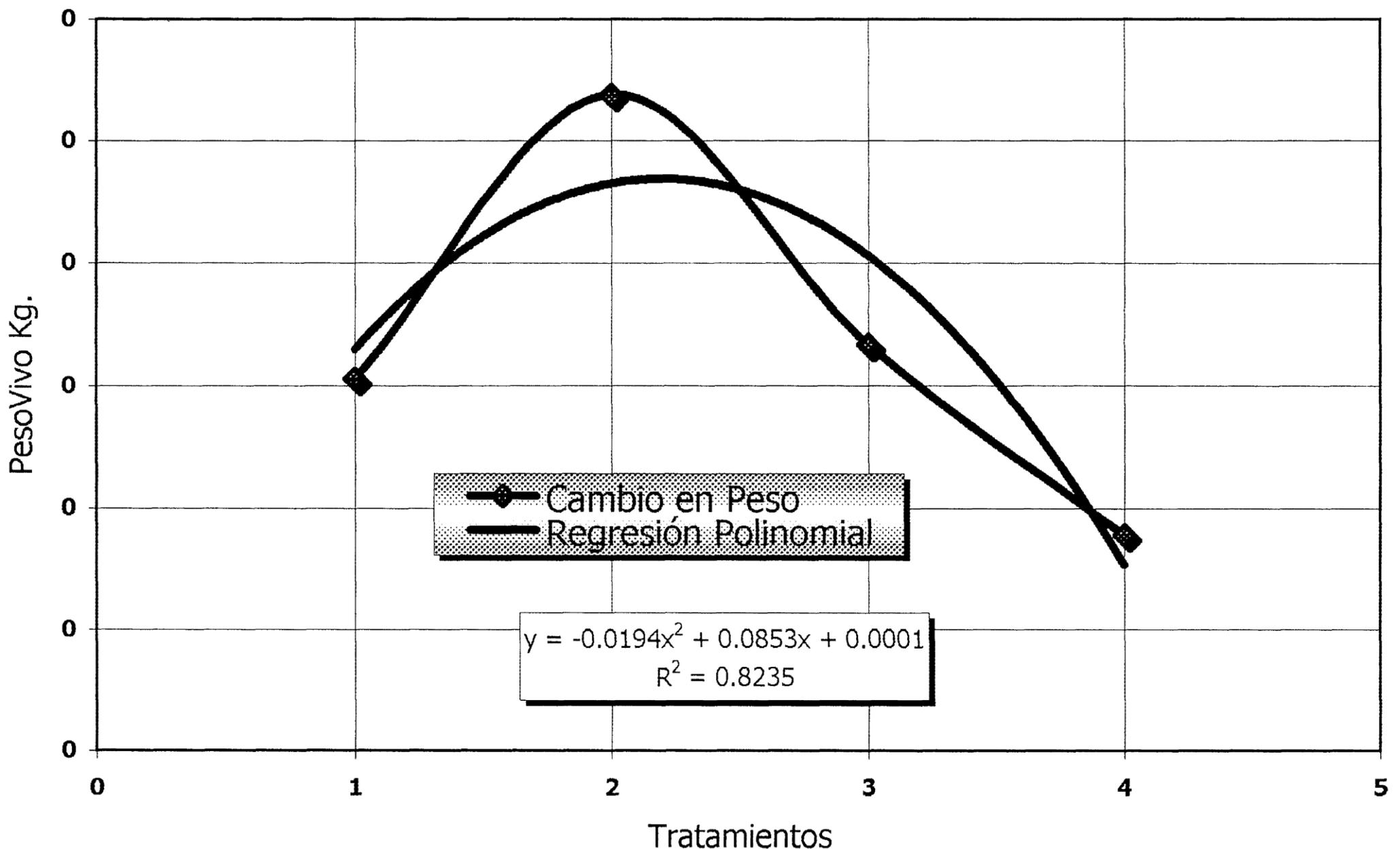
De acuerdo a los procedimientos y circunstancias en las que se llevó a cabo el presente experimento, los resultados obtenidos en las variables Cambio en Peso Vivo, Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia se pueden observar en el cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1** Resultados de la prueba de alimentación de ovinos alimentados con diferentes niveles ( 0, 20, 40, 60 % ) de cerdaza.

|                        | TRATAMIENTOS        |                      |                      |                      |
|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                        | I                   | II                   | III                  | IV                   |
| No de Animales         | 4                   | 4                    | 4                    | 4                    |
| Días de alimentación   | 115                 | 115                  | 115                  | 115                  |
| Peso inicial (Kg.)     | 27.30 <sup>a</sup>  | 25.13 <sup>b</sup>   | 23.72 <sup>c</sup>   | 20.23 <sup>d</sup>   |
| Peso final (Kg.)       | 29.5 <sup>a</sup>   | 29.00 <sup>a</sup>   | 26.125 <sup>b</sup>  | 21.500 <sup>c</sup>  |
| Ganancia total (Kg.)   | 2.20 <sup>b</sup>   | 3.87 <sup>a</sup>    | 2.405 <sup>b</sup>   | 1.270 <sup>c</sup>   |
| Ganancia/ día (Kg.)    | 0.0191 <sup>b</sup> | 0.0337 <sup>a</sup>  | 0.0209 <sup>b</sup>  | 0.0110 <sup>c</sup>  |
| Consumo total (Kg.)    | 141.55 <sup>a</sup> | 117.425 <sup>b</sup> | 116.315 <sup>b</sup> | 107.045 <sup>c</sup> |
| Consumo/ día (Kg.)     | 1.23 <sup>a</sup>   | 1.0211 <sup>b</sup>  | 1.0114 <sup>b</sup>  | 0.9308 <sup>c</sup>  |
| Conversión Alimenticia | 64.39 <sup>c</sup>  | 30.29 <sup>a</sup>   | 48.39 <sup>b</sup>   | 84.61 <sup>c</sup>   |

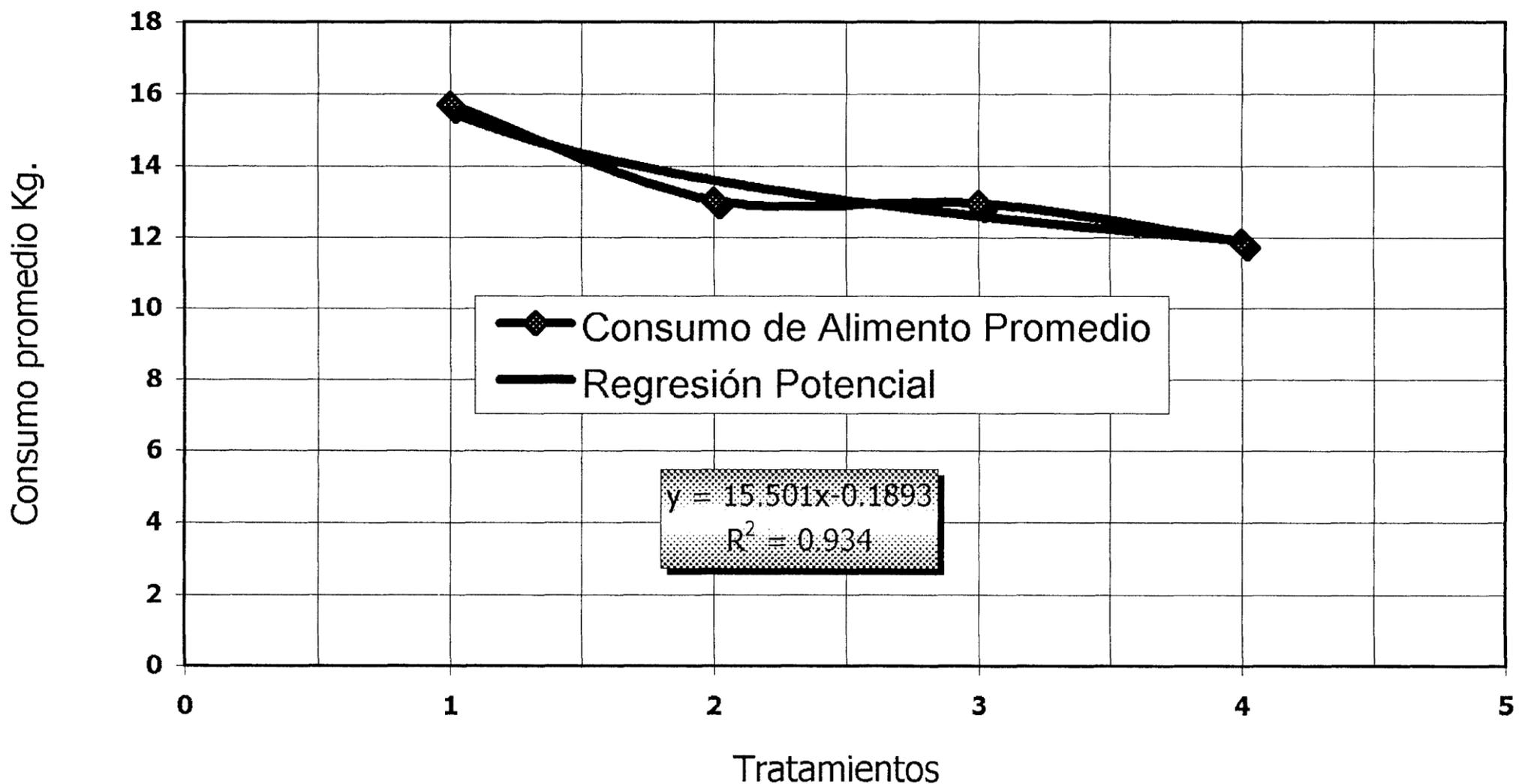
a b c d Letras diferentes entre tratamientos indican diferencia estadística (P <0.05).

La figura 4.1; expresa el promedio del Aumento en Peso de los cuatro tratamientos, donde se puede observar que el tratamiento II fue el que registró mayor Aumento de Peso vivo, seguido del tratamiento III y tratamiento I quienes presentaron un aumento similar entre ellos; el tratamiento con menos Aumento de Peso Vivo fue el IV. La expresión del aumento de peso dentro de los tratamientos puede observarse en la figura A1.



