

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE COMPOSTA  
ÓRGANICA, USADA EN LA ALIMENTACIÓN DE  
BOVINOS.**

**POR:**

**JULIETA ZIOMARA ORDOÑEZ MORALES**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER**

**ÉL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO 2008**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE COMPOSTA  
ÓRGANICA, USADA EN LA ALIMENTACIÓN DE  
BOVINOS.**

**TESIS**

**APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE  
ASESORÍA**

---

**PHD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE  
PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**M.C. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS.  
COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**TESIS**

**POR**

**JULIETA ZIOMARA ORDOÑEZ MORALES**

**DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE COMPOSTA  
ORGÁNICA, USADA EN LA ALIMENTACIÓN DE  
BOVINOS.**

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE  
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

---

**PHD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE.  
PRESIDENTE**

---

**MVZ. SILVESTRE MORENO ÁVALOS  
VOCAL. 1**

---

**MC. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE  
VOCAL. 2**

---

**MVZ. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORILLA  
VOCAL SUPLENTE**

TORREÓN COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2008

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES:**

*Julio Antonio Ordoñez Ruíz y Antonia Morales Molina, solo quiero decirles que todo lo que soy se los debo a ustedes, gracias por estar conmigo siempre apoyándome y dándome buenos consejos en la vida, gracias por escucharme y sobre todo por quererme tal y como soy y por se mis padres son los mejores padres, los quiero y esta tesis es dedicada especialmente para ustedes.*

### **A MIS HERMANAS:**

*Ing. Liliana Paola, Kenia Citlali y Karen Denisse, gracias por estar siempre conmigo en las buenas y las malas y saben hay que seguir siempre unidas y nunca separarnos por que es lo mejor de tener hermanos, gracias por ser mis hermanas y amigas.*

### **A MI HERMANO:**

*Miguel Antonio, sabes aunque no estemos juntos siempre te llevo en mi mente y mi corazón y donde quieras que estés échale muchas ganas te quiero mucho.*

### **A MIS SOBRINOS:**

*Gustavo, Romer, Guadalupe; gracias niños por existir nunca los voy a dejar solos, siempre estaré ahí apoyándolos los quiero mucho nunca lo olviden.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A DIOS por estar siempre en mi camino de la vida y por darme lo mejor que tengo en este momento, por ayudarme en los malos momentos y saberme motivar para seguir siempre hacia adelante.*

*A MI ASESOR: PhD. Juan David Hernández Bustamante. Gracias por todo el apoyo que me brinda durante y la confianza puesta en mí ya que se obtuvo el objetivo final que fue la realización de este trabajo.*

*A MI ¡ALMA TERRA MATER!: Por darme la oportunidad y pertenecer a ser un buitre con una visión de la vida muy grande de formar y formar parte de ella, durante 5 años y haber sido un refugio durante mi etapa de estudiante, por permitir iniciar y terminar una carrera profesional dentro de sus instalaciones. Gracias a la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD- LAGUNA (UAAAN U-L)**.*

### **A mis abuelos maternos:**

*Elpidio Morales (+) y Goyita Molina, aunque que ya no este con nosotros en cuerpo siempre estarás en nuestros corazones, te quiero mucho abuelo, a mi abuela goyita que siempre nos cuida te quiero y siempre serás el pilar de la familia.*

### **A mis abuelos paternos:**

*Gerardo Ordoñez y Albertina Ruíz; gracias abuelos por darme y regalarme el mejor padre y por los consejos de la vida.*

***A mis tíos y primos:***

*Gracias a todos por darnos consejos y ayudar a mis padres pero en especial a mi tía Marissa Morales Molina por ayudarnos y apoyarnos en los buenos y malos ratos y mi prima Keila Morales Corvera ojalá nunca cambies las quiero mucho.*

***A una familia muy especial:***

*Que conocí en Torreón y siempre me brindaron su apoyo incondicional a la Sra. María Pinacho y a la Sra. Adela Hernández y sus hijos siempre estaré en deuda con ustedes gracias.*

***A mis amigos***

*A Jorge, Cosme, Chuy, Juan y Elba gracias por estar conmigo en los buenos y malos momentos.*

*A las chavas de Tochito de la Laguna y Saltillo gracias por brindarme buenos momentos en el ámbito del deporte y sobre todo por darme su amistad.*

*Pero en especial a Manuel Canchola Ramírez, te agradezco por estar conmigo en los buenos y malos momentos de la vida, sabes siempre estarás en mi mente y corazón, y de todo corazón te deseo que todos tus sueños y metas se te cumplan a lado de tu hijo y tu familia.*

*Y a todos los compañeros que me faltaron por mencionar, siempre serán un buen recuerdo de mi carrera y mi vida.*

***¡ÉXITO A TODOS!***

## INDICE

|   | páginas |
|---|---------|
| LISTA DE CUADROS.....                                   | i       |
| LISTA DE FIGURAS.....                                   | ii      |
| RESUMEN.....  | iii     |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                    | 1       |
| II. OBJETIVOS.....                                      | 4       |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA.....                        | 5       |
| 3.1 DEFINICION DE RESIDUO.....                          | 5       |
| 3.2 DEFINICIÓN DE COMPOSTA.....                         | 7       |
| 3.3 METODOS PARA ELABORAR UNA COMPOSTA.....             | 8       |
| 3.4 CARACTERÍSTICA DE LOS RESIDUOS DE UNA COMPOSTA...   | 8       |
| 3.4.1 RELACIÓN CARBONO- NITROGENO (C:N).....            | 9       |
| 3.4.2 HUMEDAD.....                                      | 10      |
| 3.4.3 AIREACIÓN (OXÍGENO O <sub>2</sub> ).....          | 10      |
| 3.4.4 pH.....   | 11      |
| 3.5 TEMPERATURAS ADECUADAS PARA UN BUEN COMPOSTAJE..... | 11      |
| 3.5.1 ETAPA DE LATENCIA.....                            | 12      |
| 3.5.2 ETAPA MESOTÉRMICA.....                            | 12      |
| 3.5.3 ETAPA TERMOGENICA 1.....                          | 12      |
| 3.5.4 ETAPA MESOTÉRMICA 2.....                          | 12      |
| 3.6 DIGESTIBILIDAD.....                                 | 15      |