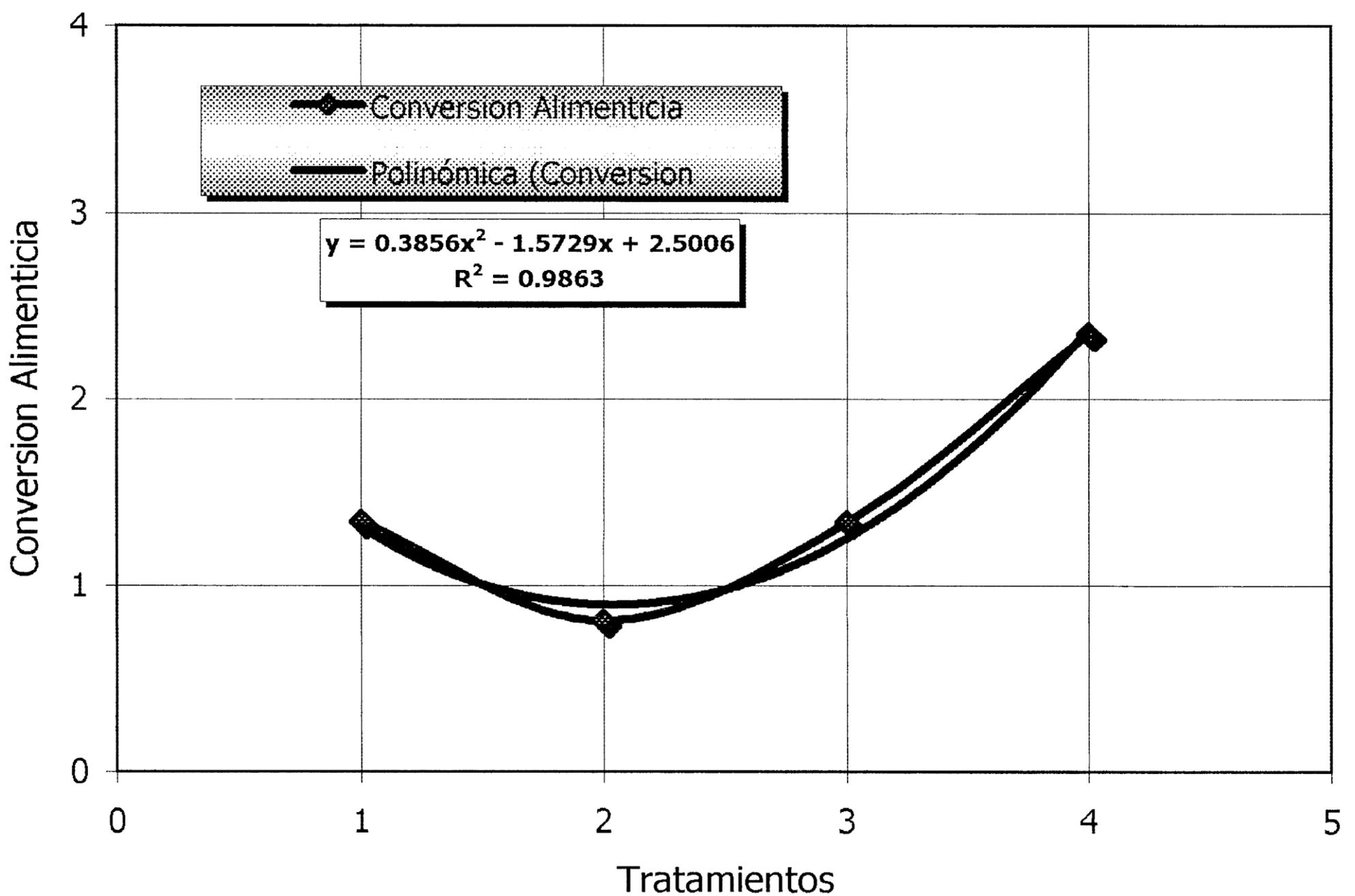
**Figura4.1** Cambio en peso en promedio de cuatro tratamientos a través de nueve fechas ajustada al modelo polinomial.

La figura 4.2; expresa el Consumo de Alimento en promedio de los cuatro tratamientos, donde se puede apreciar que los animales del tratamiento I son los que consumieron más alimento, seguido del tratamiento II y III los cuales lograron un Consumo de Alimento muy similar entre ellos, y por último el tratamiento IV, donde los animales consumieron menos Alimento en promedio. Esto indica que a medida que se fue aumentando la cantidad de excretas en las dietas, el consumo fue disminuyendo; sin embargo, dentro de los tratamientos el consumo voluntario fue en ascenso durante la mayor parte del experimento, logrando estabilizarse en la fecha 8 y 9, como se puede apreciar en la figura A2.



**Figura 4.2** Consumo de alimento en promedio de nueve fechas sobre cuatro tratamientos ajustada al modelo potencial

La figura 4.3; expresa la Conversión Alimenticia en promedio de los cuatro tratamientos, donde se puede apreciar que los animales del tratamiento II son los que obtuvieron mejor Conversión de Alimento, seguido del tratamiento I y III los cuales lograron una Conversión Alimenticia muy similar entre ellos, y por último el tratamiento IV, donde los animales obtuvieron menor Conversión Alimenticia en promedio.



**Figura 3.** Conversión Alimenticia en Promedio de nueve fechas sobre cuatro tratamientos ajustada al modelo polinomial.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las variables Cambio en Peso Vivo, Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia, se pueden observar en el cuadro 5. Las comparaciones estadísticas se hicieron al mismo nivel de probabilidad ( $P < .05$ ).

El Cambio en Peso Vivo y la Conversión Alimenticia fueron mayores en el tratamiento II, donde los animales se alimentaron con un nivel de 20 por ciento de excretas de cerdo ensiladas obteniendo resultados de 0.0337 Kg /día y de 30.29 respectivamente; teniendo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en comparación a los tratamientos III y el I con 0.0209 y 0.0191 Kg /día para la variable Aumento de Peso y de 48.39 y 64.39 para la variable Conversión Alimenticia, siendo el tratamiento IV el que menos Aumento de Peso y Conversión Alimenticia registró con 0.0110 Kg /día y 84.61, respectivamente.

La tendencia a incrementar de peso vivo observada en esta investigación, y el comportamiento de los animales respecto a la conversión alimenticia, coinciden con los datos reportados por Diggs *et al.*, (1965) quienes en una prueba de alimentación a base de excretas de cerdo con niveles de 0, 15 y 30 por ciento, encontraron que los mejores tratamientos tanto para la variable Aumento de Peso Vivo y Conversión Alimenticia fueron el tratamiento II y el III sin ser estadísticamente diferentes.

Ochoa *et al.*, (1972) en un trabajo con borregos utilizaron niveles de gallinaza y excretas frescas de cerdo de 10, 20, 30 y 40 por ciento a partes iguales, substituyendo parte del heno de alfalfa y rastrojo dentro de una ración completa. Obteniendo los mejores resultados con el nivel del 20 por ciento de residuos orgánicos; este comportamiento productivo coincide con lo observado en el presente trabajo de investigación; donde el mejor tratamiento para la variable Cambio en Peso Vivo y Conversión Alimenticia fue el tratamiento II, donde se utilizó 20 por ciento de excretas de cerdo ensiladas.

Orduña (1988) en una prueba, donde utilizó ovejas distribuidas en cuatro tratamientos alimentadas a base de excretas de cerdo; siendo el tratamiento I, excretas secadas al sol con melaza; el tratamiento II, excretas secadas al sol sin melaza; el tratamiento III, heces ensiladas con melaza y el tratamiento IV, heces ensiladas sin melaza; todos los tratamientos con 40 por ciento de heces; obtuvo aumentos de peso de 0.148 , 0.118, 0.136 y 0.130 Kg / día respectivamente; y una Conversión Alimenticia de 7.59 , 9.14, 7.34 y 8.31 respectivamente estos resultados no coinciden con los obtenidos en el presente trabajo; esto es debido a que tanto el incremento de peso y la conversión alimenticia se vieron severamente afectadas por la presencia de la coccidiosis, la cual provocó pérdida de Peso Corporal, esto a la vez afectó directamente la Conversión Alimenticia de los individuos enfermos; sin embargo, se puede observar que la tendencia a incrementar de peso vivo se presenta en ambos estudios. De igual forma Olanrewaju y Stoff (1983) en una prueba de alimentación, utilizando cabras de raza Nubia con peso promedio de

22 Kg, con una dieta que contenía 13 por ciento de proteína proporcionada por harina de soya para el tratamiento control, y por cama de pollo para el tratamiento en prueba; reportaron aumentos de peso diarios de 0.202 y de 0.151 Kg respectivamente y una Conversión Alimenticia de 6.74 y de 7.33 para ambos tratamientos; estos resultados fueron mejores que los obtenidos en el presente trabajo; sin embargo considerando la tendencia que se presentó en el presente trabajo a incrementar de peso vivo, existe una similitud entre ambos trabajos de investigación; así como también existe con los resultados obtenidos por Iñiguez y Robles (1990) quienes al realizar un estudio con 60 cerdos cruzados (machos castrados) con un peso promedio de 26 Kg, donde alimentaron a los animales con excretas de cerdo fermentadas, utilizando niveles de 0, 15, y 30 por ciento; obtuvieron aumentos de peso de 0.562, 0.504, 0.475 Kg respectivamente y una Conversión Alimenticia de 2.993, 3.317 y 3.784 Kg para los tres tratamientos.

Respecto a la variable Consumo de Alimento ; el mejor tratamiento fue el I donde no se incluyó excretas en la dieta, teniendo diferencia significativa ( $P < .05$ ) respecto a los demás tratamientos; seguido del II y el III con 20 y 40 por ciento de excretas, entre los cuales no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), el tratamiento IV con 40 por ciento de excretas, fue el tratamiento que menor consumo de alimento presentó (Cuadro 4.1); esto indica que a medida que se adiciona mayor cantidad de excretas a la dieta, el consumo disminuye; no obstante el consumo de Alimento se comporto en forma ascendente durante el mayor tiempo de la investigación (figura A2).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo donde se obtuvieron consumos de 1.23 Kg /día para el tratamiento I, 1.021 Kg /día para el tratamiento II, 1.011 Kg /día para el tratamiento III y de 0.930 Kg /día para el tratamiento IV; coinciden con los resultados obtenidos por Orduña (1988) quién obtuvo resultados de Consumo de Alimento en ovinos alimentados a base de excretas de cerdo de 1.124 , 1.079, 0.999 y 1.181 Kg /día respectivamente. Así mismo Iñiguez y Robles (1990) al realizar un estudio con 60 cerdos cruzados (machos castrados) reportó un Consumo de Alimento en cerdos alimentados con 0, 15 y 30 por ciento de excretas de cerdo ensiladas de 1.674, 1.668, 1.765 Kg respectivamente.