## LISTA DE CUADROS

| CUADRO   | Página |
|--|--------|
| 1 CLASIFICACIÓN Y EL USO DE LOS DESECHOS.....  | 6      |
| 2 CARACTERÍSTICAS DE UNA COMPOSTA ANIMAL.....  | 14     |
| 3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA COMPOSTA<br>ORGÁNICA USADA EN EL EXPERIMENTO..... | 23     |
| 4 NUTRIENTES DE LA MUESTRA COMPOSTA ORGÁNICA.....  | 26     |
| 5 PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA<br>COMPOSTA.....                                   | 27     |



## LISTA DE FIGURAS

| FIGURA |   | Página |
|--------|---|--------|
| 1      | METABOLISMO DE LOS LIPIDOS.....                                 | 20     |
| 2      | MUESTRA DE LA COMPOSTA ORGÁNICA UTILIZADA EN ESTE PROYECTO..... | 23     |
| 3      | UBICACIÓN DE LA UAAAN.....                                      | 26     |
| 4      | DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE LA COMPOSTA ORGANICA.....  | 28     |

## RESUMEN

El objetivo de estudio fue determinar la digestibilidad ruminal *in situ* de la Materia Seca (M.S.) de una composta orgánica de residuos de grasa animal, vísceras, patas, cabezas y algo de concentrado de aves, ofrecida a rumiantes en el norte de México. Para evaluar la digestibilidad de la composta orgánica, se siguió la técnica de la bolsa de nylon e incubadas en tiempos de 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas. Se observó una mayor digestibilidad de la Materia Seca (M.S.) después de las 12 horas de colocadas las bolsas, en la hora 0 con un resultado de 3.038% y en la hora 12 con un resultado de 49.545%. Concluyendo que la composta orgánica se recomienda proporcionarla en combinación con otros ingredientes de la ración, ya que demostró que donde su absorción es mayor es dentro del intestino delgado; la composta estaba mayormente formada de grasa y esta grasa puede llegar a metabolizarse a glicerol que posteriormente se convierte a lípidos de sobrepaso. Y el proceso de composteo es una tecnología poco costosa que se puede aplicar para el manejo de algunos de los residuos de mataderos, tal es el caso de los desechos de las aves (vísceras, patas, plumas, pollinaza).

## I. INTRODUCCION

En México en el 2005 la producción avícola produjo cerca de 2.5 millones de toneladas de carne de pollo, muy por encima de los demás cárnicos. La producción de pollo en México, durante el periodo de 1994 a 2005 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual del 5.5 (Avicultores, 2005).

En la República Mexicana el consumo per-cápita de pollo ha aumentado de 19.9 Kg. en 2000 a 24.2 kg durante 2005, lo que representa un incremento del 21.6%. Existen diversos factores que favorecen el consumo de carne de pollo en nuestro país tales como:

- Más puntos de venta cada cerca del consumidor.
- Confianza en la calidad de los productos (frescura).
- Incremento de restaurantes de comida rápida.
- Producto de alta calidad a precios accesibles.
- Tendencia de consumo hacia carnes con bajo contenido de grasa.
- Carne que permite diferentes variedades de preparación.

Desde 1997 el pollo es la carne mas consumida por el mexicano, actualmente representa casi el 50% del consumo de carnes en el país. El pollo en México se comercializa principalmente en canal, por tipo de distribución o presentación es: **vivo** en 28%, **roscicero** 26%, **mercados públicos** 25%, en **supermercados** 7%, **en partes** el 10% y **productos de valor agregado** 4%.

El rendimiento promedio de un pollo de 1.8 Kg. de peso vivo después de su evisceración es de 70.4% (Vargas, 2000).

Salmien y Rintal; 2000 proporcionan datos sobre el porcentaje de la evisceración de las aves de peso en vida de:

- cabeza (6.9%) 80 grs
- patas (4.4) 120 grs
- vísceras (10%) 180 grs

Este dato nos indica que de un pollo no se consume aproximadamente un 30%, que corresponde a: patas, cabeza y vísceras.

Actualmente la generación de los desechos orgánicos es uno de los principales causantes de contaminación ambiental en muchos países, incluido México, ya que se producen en grandes volúmenes y se acumulan en espacios inadecuados (Uicab y Sandoval, 2003). Estas por lo general tienen un mal manejo donde los desechos de mataderos, no son bien manejados y puede proporcionar malos olores o arrojan los desechos en lugares inadecuados como terrenos no cultivados o a las orillas de los caminos, situación que origina "basureros" orgánicos sin control, esto último representa una peligrosa fuente de infección y de contaminación ambiental (Uicab y Sandoval 2003; Muñoz, 1999).

Existen otras alternativas para el destino final de las aves muertas o los desechos de los mataderos: la transformación en harinas, el ensilado de cadáveres y la elaboración de la composta (Muñoz, 1999).