En cabras de raza Nubia con peso promedio de 22 Kg, con una dieta que contenía 13 por ciento de proteína proporcionada por harina de soya para el tratamiento control, y por cama de pollo para el tratamiento en prueba; Olanrewaju y Stoff (1983) reportaron un Consumo de Alimento de 1.36 kg para el primer tratamiento y de 1.11 Kg/día para el segundo tratamiento. Datos que, aunque se tratan de excretas originadas por otra especie, se observa un comportamiento similar en la utilización de estos subproductos en la alimentación de rumiantes.

Por otra parte Velásquez y Gutiérrez (1986) en una prueba de alimentación con 18 toretes, 10 de raza Holstein y 8 encastados con raza Cebú, con un peso promedio de 222.03 Kg, acostumbrados a consumir excretas frescas de cerdo, considerando una sola ración de 27 por ciento de excretas,

encontraron un consumo de 3.06 y 2.55 Kg /día respectivamente; estos datos coinciden con los obtenidos en el presente trabajo si se toma en consideración que en esta ocasión se alimentaron borregos los cuales tuvieron un consumo aproximado del 50 por ciento de lo consumido por los toretes.

Ochoa *et al.*, (1972) en un trabajo con borregos utilizaron niveles de gallinaza y excretas frescas de cerdo de 10, 20, 30 y 40 por ciento a partes iguales, substituyendo parte del heno de alfalfa y rastrojo dentro de una ración completa. Obteniendo los mejores resultados con el nivel del 20 por ciento de residuos orgánicos, con un Consumo de Alimento de 2.5 Kg /día; estos resultados difieren de los obtenidos en esta investigación donde se obtuvieron Consumo de Alimento diario de 1.23 kg , 1.021 Kg, 1.011 Kg , 0.930 Kg para los cuatro tratamientos respectivamente.

Es importante mencionar que durante el principio del trabajo de investigación, se presentaron cuadros diarreicos en todos los animales con signos clínicos de coccidiosis; se aplicaron sueros intravenosos y antibióticos para aminorar el problema; no obstante el esfuerzo realizado, murieron 2 animales por deshidratación; (Merck, 1994) menciona que la coccidiosis afecta severamente el rendimiento productivo de los animales enfermos, principalmente animales jóvenes; coincidiendo con el cuadro patológico que se presentó en esta investigación; que, aunque todos los animales fueron afectados, fueron animales jóvenes los que perdieron la vida. Existen dos posibles causas de la infestación parasitaria en los animales que se enfermaron

en la presente investigación: es posible que los animales hayan desarrollado la enfermedad después de haber sido expuestos al estrés fisiológico ocasionado por el embarque al cual fueron sometidos para traerlos a las instalaciones donde se realizó el experimento. Merck (1993) menciona que el aparato digestivo de los ovinos puede ser habitado por más de 15 especies de Eimerias en estado latente, esperando el momento oportuno para desarrollar la enfermedad; Sojka (1979) menciona que los animales corren el riesgo de desarrollar coccidiosis como resultado del embarque. Otra posible causa es que las instalaciones donde fueron confinados los animales para este trabajo de investigación, han sido utilizadas en experimentos anteriores con ovinos; donde, según comentarios del personal que labora en dichas instalaciones, ya habían observado los mismo signos clínicos anteriormente, lo que deja abierta la posibilidad de que las instalaciones se encontraban infestadas de parásitos en forma de esporas antes de que los animales de este experimento fueran confinados para su estudio. Sojka (1979) menciona que las etapas de desarrollo de las diversas coccideas en el animal dan origen a un oocisto microscópico que una vez expulsado vía excretas y en condiciones apropiadas de temperatura, humedad y de oxígeno, los oocistos forman esporas capaces de infestar a otras ovejas.

Por otra parte es importante también hacer mención que tres hembras de las cinco que se encontraban dentro del trabajo de investigación, estaban gestantes; como bien se sabe, esta etapa fisiológica demanda mayor cantidad

de nutrientes; por lo que es probable que situación haya afectado las variables en estudio.

La elaboración y el manejo del ensilaje de las excretas no fue sencillo, ya que esta actividad demanda las instalaciones propias para lograr una mezcla de los ingredientes en forma homogénea y un almacenaje adecuado para evitar la contaminación del producto; (Fontenot *et. al*; 1996) señala que aunque se ha incrementado el uso de ésta técnica, aún no es muy popular entre los productores tecnificados, sobre todo porque su práctica implica ciertos cuidados para obtener un ensilaje de calidad.

La aceptación de la dieta por parte de los animales no requirió gran esfuerzo ya que el ensilaje del estiércol facilitó la aceptación de esta, además de que es un proceso que disminuye las pérdidas de nutrientes, (como se puede observar en el análisis bromatológico, cuadro A14); estos resultados coinciden con los expuestos por (Lober *et. al*; 1992) quien señala que el proceso del ensilado, mantiene los niveles proteicos de la dieta.

Por otra parte (Duarte *et. al*, 1990) indica que desde el punto de vista ético e higiénico el ensilaje es un proceso aceptable ya que permite el almacenaje y el manejo de un producto desodorizado, además es posible incorporar otros subproductos agroindustriales como la paja de sorgo y la melaza; tal y como sucedió con la fermentación de las excretas utilizadas en este trabajo, donde además de obtener un producto palatable para el animal, se logró incorporar a la dieta algunos subproductos agrícolas e industriales como el rastrojo de maíz y la melaza respectivamente.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

Considerando los resultados logrados en las variables Cambio en Peso Vivo, Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia; los animales asignados al tratamiento II con niveles de 20 por ciento de excretas de cerdo ensiladas, fueron los que mejor respondieron a la prueba de alimentación.

La humedad de las excretas frescas de cerdo puede ser una limitante ya que a medida que se aumenta la cantidad de excretas en la dieta, la mezcla de los ingredientes se ve afectada, porque la cantidad de humedad que proporcionan las excretas frescas provocan aglomeraciones con otros componentes de la dieta; pudiendo ser este uno de los factores que posiblemente disminuyeran el Consumo de Alimento en los tratamientos III y IV y consecuentemente disminuir la ganancia en Peso vivo de estos animales.

Por otra parte considerando las condiciones en las que se desarrolló el trabajo de investigación, se concluye que las variables Cambio en Peso y la Conversión Alimenticia fueron afectadas severamente por la enfermedad de coccidiosis; la variable Consumo de Alimento tuvo altibajos durante el

desarrollo del experimento, pero, sin afectar significativamente los resultados; ya que ésta siempre se mantuvo en ascenso durante la mayor parte del experimento.

Toda actividad de explotación animal, requiere de medidas adecuadas de bioseguridad; ya que, también de ello depende que los resultados de dicha actividad no se vean mermados por la presencia de enfermedades inoportunas, que afectan en gran medida el comportamiento productivo de los animales; como sucedió durante la realización del presente trabajo de investigación. Debido a esto, es recomendable llevar a cabo actividades de profilaxis antes de iniciar alguna actividad pecuaria; para tal caso son importantes métodos de vacunación, aplicar desparasitantes y coadyuvantes inmunológicos, además de desinfectar las instalaciones, entre otras.

Pese a que el desarrollo de la investigación fue afectado por la enfermedad antes mencionada, los resultados que se observaron en cuanto a las variables en estudio; aunque mínimos, son positivos, además de presentar una tendencia a mejorar durante las últimas fechas del experimento; lo cual indica que la utilización de excretas de cerdo ensiladas en la alimentación ovina, puede ser un sistema de manejo alimenticio productivo, siempre y cuando se tenga un mejor control en los diversos factores que disminuyen la productividad de los animales, como es el caso de las enfermedades; o bien pueden ser utilizadas en etapas de alimentación donde se requiere dietas solo para mantenimiento y de esta forma aminorar costos de producción; por ello, se

sugiere realizar más estudios de investigación sobre el uso de excretas de cerdo ensiladas, que aporten más información respecto a la eficiencia de este método de alimentación; además de que la utilización de excretas de cerdo en la alimentación animal, puede ser una alternativa viable de solución respecto a la contaminación ambiental que estas excretas generan.

## Resumen

El objetivo del presente experimento fue evaluar el Cambio en Peso vivo, el Consumo de Alimento y la Conversión Alimenticia de borregos alimentados a base de excretas de cerdo en forma ensilada utilizando cuatro tratamientos con diferentes niveles de excretas de cerdo (0, 20, 40 y 60 por ciento).

El experimento fue llevado a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una altitud de 1776 m/nm, 25° 21'00'' latitud norte y 101° 02'00'' longitud Oeste.

Para la prueba en la alimentación de ovinos a base de excretas de cerdo ensiladas; se emplearon 16 animales distribuidos al azar en 4 tratamientos diferentes, conformados con 4 animales cada uno de ellos. Se utilizaron animales de raza pelibuey de ambos sexos y con un peso inicial promedio de 26.04, 24.87, 22.76, 21.50 respectivamente. La duración del experimento fue de 115 días.

Los animales del tratamiento I fueron alimentados con una dieta que contenía 61.89 por ciento de rastrojo de maíz (molido), 2.54 por ciento de sorgo, 21.71 de soya y 13.86 de salvado, 0.05 de minerales y 0.20 de

vitaminas; además de una fuente de forraje (pacas de sorgo) guardando una relación de 40 - 60 forraje – concentrado.

Los animales de los tratamientos II, III y IV, fueron alimentados con dietas que contenían 20, 40 y 60 por ciento de excretas de cerdo ensiladas, además de melaza al 15 por ciento respectivamente; se incluyeron diferentes niveles de rastrojo de maíz de 47, 35.25 y 25 por ciento respectivamente; se adicionó soya en los tratamientos II y III con niveles de 18 y 9.75 por ciento. La relación de 40–60 por ciento de forraje y ensilado fue respetada en estos tratamientos.

Considerando los resultados logrados en las variables Cambio en Peso Vivo, Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia; los animales asignados al tratamiento II con niveles de 20 por ciento de excretas de cerdo ensiladas, fueron los que mejor respondieron a la prueba de alimentación.

Considerando las condiciones en las que se desarrolló el trabajo de investigación, se concluye que las variables Cambio en Peso y la Conversión Alimenticia fueron afectadas severamente por la enfermedad de coccidiosis; la variable Consumo de Alimento tuvo altibajos durante el desarrollo del experimento, pero, sin afectar significativamente los resultados; ya que ésta siempre se mantuvo en ascenso durante la mayor parte del experimento; por lo que se sugiere realizar más trabajos de investigación, que aporten más información respecto a este método de alimentación.