La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles es una opción que surge con el diagnóstico de la problemática ambiental de cada sector, por lo que las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad, puntos que puede cumplir el proceso de composteo (Uicab y Sandoval, 2003).

La composta se obtiene mediante un proceso natural de biodegradación, en el cual la acción de microorganismos aeróbicos, termófilos, grampositivos, bacilos esporulados benéficos (por ejemplo, *Bacillus* spp), reducen y transforman los desechos orgánicos en una biomasa bacteriana ácida. (Muñoz, 1999). El uso de la compostas como alimento para los rumiantes fue propuesto por primera vez por el autor Muller en el año de 1977, para superar la escasez de forrajes verdes, y otros ingredientes que se utilizan para la alimentación bovina (Müller, 1980).

## II. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la cinética ruminal de alimentos alternativos en la alimentación animal.

### 2.2 OBJETIVO PARTICULAR

- Determinar la digestibilidad ruminal *in situ* de la materia seca de una Composta orgánica de residuos de grasa animal, vísceras, patas, cabezas y algo de concentrado para aves ofrecidos a rumiantes en el norte de México.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 DEFINICIÓN DE DESECHO O RESIDUO

Los desechos o residuos son partes que quedan de un todo, de un cuerpo, luego que han sufrido un proceso de transformación natural o artificial que puede modificar o no sus características físico-químicas y estructurales iniciales. En términos estrictamente físicos, los residuos son consecuencia de la transformación de la materia y la energía (Sztern y Pravia, 2000).

Sztern y Pravia, (2000) citan las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión de los residuos:

- ▣ Los residuos como fuente de alimento animal
- ▣ Los residuos como fuente energética
- ▣ Los residuos orgánicos como fuente de abono

Por otra parte los rastros generan desechos que consisten en (pulmones, intestinos, varias glándulas, piel, órganos, varias partes del cuerpo, etc.) el contenido intestinal y estomacal, estiércol, lodo de agua residual tratada, huesos etc. todos estos tipos de desechos requieren de una eliminación utilizando algunos métodos como son: compostas, incineración, entierros, digestión anaerobia, etc. (Anónimo, 2000).

El desecho animal puede ser definido como los cadáveres, partes del animal, incluyendo productos de origen animal que no intervengan de forma directa en la alimentación humana (Salmien y Rintal, 2000).

**CUADRO 1. CLASIFICACION Y USO DE LOS DESECHOS.**

| <b>ACTIVIDAD GENERADORA</b>                     | <b>MATERIALES DESECHADOS</b>  | <b>USOS DE LOS DESECHOS</b>   |
|---|---|---|
| <b>Agropecuaria</b>                             | <p>Origen vegetal: Restos de cosechas, cultivos, tallos, fibras, cutículas, cáscara, bagazos, rastrojos, restos de podas y frutos.</p> <p>Origen animal: Excretas sólidas y semisólidas, líquidos purines, desechos de matanza, cadáveres sobrantes de suero y leche.</p> | <p>Compostas reciclado natural<br/>El suelo.</p> <p>Los residuos animales en el uso de compostas.</p>   |
| <b>Industria frigorífica (rastros) y Láctea</b> | <p>Excretas, pieles, cuernos, vísceras, pelo, plumas, sangre y huesos.</p> <p>Derivados del suero de manteca y quesería.</p>  | <p>Alimento animal, productos químicos, harina de sangre, producción de cárnicos (vísceras) o harinas (hígado y carnes), silo de vísceras de sangre.</p> <p>Alimentación animal directa o como complemento de raciones. Se propone la producción de composta.</p> |
| <b>Industria cerealera</b>                      | Pajas, rastrojos y cascara  | Alimento para consumo humano o como forrajes para animales.   |

Fuente: Uicab y Sandoval, 2003.



### 3.2 DEFINICIÓN DE COMPOSTA

La palabra *Composta* viene del latín componer (juntar) (Zuluaga, 2000).

La composta es el resultado de una descomposición biológica en donde bacterias, hongos y otros microorganismos convierten el material orgánico en un producto estable bajo condiciones controladas. Los microorganismos son el componente activo que efectúan la biodegradación en el proceso de la conversión del material a compostarse (Sanabria, 2006).

La composta se obtiene mediante un proceso natural de biodegradación, en el cual la acción de microorganismos aeróbicos, termófilos, grampositivos, bacilos esporulados benéficos (por ejemplo, *Bacillus* spp), reducen y transforman los desechos orgánicos en una biomasa bacteriana ácida (Muñoz, 1999).

Otros autores consideran al proceso de compostaje como una biotransformación que se desarrolla con el ánimo de evitar contaminación orgánica, generando un producto, en el que ayudados por la energía pasiva del sol, aeróbica y termofílica, las esporas, los bacilos Gram Positivos y los hongos se multiplican y convierten los cadáveres, la paja o pasto seco y la pollinaza en una biomasa (Salmien y Rintal, 2000; Ricaurde, 2005).

Compost: producto inocuo y libre de efectos fitotóxicos que resulta del proceso de compostaje. Está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras. Puede ser almacenado, sin alteraciones ni tratamientos posteriores, bajo condiciones ambientales adecuadas (Anónimo, 2003).

En términos generales Sztern y Pravia, (2000) definen que el compostaje es una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica, la biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición.

### **3.3 METODOS PARA ELABORAR UNA COMPOSTA**

Los recipientes, hileras de composta y las filas fijas, son los métodos más comunes de composta de desechos avícolas (Salmien y Rintal, 2000: Kalbasi, Mukhta et al. 2006).

Las filas fijas, consiste en una zona en donde los materiales y los desechos avícolas son colocados en forma esférica o cónica. La forma cónica no se recomienda debido a la baja de calor en las superficies de las filas (Salmien y Rintal, 2000: Kalbasi, Mukhta et al. 2006).

Las hileras de composta, debe de formar una línea continua de múltiples filas fijas con espacios entre cada una de ellas y deben ser en forma de trapezoide o semicirculares (Salmien y Rintal, 2000: Kalbasi, Mukhta et al. 2006).

Este es un método muy utilizado para el tratamiento de los desechos de los rastros (Salmien y Rintal, 2000).

### **3.4 CARACTERÍSTICA DE LOS RESIDUOS DE UNA COMPOSTA**

Son todos aquellos factores relevantes de los residuos, que inciden en forma directa en la evolución del proceso y en la calidad del producto final (Uicab y Sandoval, 2003).

Los elementos esenciales que participan para un buen compostaje son los siguientes: nitrógeno (N) carbono (C), oxígeno (O<sup>2</sup>), y humedad (H<sub>2</sub>O). Si alguno de estos no es bien proporcionado el uno con el otro, los

microorganismos que participan no generan suficiente calor para la descomposición de los desechos de la composta (Ritz, 2005).

### **3.4.1 RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO (C:N)**

La relación C:N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. Una relación C:N óptima de entrada, es decir de material "crudo o fresco" a compostar es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, es decir  $C (25) / (1) = 25$  (Uicab, y Sandoval, 2003).

Para que la fermentación de un buen resultado es necesario suministrar a los microorganismos el nivel de nutrientes que beneficie su reproducción y desarrollo. Para conseguir las relaciones de C:N requeridas y una composición beneficiosa de nutrientes es necesario contar con una materia prima adecuada. En este caso la materia prima son los residuos orgánicos. La mezcla adecuada de residuos orgánicos debe tener una relación inicial de C:N de aproximadamente 30 a 40. Para conseguir esta relación es necesario mezclar diferentes calidades de residuos orgánicos (Sbarato y Sbarato, 2000).

Los cadáveres y desechos de aves son ricos en Nitrógeno en su forma orgánica, que se encuentra almacenado como proteína en varios tejidos. Las aves muertas tienen un total de 75 grs/Kg-1 de Nitrógeno, con una relación de C:N de 6:1 (Sivakumar, Savarana et al., 2007).

La composta afecta el nitrógeno, transformándolo a nitrógeno mineralizado, volatilización del amonio ( $NH_3$ ), nitrificación y denitrificación. Alrededor del 20 al 77 % de nitrógeno se pierde por la volatilización del amonio y la desnitrificación (Sivakumar, Savarana et al., 2007).

### **3.4.2 HUMEDAD**

La humedad idónea para una biodegradación con franco predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15 al 35 % (del 40 al 60 %, sí se puede mantener una buena aireación). Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento (Sztern y Pravia, 2000).

### **3.4.3 AIREACIÓN (OXÍGENO O<sub>2</sub>)**

La aireación es conjuntamente con la relación C:N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de Compostaje Aeróbico (Sztern y Pravia, 2000).

El oxígeno es necesario para los microorganismos aeróbicos que degradan la materia orgánica. A través de la aireación, O<sub>2</sub> se inserta en la pila, pero la cantidad de aire suministrado no refleja necesariamente la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos. La función de los microorganismos en el ambiente acuoso de la pila y la difusión de agua son más lento que en el aire. Una concentración ideal de oxígeno, no para los microorganismos; no es menos del 5% para sobrevivir. Si no se cumplen estas condiciones los microorganismos anaerobios regirán la degradación de los materiales, los cuales generarían olores ofensivos y reducirían la tasa de descomposición (Sanabria, 2006).

#### **3.4.4 pH**

El pH normal del compost debe estar comprendido entre 5,0 y 7,5. No obstante, si el pH está entre 7,5 y 8,5, la relación de adsorción de sodio debe ser menor a 7. Un compost se considera maduro si después de una incubación de 24 h en condiciones anaeróbicas, a una temperatura de 55°C, el pH del producto es mayor a 6 (Anónimo, 2003).

Kalbasi et al., 2006 manejaron un pH 5.5 a 8.0 en las composta de desechos avícolas.

### **3.5 TEMPERATURAS ADECUADAS PARA UN BUEN COMPOSTAJE**

La degradación de la materia orgánica en un proceso de composta está determinada por una población heterogénea de microorganismos. Los microorganismos son clasificados de acuerdo a la temperatura en: sicrofilas, mesófilas y termófilas." a su crecimiento y reproducción. Los sicrofilos se desarrollan a temperaturas de un rango de 0 a 25°C. Mesófilas y termófilas se desarrollan mejor a temperaturas con un rango de 26 a 45°C y mayor a 45°C respectivamente (Sanabria, 2006).

Las temperaturas elevadas alcanzadas, son consecuencia de la relación superficie/volumen de la unidad composta (UC) y de la actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos incluidos en el proceso. En una unidad de composta (UC) se distinguen dos regiones o zonas: una zona central o núcleo de compostaje: que presenta los cambios térmicos más evidentes, y la corteza o zona cortical zona que rodea al núcleo, en donde su espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizado (Uicab y Sandoval, 2003).

Con base en los criterios de las temperaturas alcanzadas en el núcleo, se diferencian las siguientes etapas en el proceso:

**3.5.1 Etapa de latencia**, presente desde la conformación de la UC hasta el incremento de temperatura, mencionan que a una temperatura ambiente de 10 y 12 °C, esta etapa puede durar de 24 a 72 hrs (Uicab y Sandoval, 2003).