## LITERATURA CITADA

- Arndt, D. L., D. L. Day and E. E. Hatfield, 1979. Processing and handling of animal excreta for refeeding. *J. Anim. Sci.* 48:157-162.
- AOAC. 1980. *Methods of Analysis of Official Analytical Chemists* 13<sup>th</sup> ed. Washington. D.C. U.S.A. p.p.220.
- Berger, J. C. P., J. P. Fontenot, E. T. Kornegay and K. E. Webb Jr. 1981. Feeding swine waste. 1 Fermentation characteristics of swine waste ensiled with ground hay or ground corn grain. *J. Anim. Sci.* 52:1388-1403
- Castañeda, Y. 1991. "Opciones biotecnológicas para la crisis de la agroindustria azucarera: Melazas y proteína unicelular", *Revista Sociológica*, núm. 16, mayo-agosto, México, uam-a, pp.183-211.
- Castañeda, P. M. 1994. *Acontecer Porcino*. Ediciones Pecuarías de México, D F. p. 48.
- Chauvet, M. 1993. Auge, crisis y reestructuración de la ganadería bovina de carne en México, tesis de doctorado, México, UNAM, Facultad de Economía, p.216.
- Diggs, B. G., B. Baker Jr, and F. G. James, 1965. Value of pigs feces in swine finishing ration. *J. Anim. Sci.* 24:291.
- Duarte, V. F., Magaña C. A. y Rodríguez G. F. 1990 Utilización de las heces en alimentación animal. I. Caracterización químico nutricional de heces de bovinos y porcinos. *Tecnología Pecuaria Mexicana* 28 (19):22-29
- El Manual Merck de Veterinaria, 1993. Un manual de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades para el veterinario. 4a edición. p.p. 113, 121, 124. Barcelona, España.
- Flachowsky, G. and A. Henning, 1990. Composition and digestibility of untreated and chemically treated animal excreta for ruminants. A review. *Biological Wastes.* 31:17-36
- Flachowsky, G. and E. R. Orskov, 1986. Rumen dry matter degradability of various pig feces and chemically treated pig recyclable solids. *Archives of Animal Nutrition* 36:905-913.
- Fontenot, J. P, K. E. Webb, B. W. Harmon, R. E. Tucker and W. E. C. Moore, 1996. Feeding swine waste. 1 Fermentation characteristics of swine waste ensiled with ground hay or ground corn grain. *J. Anim. Sci.* 52:1388-1403.

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- García, E. P., I. R. Solórzano y E. G. Vázquez, 1991. Aislamiento de micro-organismos patógenos (aerobios) en estiércol fresco de cerdo antes y después de ser utilizado como integrante en la dieta de toretes, I Encuentro Universitario de Investigación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo p 91-92.
- Gutiérrez, V. E. y P. F. Peña, 1990. Finalización de toretes alimentados con estiércol fresco de cerdo, melaza y rastrojo de maíz. Investigación y Producción Animal. I Encuentro Interno. Memorias. EMVZ. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo p 25-27.
- Gupta, G. and P. Kelly, 1990. Toxicity (EC 50) comparisons of some animal wastes Water Air and Soil Pollution 53:113-117.
- Hernández, G.J.F., F. Enrique, V. G. Ávila Y A. S. Shimada. 1978. Efecto de la sustitución de maíz con cama de aves en dietas para cerdo de abasto. Veterinaria. FMVZ. UNAM. México D.F.
- Holguín, Q .F. 1977. Elementos de Muestreo y Correlación. 2a. ed. Dirección General de Publicaciones UNAM, México. pp: 243-251.
- [http://www.geocities.com/raydelpino\\_zoo/oumo.html](http://www.geocities.com/raydelpino_zoo/oumo.html)
- <http://www.veterin.unam.mx/fmvzunam/uso.html>
- Infante, G. S., 1998. Métodos Estadísticos: Un enfoque interdisciplinario. 2a. ed. Quinta reimpresión. Trillas. México. pp: 435-448.
- Iñiguez, C. G. 1990. Factibilidad Técnico-económica para el aprovechamiento de sólidos recuperados de estiércol de cerdo fermentados en la nutrición de los cerdos. Estiércol de cerdo: Un recurso renovable. Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre el Manejo y Aprovechamiento del Estiércol de Cerdo. CINVESTAV. Universidad de Guadalajara. CONACYT. p 70-100
- Lobert, V. K., P. H Liao., and R. J. Van Kleeck, 1992. A full scale sequency batch reactor treatment of dilute swine waste water. Canadian Agricultural Engineering 33:193-194.
- McCaskey, T. A. 1990. Health aspects associated with the feeding of swine waste. Un Recurso Renovable, Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre el Manejo y Aprovechamiento del Estiércol de Cerdo. CINVESTAV, Universidad de Guadalajara, CONACYT p 33-48.

- McCaskey, T. A. and W. B. Anthony, 1979. Human and animal health aspects of feeding livestock excreta. *J. Anim. Sci.* 48:163-177.
- Martínez, A. A., R. Bores y A. F. Castellanos 1987. Zometría y predicción de la composición corporal de la borrega Pelibuey. *Tecnología Pecuaria Mexicana* 25 (1):72-84.
- Martínez A. A., Bores. R., Velázquez P. A. y Castellanos A. F. 1990. Influencia de la castración y del nivel energético de la dieta sobre el crecimiento y la composición corporal del borrego. *Tecnología Pecuaria Mexicana* 28 (3):125-132
- Montgomery, D.C., 1991. *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley and Sons, Inc. New York. pp: 393-405.
- Muller, Z. O. 1976. Economic aspects of recycled wastes. *Animal Production and Health. Paper 4: New Feed Resources*. FAO, Rome p 265-294.
- Ochoa, C.M., F. Bravo R. Avila. 1972. Uso de residuos orgánicos en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Tec. Pec. En México*.
- Olannreawaju, H. A. and N.M. Stoff, 1983. the effects of broiler litter on growth performance and nutrient digestibility of male goats. *J. Anim. Sci.* 57:3 (Abst)
- Orduña, J.P. 1988. Alimentación de ovinos con raciones conteniendo heces de cerdo deshidratadas o ensiladas con y sin melaza. Tesis. U.A.A.A.N Saltillo, Coahuila, México.
- Smith, L. and R. Wheeler, 1979. The nutrition potential of recycled wastes animal production and health. *Paper 4: New Feed Resources*. FAO, Rome p 226-243
- Sojka, W., 1979. Memorias de 1er curso Latinoamericano de Enfermedades Gastrointestinales. ENEP-C, UNAM-México, 1979.
- Sutton, A. L. 1990. Utilization of swine manure solids in ruminants diets. *Estiércol de Cerdo un Recurso Renovable*. Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre el Manejo y Aprovechamiento del Estiércol de Cerdo. CINVESTAV. Universidad de Guadalajara, CONACYT. p 101-119.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie, 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 2da. ed. McGraw-Hill. New York. p. 485 p.p. 371-375.
- Velásquez, M.J.O. y V.E. Gutiérrez 1986. Finalización de toretes alimentados con estiércol fresco de cerdo. *Memorias IX Reunión de ALPA*. Acapulco, Guerrero, México. P.75-78.

# APPENDICE

**Cuadro A.1** Análisis de Varianza para variable Cambio en Peso vivo.

| FV          | GL  | SM       | CM      | FC                   | FT     |
|-------------|-----|----------|---------|----------------------|--------|
| Rep.(fecha) | 8   | 381.886  | 47.736  | 2.6485*              | 0.0276 |
| Ea          | 27  | 486.637  | 18.024  |                      |        |
| Trat.       | 3   | 1572.452 | 524.151 | 39.5365**            | 0.0000 |
| F.T         | 24  | 34.926   | 1.455   | 0.1098 <sup>NS</sup> |        |
| Ec          | 81  | 1073.848 | 13.257  |                      |        |
| Total       | 143 | 3549.749 |         |                      |        |

Coeficiente de variación: 15.99%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

**Cuadro A.2** Tabla de medias para la variable Cambio en Peso vivo.

| Tratamiento | Media               |
|-------------|---------------------|
| 1           | 0.5500 <sup>b</sup> |
| 2           | 0.9675 <sup>a</sup> |
| 3           | 0.6013 <sup>b</sup> |
| 4           | 0.3175 <sup>c</sup> |

<sup>abc</sup> Letras diferentes indican que existe diferencia entre los tratamientos a ( $p < 0.05$ )

**Cuadro A.3** Análisis de Varianza para variable Consumo de Alimento.

| <b>FV</b>          | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>FC</b>            | <b>FT</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-----------|
| <b>Rep.(fecha)</b> | 8         | 216.157   | 27.020    | 10.9651**            | 0.0000    |
| <b>Ea</b>          | 27        | 66.532    | 2.464     |                      |           |
| <b>Trat.</b>       | 3         | 288.075   | 96.025    | 34.9975**            | 0.0000    |
| <b>F.T</b>         | 24        | 28.392    | 1.183     | 0.4312 <sup>NS</sup> |           |
| <b>Ec</b>          | 81        | 222.246   | 2.744     |                      |           |
| <b>Total</b>       | 143       | 821.402   |           |                      |           |

Coeficiente de variación: 12.35%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

**Cuadro A.4** Tabla de medias para la variable Consumo de Alimento.

| <b>Tratamiento</b> | <b>Media</b>          |
|--------------------|-----------------------|
| 1                  | 15.7280 <sup>a</sup>  |
| 2                  | 13.0470 <sup>ab</sup> |
| 3                  | 12.9610 <sup>bc</sup> |
| 4                  | 11.8940 <sup>c</sup>  |

<sup>abc</sup> Letras diferentes indican que existe diferencia entre los tratamientos a ( $p < 0.05$ )

**Cuadro A.5** Análisis de Varianza para la variable Conversión Alimenticia.

| <b>FV</b>           | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b>            |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| <b>Tratamientos</b> | 3         | 0.001065  | 0.000355  | 0.8384 <sup>NS</sup> |
| <b>Error</b>        | 12        | 0.005083  | 0.000424  |                      |
| <b>Total</b>        | 15        | 0.006149  |           |                      |

**CV** = 100.06%

**NS** No significativo

**Cuadro A.6** Tabla de medias para la variable Conversión Alimenticia.

| <b>Tratamiento</b> | <b>Media</b>          |
|--------------------|-----------------------|
| 1                  | 0.014750 <sup>c</sup> |
| 2                  | 0.033775 <sup>a</sup> |
| 3                  | 0.020800 <sup>b</sup> |
| 4                  | 0.012950 <sup>c</sup> |