**3.5.2 Etapa mesotérmica (10-40°C)**: presencia de fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concordancia con respiraciones aeróbicas, en condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), importantes en la producción de antibióticos (Uicab y Sandoval, 2003).

**3.5.3 Etapa termogénica: 1 (40-75°C)**: se sustituye a la microflora mesófila por la termófila, por la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos. Por lo general, se eliminan todos los organismos mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables (Uicab y Sandoval, 2003).

**3.5.4 Etapa mesotérmica 2**: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los organismos termófilos, desciende la temperatura. En el momento en que la temperatura es igual a 40°C o inferior, se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que degradaran los materiales más resistentes, tales como la celulosa y lignina, etapa conocida como maduración, que se caracteriza por un descenso paulatino de la temperatura hasta presentar valores muy cercanos a la temperatura ambiente, con esto se considera al material biológicamente estable y se da por culminado el proceso (Uicab y Sandoval, 2003).

Una vez que la composta tiene todos los materiales, se comienza el monitoreo de la misma, aquí checamos la temperatura de la composta, la cual es de 135 a 160° F, y debe de mantenerse así de 2 a 4 días. Una vez que la temperatura empieza a descender por debajo de los 120°F, generalmente es a los 14 días, la composta debe de revolverse y taparse. Después de pasados los 14 días la composta debe ser almacenada (Dick, 2000).

La composta, de desechos avícolas es un método seguro, efectivo y el proceso es rápido (Dick, 2000).

Durante el proceso de la composta se destruyen muchas bacterias y virus patógenos como *Mycobacterium tuberculosis*, *Enterococcus faecalis* y esporas de *B. anthracis* (Kalbasi, Mukhta et al., 2006).

El porcentaje final de una composta es: Materia orgánica 35 a 70% (50 a 60% óptimo) (Kalbasi, Mukhta et al., 2006).

| <b>CUADRO 2 . CARACTERÍSTICAS DE UNA COMPOSTA ANIMAL</b> |                                    |
|--|------------------------------------|
| Temperatura  | Estable                            |
| Color  | Marrón oscuro- negro ceniza        |
| Olor   | Sin olor desagradable              |
| PH   | Alcalino (anaerobic., 55°C, 24 hs) |
| C/N  | ≥ ) 20                             |
| Numero de termofilos                                     | Decrecientes a estable             |
| Respiración  | 0 ≤ 10 mg/g compóst                |
| Media  | 0 ≤ 7.5 mg/g compost               |
| CEC  | ≥ 60 meq./100 libre de ceniza      |
| ATP  | Decreciendo a estable              |
| COD  | ≤ 700mg/g (peso seco)              |
| Actividad de enzimas hidrosolubles                       | Incrementandose – estable          |
| Polisacáridos  | ≤ 30 – 50 mg glucidos/g. peso seco |
| Reducción de azucares                                    | 35%                                |
| Germinación  | ≤ 8                                |
| Nematodos  | Ausentes                           |

Fuente: (Uicab y Sandoval, 2003).



### 3.6 DIGESTIBILIDAD

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminales y el hospedero (Sangines, 2001).

Los procesos de digestión y pasaje pueden ser descritos por modelos compartimentales en los cuales cada compartimiento representa un proceso distinto. Diferentes modelos han sido propuestos para describir la digestión y pasaje de los alimentos en los rumiantes. En estos modelos, el alimento desaparece del rumen por degradación y absorción o por tránsito a tracto digestivo posterior apareciendo finalmente en las heces. La proporción de nutrientes que están disponibles para el rumiante varía en función de la competencia entre las tasas de degradación y pasaje (Rosero, 2007).

Una segunda generación de métodos fue desarrollada incorporando las estimativas de la cinética de degradación en el retículo – rumen. Estas estimativas fueron realizadas a través de la técnica *in situ* o a través de la técnica de producción de gas (Rosero, 2007).

Estos métodos son ampliamente utilizados para evaluar el valor energético y proteico de los alimentos para rumiantes, su potencial de ingestión y la presencia de factores antinutricionales (Rosero, 2007).

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se pueden medir efectos combinados del alimento, del animal, siendo el objetivo fundamental medir la tasa intrínseca o inherente y el grado de digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración de sustrato (Rosero, 2007).

### **3.7 CINÉTICA DE DIGESTIÓN**

La cinética de digestión es importante porque con ella se determina la proporción de nutrimentos consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal, además de no describir sólo la digestión, sino que caracteriza las propiedades intrínsecas de los alimentos que limitan su disponibilidad para los animales a partir de modelos desarrollados con base en principios biológicos, clasificando a los alimentos en fácilmente digeribles, de digestión lenta o en indigeribles (Sangines, 2001).

### **3.8 PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD**

Las pruebas de digestibilidad se utilizan para estimar el valor nutritivo de los alimentos, estas se han mejorado desde las primeras ideas en 1725, cuando los alimentos para rumiantes eran evaluados como unidades de paja. Inicialmente, las técnicas fueron diseñadas para caracterizar el valor nutritivo más que para predecir la producción de los animales. La mejoría de los métodos de evaluación de alimentos tiene que seguir los nuevos conceptos de la química y la fisiología animal, así como los nuevos conocimientos de la microbiología del rumen (Pedraza, 2001).

El desarrollo futuro de los sistemas de evaluación debe incorporar nueva información de la relación entre los productos finales de la digestión y la producción de los animales, así como información del metabolismo animal y microbiano, la composición de los alimentos y el efecto de los factores de la utilización de alimentos. Un adecuado análisis dietético de cualquier tipo necesita que los métodos empleados identifiquen los componentes químicos con la clasificación nutritiva (Pedraza, 2001).

Sanginés (2001), menciona las pruebas de digestibilidad y son:

- Prueba de Digestibilidad *in vivo*
- Prueba de Digestibilidad *in vitro*
- Prueba de Digestibilidad *in situ*

### **3.8.1 TECNICA *IN SITU***

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la degradabilidad ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Esta técnica ha sido adoptada por el AFRC como método estándar para caracterizar la degradabilidad ruminal del nitrógeno (Rosero, 2007).

La técnica *in situ* ha sido ampliamente utilizada para obtener los datos que se requieren en la estimación de los parámetros de cinética ruminal de las fracciones nutricionales en alimentos para rumiantes (Correa, 2004).

Esta técnica ha sido escogida debido a su gran aproximación a los resultados *in vivo*. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Rosero, 2007).

El método *in sacco*, también denominado de la bolsa de nylon o *in situ*, tiene como objetivo fundamental medir la desaparición de materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanente en el saco dorsal de este órgano (Pedraza, 2001).

Durante el proceso de incubación existe un periodo donde ninguna o una reducida degradación del alimento ocurre, que es conocido como tiempo de colonización (lag phase). De acuerdo con Allen y Mertens, citado por Rosero (2007), este tiempo de colonización es específico para cada alimento y representa el tiempo necesario para la hidratación del sustrato y la alteración física o química de la fibra que puede ser requerida antes de que las bacterias colonicen el sustrato y se inicie la actividad enzimática (Rosero, 2007).

La correcta determinación del tiempo de colonización depende de la adecuada estimación de la fracción soluble de los alimentos y la cuantificación de la pérdida de pequeñas partículas que puedan escapar del saco de nylon en el tiempo cero (Ayala y Rosado 2003).

### **3.8.2 DIGESTIBILIDAD *IN SITU***

La técnica de degradación ruminal *in situ*, mediante el uso de bolsa de nylon, se emplea frecuentemente en la evaluación de alimentos para rumiantes. El método tiene la ventaja de ser rápido, sencillo y económico. La muestra es sometida a un ambiente ruminal real, por lo que el proceso de degradación será similar al esperado en la realidad (*in vivo*) (Ayala y Rosado, 2003).

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya *que* se pueden medir efectos combinados del alimento, del animal, siendo el objetivo fundamental medir la tasa intrínseca o inherente y el grado de digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración de sustrato (Sangines, 2000).

El método *in sacco*, también denominado de la bolsa de nylon o *in situ*, tiene como objetivo fundamental medir la desaparición de materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanente en el saco dorsal de este órgano (Pedraza, 2001).

En los primeros experimentos (Quins, van der Wath y Mayburgh) citados por Pedraza, 2001; se usaron bolsas de seda, las que fueron reemplazadas posteriormente por otros tejidos como el nylon, el poliéster y el dacrón.

### **3.8.3 DIGESTION DE LIPIDOS**

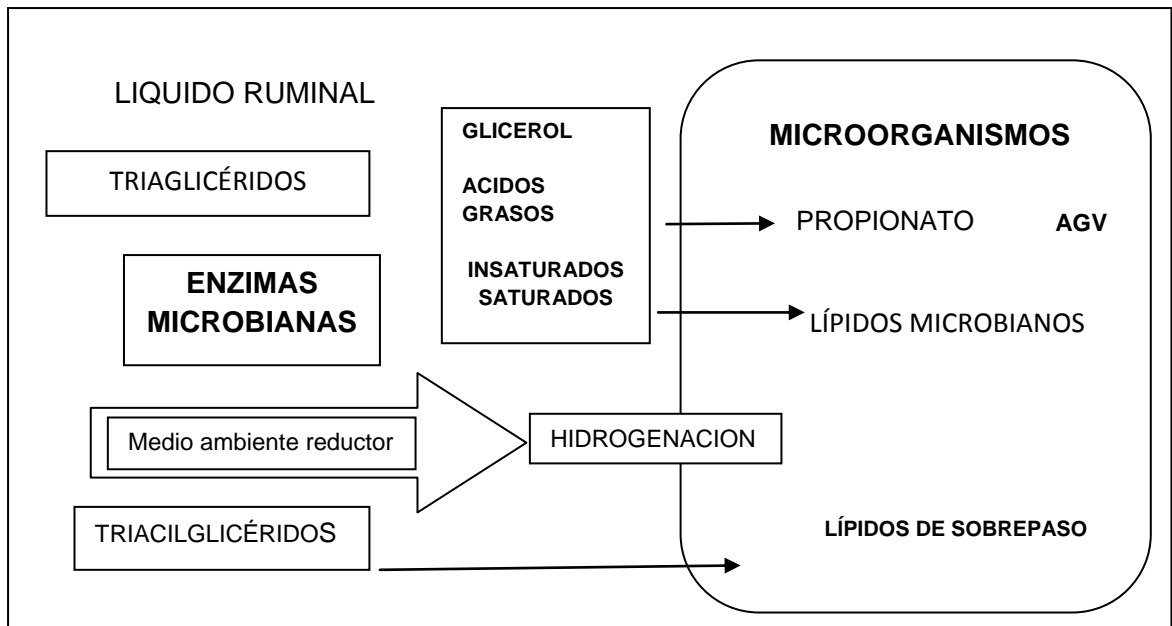
Cuando la dieta del rumiante consiste principalmente de forrajes, los lípidos que se encuentran en mayor proporción son los galactoglicéridos, pero si el nivel de granos o concentrados es elevado, los triacilglicéridos son más abundantes. Se ha observado que la mayoría de los ácidos grasos presentes en la dieta de los rumiantes son insaturados. En el rumen tanto los galactoglicéridos como los triglicéridos y fosfolípidos son hidrolizados por las bacterias, el resultado son ácidos grasos libres y glicerol (Nava, 2001).