<sup>abc</sup> Letras diferentes indican que existe diferencia entre los tratamientos a ( $p < 0.05$ )

**Cuadro A.7** Cambio en peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de excretas de cerdo.

| TRATS            | FECHA |            | REPETICIONES  |               |               |               | TOTAL          | PROM          |
|------------------|-------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
|                  |       |            | I             | II            | III           | IV            |                |               |
| 1                | 1     | 16/09/2002 | 27.80         | 28.95         | 33.50         | 19.20         | 109.450        | 27.363        |
|                  | 2     | 28/09/2002 | 26.50         | 27.90         | 32.90         | 18.30         | 105.600        | 26.400        |
|                  | 3     | 12/10/2002 | 24.80         | 27.30         | 32.00         | 17.50         | 101.600        | 25.400        |
|                  | 4     | 26/10/2002 | 24.10         | 27.30         | 30.80         | 16.80         | 99.000         | 24.750        |
|                  | 5     | 09/11/2002 | 23.00         | 27.50         | 30.00         | 16.50         | 97.000         | 24.250        |
|                  | 6     | 24/11/2002 | 23.00         | 26.00         | 30.60         | 16.80         | 96.400         | 24.100        |
|                  | 7     | 07/12/2002 | 20.00         | 29.40         | 35.00         | 19.40         | 103.800        | 25.950        |
|                  | 8     | 14/12/2002 | 22.00         | 31.00         | 34.50         | 19.00         | 106.500        | 26.625        |
|                  | 9     | 13/01/2003 | 26.00         | 32.00         | 38.00         | 22.00         | 118.000        | 29.500        |
| <b>Sub-Total</b> |       |            | <b>217.20</b> | <b>257.35</b> | <b>297.30</b> | <b>165.50</b> | <b>937.35</b>  | <b>234.34</b> |
| <b>Promedio</b>  |       |            | <b>24.13</b>  | <b>28.59</b>  | <b>33.03</b>  | <b>18.39</b>  | <b>104.15</b>  | <b>26.04</b>  |
| 2                | 1     | 16/09/2002 | 27.30         | 24.75         | 21.80         | 26.70         | 100.550        | 25.138        |
|                  | 2     | 28/09/2002 | 26.80         | 23.60         | 19.50         | 26.00         | 95.900         | 23.975        |
|                  | 3     | 12/10/2002 | 25.90         | 22.80         | 25.90         | 26.00         | 100.600        | 25.150        |
|                  | 4     | 26/10/2002 | 25.00         | 21.70         | 25.00         | 26.30         | 98.000         | 24.500        |
|                  | 5     | 09/11/2002 | 25.00         | 21.00         | 25.00         | 25.00         | 96.000         | 24.000        |
|                  | 6     | 24/11/2002 | 24.00         | 22.60         | 22.60         | 22.60         | 91.800         | 22.950        |
|                  | 7     | 07/12/2002 | 23.20         | 24.80         | 24.00         | 24.00         | 96.000         | 24.000        |
|                  | 8     | 14/12/2002 | 26.00         | 25.00         | 25.00         | 24.50         | 100.500        | 25.125        |
|                  | 9     | 13/01/2003 | 28.25         | 30.75         | 28.50         | 28.50         | 116.000        | 29.000        |
| <b>Sub-Total</b> |       |            | <b>231.45</b> | <b>217.00</b> | <b>217.30</b> | <b>229.60</b> | <b>895.35</b>  | <b>223.84</b> |
| <b>Promedio</b>  |       |            | <b>25.72</b>  | <b>24.11</b>  | <b>24.14</b>  | <b>25.51</b>  | <b>99.48</b>   | <b>24.87</b>  |
| 3                | 1     | 16/09/2002 | 23.60         | 22.10         | 26.80         | 22.40         | 94.900         | 23.725        |
|                  | 2     | 28/09/2002 | 22.80         | 21.60         | 25.80         | 21.60         | 91.800         | 22.950        |
|                  | 3     | 12/10/2002 | 22.30         | 21.00         | 24.90         | 20.70         | 88.900         | 22.225        |
|                  | 4     | 26/10/2002 | 22.00         | 21.40         | 24.30         | 19.90         | 87.600         | 21.900        |
|                  | 5     | 09/11/2002 | 21.30         | 20.00         | 24.00         | 19.00         | 84.300         | 21.075        |
|                  | 6     | 24/11/2002 | 17.20         | 22.20         | 25.20         | 20.00         | 84.600         | 21.150        |
|                  | 7     | 07/12/2002 | 22.40         | 20.00         | 25.20         | 21.20         | 88.800         | 22.200        |
|                  | 8     | 14/12/2002 | 23.50         | 21.00         | 27.00         | 22.50         | 94.000         | 23.500        |
|                  | 9     | 13/01/2003 | 27.25         | 23.50         | 29.75         | 24.00         | 104.500        | 26.125        |
| <b>Sub-Total</b> |       |            | <b>202.35</b> | <b>192.80</b> | <b>232.95</b> | <b>191.30</b> | <b>819.40</b>  | <b>204.85</b> |
| <b>Promedio</b>  |       |            | <b>22.48</b>  | <b>21.42</b>  | <b>25.88</b>  | <b>21.26</b>  | <b>91.04</b>   | <b>22.76</b>  |
| 4                | 1     | 16/09/2002 | 19.80         | 25.75         | 18.30         | 17.10         | 80.950         | 20.238        |
|                  | 2     | 28/09/2002 | 17.20         | 23.10         | 16.70         | 15.20         | 72.200         | 18.050        |
|                  | 3     | 12/10/2002 | 15.80         | 21.90         | 15.90         | 14.10         | 67.700         | 16.925        |
|                  | 4     | 26/10/2002 | 15.60         | 21.00         | 14.80         | 13.50         | 64.900         | 16.225        |
|                  | 5     | 09/11/2002 | 15.50         | 19.00         | 14.00         | 13.50         | 62.000         | 15.500        |
|                  | 6     | 24/11/2002 | 14.20         | 17.60         | 14.40         | 14.40         | 60.600         | 15.150        |
|                  | 7     | 07/12/2002 | 15.40         | 18.40         | 15.60         | 15.60         | 65.000         | 16.250        |
|                  | 8     | 14/12/2002 | 16.50         | 19.00         | 16.50         | 16.00         | 68.000         | 17.000        |
|                  | 9     | 13/01/2003 | 20.00         | 24.00         | 21.00         | 21.00         | 86.000         | 21.500        |
| <b>Sub-Total</b> |       |            | <b>150.00</b> | <b>189.75</b> | <b>147.20</b> | <b>140.40</b> | <b>627.35</b>  | <b>156.84</b> |
| <b>Promedio</b>  |       |            | <b>16.67</b>  | <b>21.08</b>  | <b>16.36</b>  | <b>15.60</b>  | <b>69.71</b>   | <b>17.43</b>  |
| <b>TOTALES</b>   |       |            | <b>801.00</b> | <b>856.90</b> | <b>894.75</b> | <b>726.80</b> | <b>3279.45</b> | <b>819.86</b> |
| <b>PROMEDIO</b>  |       |            | <b>200.25</b> | <b>214.23</b> | <b>223.69</b> | <b>181.70</b> | <b>819.86</b>  | <b>204.97</b> |

**Cuadro A.8** Tabla de Coeficientes para contrastes ortogonales, para la variable Cambio en Peso vivo.

| Tratamiento | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-------------|----|----|----|----|
| <b>C1</b>   | -3 | -1 | 1  | 3  |
| <b>C2</b>   | 1  | -1 | -1 | 1  |
| <b>C3</b>   | -1 | 3  | -3 | 1  |

**Cuadro A.9** Análisis de varianza para los contrastes de la variable Cambio de Peso vivo.

| FV           | G<br>L | SC        | CM       | FC                   | FT<br>(0.05)(0.01) |
|--------------|--------|-----------|----------|----------------------|--------------------|
| <b>C1</b>    | 1      | 156.2405  | 156.2405 | 11.7855**            | 3.93 6.88          |
| <b>C2</b>    | 1      | 17.4556   | 17.4556  | 1.3167 <sup>NS</sup> | 3.93 6.98          |
| <b>C3</b>    | 1      | 1.0215    | 1.0215   | 0.0770 <sup>NS</sup> | 3.93 6.98          |
| <b>Error</b> | 81     | 1073.8169 | 13.2570  |                      |                    |

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

El resultado demuestra que el modelo estadístico es de tipo lineal.