El glicerol derivado de la hidrólisis de los triglicéridos es fermentado hasta propionato y posteriormente absorbido junto con los otros AGV. Por otro lado se sabe que los lípidos que se encuentran en el tejido adiposo del animal y en la leche de las especies rumiantes son saturados sufriendo poca modificación, por cambios en el aporte de lípidos insaturados de la dieta. Este fenómeno se debe a que el medio ambiente reductor del rumen produce la hidrogenación de una gran cantidad de ácidos grasos insaturados previamente hidrolizados (Nava, 2001).

Posteriormente los lípidos microbianos son digeridos y adsorbidos en el intestino delgado. Al igual que las proteínas, algunos lípidos pueden escapar a la digestión microbiana ruminal y llegar intactas al intestino (donde son digeridos). A estos lípidos se les denominan de sobrepaso (Nava, 2001).

Nava y Díaz, 2001; mencionan las ventajas que presenta la hidrogenación de ácidos grasos son:

- Aumenta el crecimiento bacteriano, ya que los ácidos grasos insaturados provocan cambios en la permeabilidad de las membranas microbianas (inhibiendo su desarrollo).
- Se reduce la producción de metano al haber menor cantidad de hidrógeno.
- Aumenta la energía disponible, ya que los ácidos grasos saturados liberan más energía al oxidarse que los ácidos grasos insaturados.



Fuente:(Nava, 2001).

Figura 1. Metabolismo de los lípidos

Los desechos sólidos de los rastros contienen un alto contenido de proteínas y lípidos (Salmien y Rintal, 2000).

Se utilizan en la alimentación animal ya que son una fuente de proteína, vitaminas y lípidos, los subproductos en los rastros son preservados con ácido fórmico y se usa en la alimentación animal ya sea de forma individual o con algún otro alimento (Salmien y Rintal, 2000).

En Finlandia, se usa para la producción de alimento para mascotas, y en el ganado de engorda para la producción de carne y en la industria del pescado. Porcentaje de nutrientes presentes en vísceras, patas y cabeza citado por Salmien y Rintal (2000) es de: Proteína 32 % y Lípidos 54 %

La bacteria fermentativa, particularmente la proteolítica (especies de *Clostridium*), hidrolizan las proteínas a polipeptidos y aminoácidos, estos lípidos son hidrolizados vía  $\beta$ -oxidación a cadenas largas de ácidos grasos y glicerol. Los policarbonatos a azúcares y alcoholes. Después la bacteria convierte a los intermediarios a ácidos grasos volátiles, Hidrogeno y CO<sub>2</sub>.

El amonio y el sulfuro son subproductos de la fermentación de los aminoácidos. El Hidrogeno produce bacterias acetogenicas que metabolizan a las largas cadenas de ácidos grasos, ácidos grasos volátiles con tres o más carbonos; así como, el metanol a acetato, Hidrogeno y CO<sub>2</sub> (Nava, 2001).

Finalmente el metanogeno convierte acetato, hidrogeno y CO<sub>2</sub>. En presencia de altas concentraciones de sulfato, hidrogeno consume bacterias acetogenicas y el sulfato reduce bacterias que compiten con metanogenos por hidrogeno (Nava, 2001).

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 MATERIALES

Para logra el objetivo planeado en esta investigación se utilizaron los siguientes materiales:

- ◆ Bovino fistulado ruminalmente
- ◆ Cánula ruminal neumática
- ◆ Bolsas de nylon
- ◆ Aros de metal
- ◆ Ligas
- ◆ Ancla con contrapeso
- ◆ 24 muestras de composta orgánica
- ◆ Estufa de aire caliente
- ◆ Balanza analítica
- ◆ Alfalfa henificada como dieta del bovino
- ◆ Concentrado como alimento para el bovino

Para realizar la colocación de muestras se utilizó la técnica de digestibilidad *in situ* con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 96 horas postprandial, de acuerdo a la técnica de Orskov y Mcdonald (1970).



## 4.2 MUESTRA EXPERIMENTAL

La muestra usada en este experimento se obtuvo a partir de una composta de desechos avícolas (patas, vísceras, cabezas y concentrado). Esta muestra es elaborada por la empresa de Tyson donde siguen las recomendaciones de Salmien y Rintal (2000), para lograr las características que aparecen en el cuadro 3.

**CUADRO. 3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA COMPOSTA ORGÁNICA USADA EN EL EXPERIMENTO**

|                |             |
|----------------|-------------|
| <b>Olor</b>    | Dulce       |
| <b>Color</b>   | Café marrón |
| <b>Textura</b> | Arcilloso   |



Figura 2. Muestra de la Composta orgánica utilizada en este proyecto

Se colocaron dentro de la bolsa de nylon 7 gramos composta orgánica hasta la hora 12, después de ahí se agregó 14 gramos de la muestra en presentación de harina con tres repeticiones de cada hora, posteriormente se introdujeron las 24 muestras, en el rumen de un animal vivo.