**Cuadro A.10** Consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de excretas de cerdo.

| TRATS            | FECHAS |            | REPETICIONES  |               |               |               | TOTAL           | PROM           |
|------------------|--------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|
|                  |        |            | I             | II            | III           | IV            |                 |                |
| 1                | 1      | 28/09/2002 | 13.60         | 14.20         | 20.30         | 13.50         | 61.600          | 15.400         |
|                  | 2      | 12/10/2002 | 17.20         | 15.50         | 18.70         | 13.50         | 64.900          | 16.225         |
|                  | 3      | 26/10/2002 | 16.30         | 16.00         | 18.50         | 14.00         | 64.800          | 16.200         |
|                  | 4      | 09/11/2002 | 17.50         | 16.30         | 19.00         | 13.50         | 66.300          | 16.575         |
|                  | 5      | 24/11/2002 | 18.00         | 16.00         | 19.50         | 13.50         | 67.000          | 16.750         |
|                  | 6      | 07/12/2002 | 17.00         | 17.00         | 19.00         | 14.00         | 67.000          | 16.750         |
|                  | 7      | 21/12/2002 | 14.10         | 17.00         | 19.50         | 14.00         | 64.600          | 16.150         |
|                  | 8      | 04/01/2003 | 14.90         | 17.50         | 20.00         | 14.20         | 66.600          | 16.650         |
|                  | 9      | 13/01/2003 | 9.60          | 11.80         | 13.00         | 9.00          | 43.400          | 10.850         |
| <b>Sub-Total</b> |        |            | <b>138.20</b> | <b>141.30</b> | <b>167.50</b> | <b>119.20</b> | <b>566.200</b>  | <b>141.550</b> |
| <b>Promedio</b>  |        |            | <b>15.36</b>  | <b>15.70</b>  | <b>18.61</b>  | <b>13.24</b>  | <b>62.911</b>   | <b>15.728</b>  |
| 2                | 1      | 28/09/2002 | 14.00         | 13.00         | 12.10         | 13.80         | 52.900          | 13.225         |
|                  | 2      | 12/10/2002 | 14.50         | 13.00         | 12.00         | 13.00         | 52.500          | 13.125         |
|                  | 3      | 26/10/2002 | 15.00         | 12.30         | 13.00         | 13.00         | 53.300          | 13.325         |
|                  | 4      | 09/11/2002 | 14.00         | 12.00         | 13.50         | 13.50         | 53.000          | 13.250         |
|                  | 5      | 24/11/2002 | 14.00         | 12.00         | 12.30         | 12.30         | 50.600          | 12.650         |
|                  | 6      | 07/12/2002 | 15.00         | 13.00         | 13.00         | 12.00         | 53.000          | 13.250         |
|                  | 7      | 21/12/2002 | 15.50         | 13.00         | 13.00         | 12.50         | 54.000          | 13.500         |
|                  | 8      | 04/01/2003 | 16.00         | 14.00         | 14.00         | 13.00         | 57.000          | 14.250         |
|                  | 9      | 13/01/2003 | 10.80         | 11.00         | 10.80         | 10.80         | 43.400          | 10.850         |
| <b>Sub-Total</b> |        |            | <b>128.80</b> | <b>113.30</b> | <b>113.70</b> | <b>113.90</b> | <b>469.700</b>  | <b>117.425</b> |
| <b>Promedio</b>  |        |            | <b>14.31</b>  | <b>12.59</b>  | <b>12.63</b>  | <b>12.66</b>  | <b>52.189</b>   | <b>13.047</b>  |
| 3                | 1      | 28/09/2002 | 12.70         | 12.00         | 13.80         | 12.26         | 50.760          | 12.690         |
|                  | 2      | 12/10/2002 | 12.00         | 13.00         | 15.70         | 13.90         | 54.600          | 13.650         |
|                  | 3      | 26/10/2002 | 12.00         | 12.80         | 15.80         | 13.00         | 53.600          | 13.400         |
|                  | 4      | 09/11/2002 | 11.50         | 11.00         | 15.00         | 13.00         | 50.500          | 12.625         |
|                  | 5      | 24/11/2002 | 12.00         | 12.50         | 15.00         | 14.00         | 53.500          | 13.375         |
|                  | 6      | 07/12/2002 | 10.00         | 12.00         | 16.00         | 13.80         | 51.800          | 12.950         |
|                  | 7      | 21/12/2002 | 12.00         | 12.50         | 16.00         | 14.20         | 54.700          | 13.675         |
|                  | 8      | 04/01/2003 | 12.70         | 13.00         | 16.20         | 14.90         | 56.800          | 14.200         |
|                  | 9      | 13/01/2003 | 10.50         | 9.50          | 10.80         | 9.50          | 40.300          | 10.075         |
| <b>Sub-Total</b> |        |            | <b>105.40</b> | <b>108.30</b> | <b>134.30</b> | <b>118.56</b> | <b>466.560</b>  | <b>116.640</b> |
| <b>Promedio</b>  |        |            | <b>11.71</b>  | <b>12.03</b>  | <b>14.92</b>  | <b>13.17</b>  | <b>51.840</b>   | <b>12.960</b>  |
| 4                | 1      | 28/09/2002 | 11.30         | 13.50         | 10.70         | 10.30         | 45.800          | 11.450         |
|                  | 2      | 12/10/2002 | 12.10         | 14.60         | 11.90         | 11.20         | 49.800          | 12.450         |
|                  | 3      | 26/10/2002 | 12.00         | 14.00         | 11.50         | 11.50         | 49.000          | 12.250         |
|                  | 4      | 09/11/2002 | 12.30         | 13.50         | 11.10         | 11.00         | 47.900          | 11.975         |
|                  | 5      | 24/11/2002 | 12.00         | 13.50         | 10.78         | 11.50         | 47.780          | 11.945         |
|                  | 6      | 07/12/2002 | 12.50         | 13.00         | 12.50         | 11.50         | 49.500          | 12.375         |
|                  | 7      | 21/12/2002 | 12.00         | 13.50         | 12.00         | 12.00         | 49.500          | 12.375         |
|                  | 8      | 04/01/2003 | 13.00         | 14.00         | 13.70         | 13.70         | 54.400          | 13.600         |
|                  | 9      | 13/01/2003 | 8.50          | 8.60          | 8.60          | 8.80          | 34.500          | 8.625          |
| <b>Sub-Total</b> |        |            | <b>105.70</b> | <b>118.20</b> | <b>102.78</b> | <b>101.50</b> | <b>428.180</b>  | <b>107.045</b> |
| <b>Promedio</b>  |        |            | <b>11.74</b>  | <b>13.13</b>  | <b>11.42</b>  | <b>11.28</b>  | <b>47.576</b>   | <b>11.894</b>  |
| <b>TOTALES</b>   |        |            | <b>478.10</b> | <b>481.10</b> | <b>518.28</b> | <b>453.16</b> | <b>1930.640</b> | <b>482.660</b> |
| <b>PROMEDIO</b>  |        |            | <b>13.28</b>  | <b>13.36</b>  | <b>14.40</b>  | <b>12.59</b>  | <b>53.629</b>   | <b>13.407</b>  |

**Cuadro A.11** Tabla de Coeficientes para contrastes ortogonales para la variable Consumo de Alimento.

| Tratamiento | T1 | T2 | T3 | T4 |
|-------------|----|----|----|----|
| <b>C1</b>   | -3 | -1 | 1  | 3  |
| <b>C2</b>   | 1  | -1 | -1 | 1  |
| <b>C3</b>   | -1 | 3  | -3 | 1  |

**Cuadro A.12** Análisis de varianza de contrastes para la variable Consumo de Alimento.

| FV           | GL | SC       | CM      | FC                   | FT<br>(0.05)(0.01) |
|--------------|----|----------|---------|----------------------|--------------------|
| <b>C1</b>    | 1  | 26.8563  | 26.8563 | 9.7872**             | 3.93 6.88          |
| <b>C2</b>    | 1  | 2.6049   | 2.6049  | 0.9493 <sup>NS</sup> | 3.93 6.98          |
| <b>C3</b>    | 1  | 2.5575   | 2.5575  | 0.9320 <sup>NS</sup> | 3.93 6.98          |
| <b>Error</b> | 81 | 222.2639 | 2.7440  |                      |                    |

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

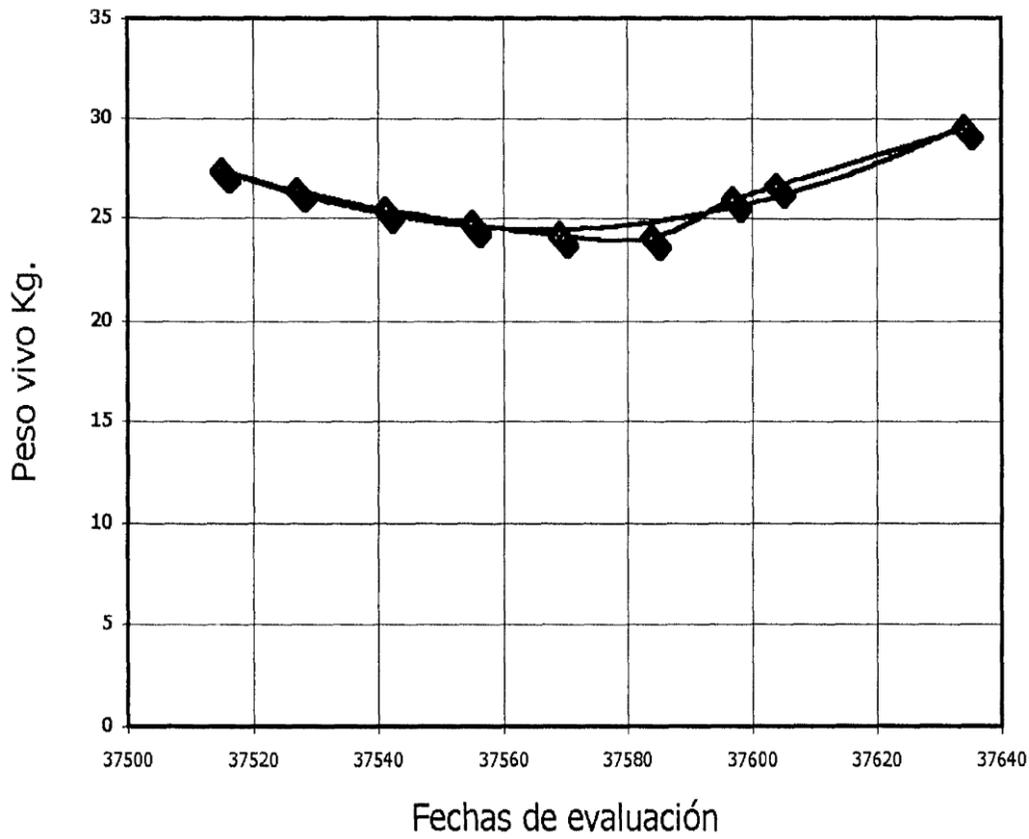
**Cuadro A.13** Parámetros productivos de cuatro tratamientos diferentes con 4 repeticiones alimentados con 0, 20, 40 y 60 por ciento de excretas de cerdo.

|                      |                      | <b>Peso Inicial</b> | <b>Peso Final</b> | <b>Cambio en<br/>Peso</b> | <b>Consumo de<br/>alimento</b> | <b>Conversión<br/>alimenticia</b> |
|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <b>T<sub>1</sub></b> | <b>R<sub>1</sub></b> | 27.80               | 26.00             | - 1.80                    | 138.20                         | - 0.0130                          |
|                      | <b>R<sub>2</sub></b> | 28.95               | 32.00             | 3.05                      | 141.30                         | 0.0216                            |
|                      | <b>R<sub>3</sub></b> | 33.50               | 38.00             | 4.50                      | 167.50                         | 0.0269                            |
|                      | <b>R<sub>4</sub></b> | 19.20               | 22.00             | 2.80                      | 119.20                         | 0.0235                            |
|                      |                      |                     |                   |                           |                                |                                   |
| <b>T<sub>2</sub></b> | <b>R<sub>1</sub></b> | 27.30               | 28.25             | 0.95                      | 128.80                         | 0.0074                            |
|                      | <b>R<sub>2</sub></b> | 24.75               | 30.75             | 6.00                      | 113.30                         | 0.0530                            |
|                      | <b>R<sub>3</sub></b> | 21.80               | 28.50             | 6.70                      | 113.70                         | 0.0589                            |
|                      | <b>R<sub>4</sub></b> | 26.70               | 28.50             | 1.80                      | 113.90                         | 0.0158                            |
|                      |                      |                     |                   |                           |                                |                                   |
| <b>T<sub>3</sub></b> | <b>R<sub>1</sub></b> | 23.60               | 27.25             | 3.65                      | 105.40                         | 0.0346                            |
|                      | <b>R<sub>2</sub></b> | 22.10               | 23.50             | 1.40                      | 107.00                         | 0.0131                            |
|                      | <b>R<sub>3</sub></b> | 26.80               | 29.75             | 2.95                      | 134.30                         | 0.0220                            |
|                      | <b>R<sub>4</sub></b> | 22.40               | 24.00             | 1.60                      | 118.56                         | 0.0135                            |
|                      |                      |                     |                   |                           |                                |                                   |
| <b>T<sub>4</sub></b> | <b>R<sub>1</sub></b> | 19.80               | 20.00             | 0.20                      | 105.70                         | 0.0019                            |
|                      | <b>R<sub>2</sub></b> | 25.75               | 24.00             | - 1.75                    | 118.20                         | -0.0148                           |
|                      | <b>R<sub>3</sub></b> | 18.30               | 21.00             | 2.70                      | 102.78                         | 0.0263                            |
|                      | <b>R<sub>4</sub></b> | 17.10               | 21.00             | 3.90                      | 101.50                         | 0.0384                            |

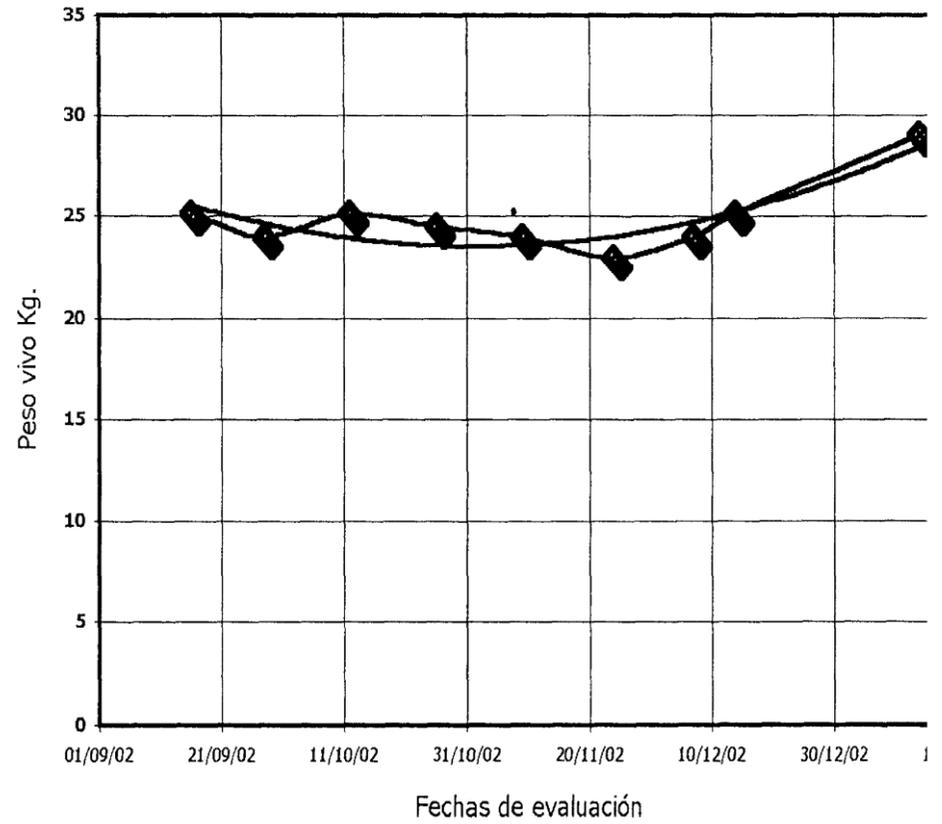
**Cuadro A.14** Análisis bromatológico de cuatro dietas con diferentes niveles de excretas de cerdo (0, 20, 40 y 60 %).

| GRASAS           | REPETICIÓN 1 (%) | REPETICIÓN 2 (%) |
|------------------|------------------|------------------|
| muestra 1        | 1.1              | 1.0              |
| muestra 2        | 1.02             | 1.1              |
| muestra 3        | 3.5              | 3.2              |
| muestra 4        | 4.6              | 4.1              |
| <b>CENIZAS</b>   |                  |                  |
| muestra 1        | 16.3             | 16.5             |
| muestra 2        | 16.5             | 15.0             |
| muestra 3        | 14.9             | 16.0             |
| muestra 4        | 13.9             | 14.2             |
| <b>PROTEÍNAS</b> |                  |                  |
| muestra 1        | 15.3             | 15.5             |
| muestra 2        | 14.4             | 14.0             |
| muestra 3        | 13.9             | 13.5             |
| muestra 4        | 13.2             | 13.0             |
| <b>FIBRAS</b>    |                  |                  |
| muestra 1        | 6.6              | 6.8              |
| muestra 2        | 6.8              | 6.0              |
| muestra 3        | 6.8              | 6.7              |
| muestra 4        | 6.0              | 6.5              |

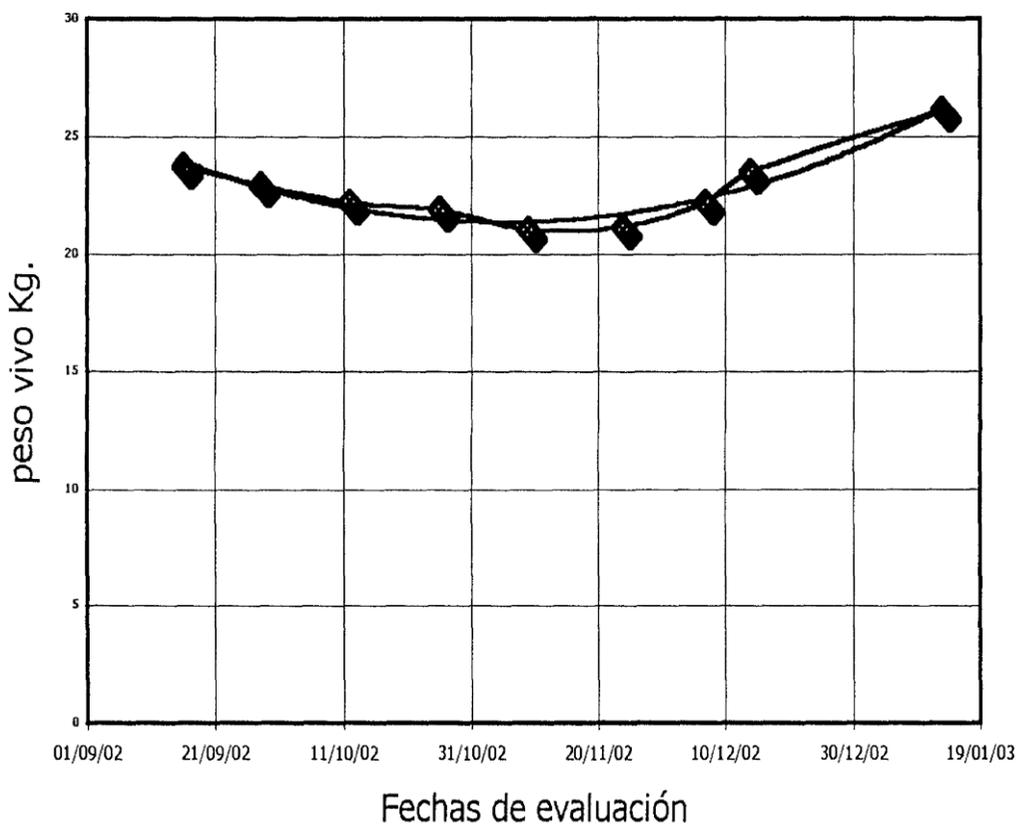
**Figura A.1** Cambio en Peso vivo para los cuatro tratamientos utilizados en la alimentación de ovinos .



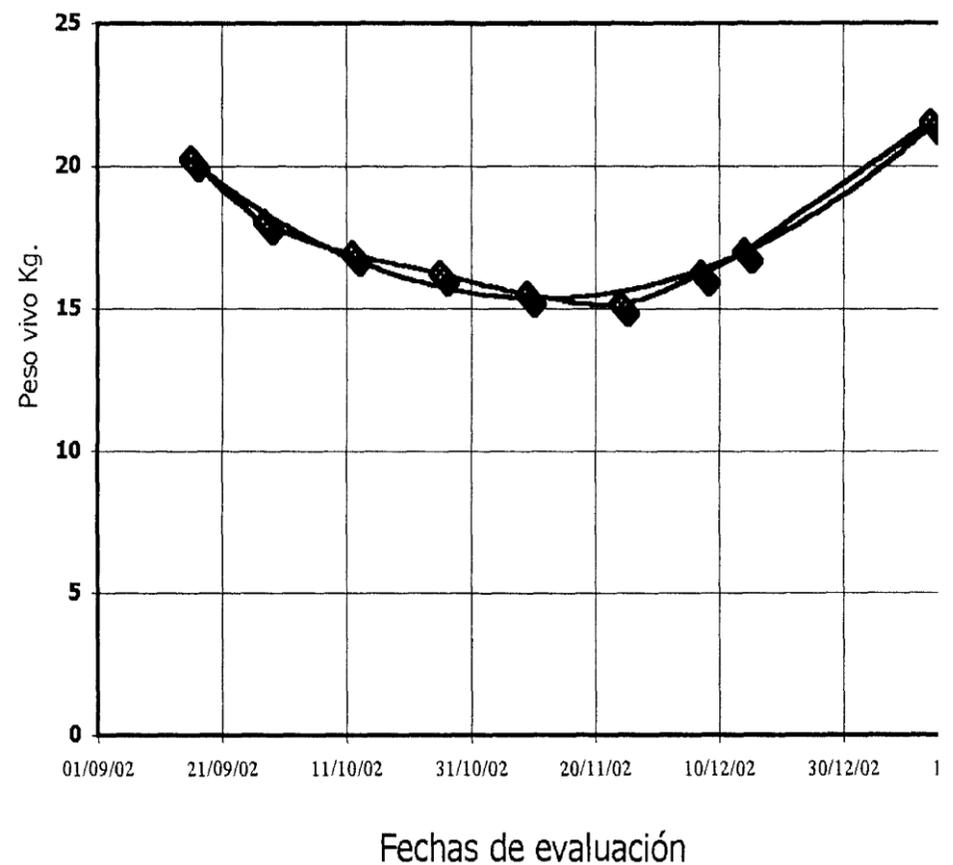
Cambio en Peso para el tratamiento I a través de nueve fechas y modelo de regresión polinomial ajustado.



Cambio en Peso para el tratamiento II a través de nueve fechas de y modelo regresión polinomial ajustado.

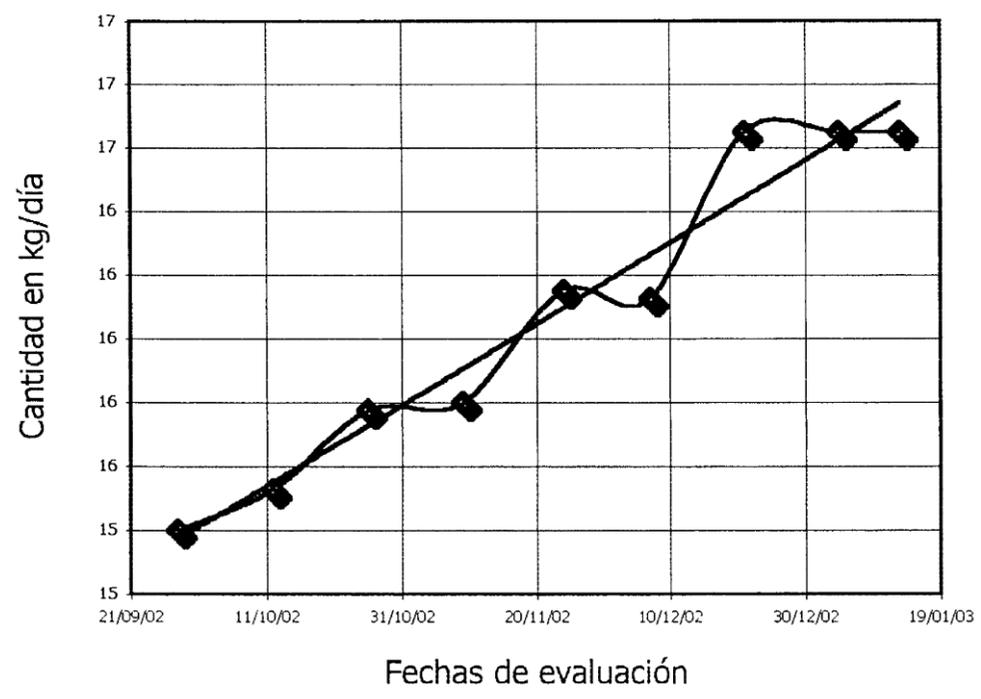


Cambio en Peso para el tratamiento III a través de nueve fechas y modelo de regresión polinomial ajustado.

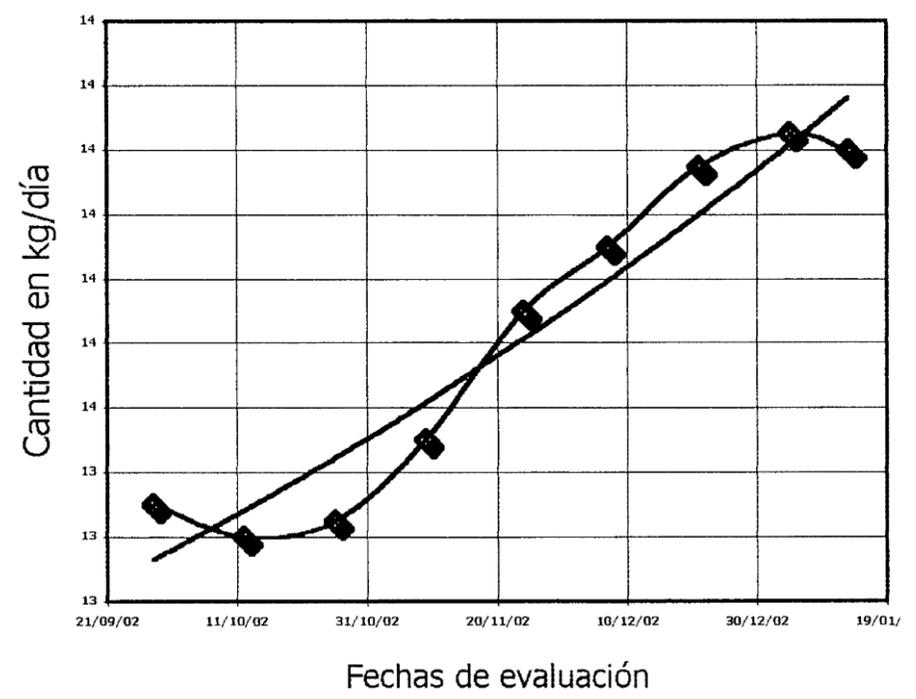


Cambio en Peso para el tratamiento IV a tra nueve fechas y modelo de regresión polinor ajustado.

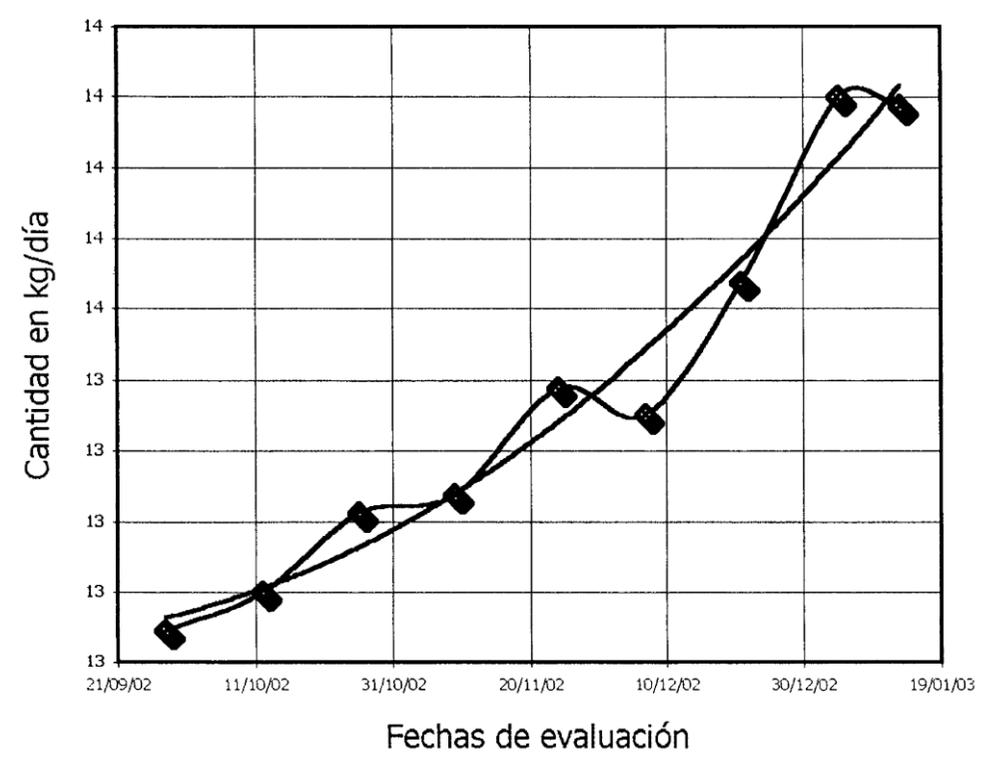
**Figura A.2** Consumo de Alimento para los cuatro tratamientos utilizados en la alimentación de ovinos.



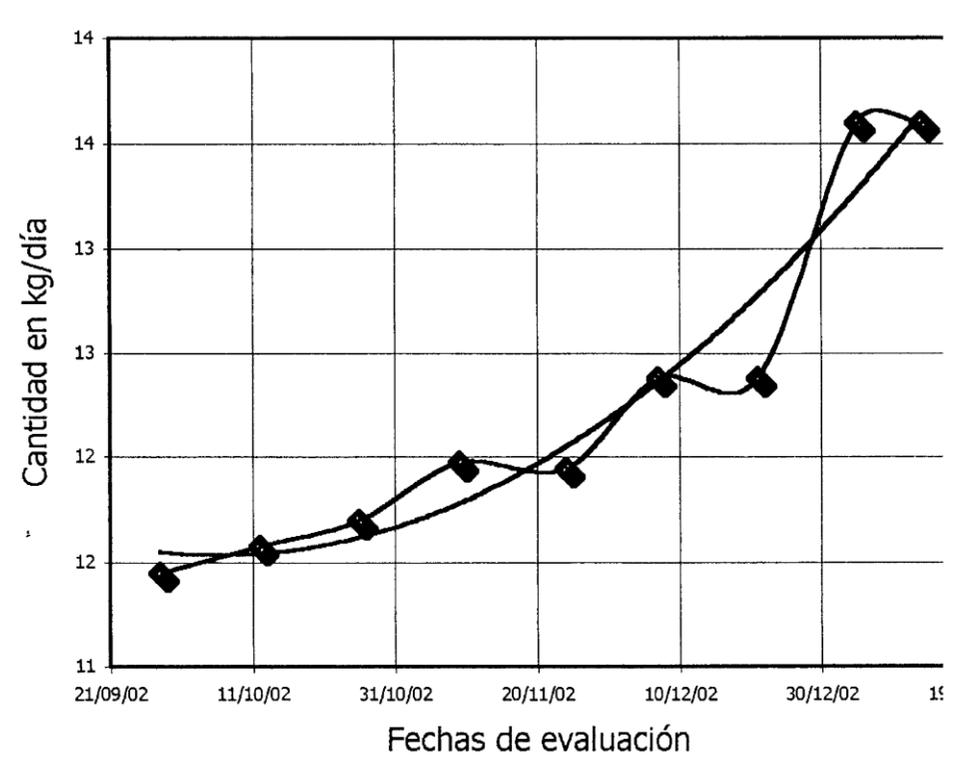
Consumo de alimento para el tratamiento I a través de nueve fechas de evaluación y modelo de regresión polinomial ajustado.



Consumo de alimento para el tratamiento II a través de nueve fechas de evaluación y modelo de regresión polinomial ajustado.



Consumo de alimento para el tratamiento III a través de nueve fechas de evaluación y modelo de regresión polinomial ajustado.



Consumo de alimento para el tratamiento VI a través de nueve fechas de evaluación y modelo de regresión polinomial ajustado.