#### CUADRO 4 NUTRIENTES DE LA MUESTRA (COMPOSTA ORGÁNICA)

| Nutriente      | Unidades |
|----------------|----------|
| Agua           | 24%      |
| Materia Seca   | 76%      |
| Grasa          | 60%      |
| Proteína Cruda | 3.9%     |

Fuente: Lab. De Bromatología UAAAN 2007

#### 4.3 MÉTODOS

El experimento se realizó en un novillo macho castrado holstein con fistula ruminal permanente (NSW, 2005).

Con un peso vivo aproximado de 200kg de peso vivo. El cual fue colocado en una corraleta tubular de 5x8 metros y contaba con una trampa, con piso de tierra y con sombra en el área del comedero.

Antes y durante el desarrollo de la investigación la dieta consistió en alfalfa henificada *ad libitum* y alimento concentrado con 16% de proteína cruda (PC), con horario de alimentación por la mañana de 9:00 horas y por la tarde a las 18:00 horas en una proporción de 3 kg de materia seca.

El acceso al consumo de agua era constante, ya que la corraleta cuenta con un bebedero y agua limpia.

La digestibilidad se hizo conforme a la técnica de las bolsas de nylon, descrito por Ørskov, en los tiempos antes señalados (Ørskov y Macdonald, 1970).

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la degradabilidad ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje.

#### **4.4 PROCEDIMIENTO DE LAS MUESTRAS**

Primeramente se procedió a lavar las bolsas de nylon, a chorro de agua con el propósito de eliminar material contaminante y evitar errores en la estimación de la desaparición de la muestra.

Luego estas fueron introducidas a la estufa de aire caliente durante 24 horas a una temperatura de 70°C., con la finalidad de estandarizar el peso de cada bolsa.

Se utilizó la técnica de digestibilidad *in situ* con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 96 horas, de acuerdo a la técnica de Ørskov y Mcdonald (1970).

Para la obtención de la materia seca se realizó la técnica de desecación con aire caliente en una estufa donde se introdujeron las muestras a una temperatura de 70°C por 24 horas (A.O.A.C., 1990).

## 4.5 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del departamento de producción animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad la Laguna, con coordenadas Latitud Norte 26° 23' y Longitud Oeste 104° 47' ubicada en Periférico y carretera Santa Fe en el municipio de Torreón Coahuila, México.

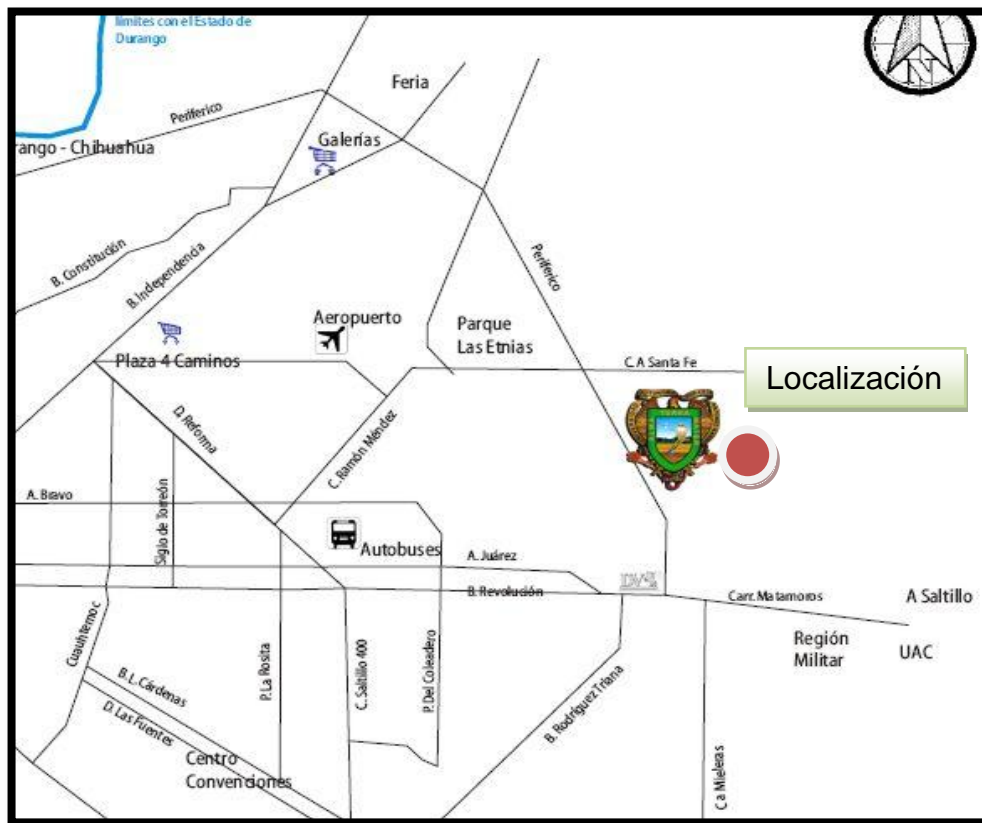


Figura. 3 Ubicación de la UAAAN

## V. RESULTADOS

En el siguiente cuadro se observan los resultados que se obtuvieron durante el estudio de la digestibilidad de la materia seca mostrando valores que presentaron en las diferentes horas.

| <b>CUADRO 5. PORCENTAJES DE DIGESTIBILIDAD DE LA COMPOSTA ORGÁNICA</b> |   |
|--|---|
| <b>Hora de incubación</b>  | <b>Porcentaje de digestibilidad (%)</b> |
| <b>0</b>   | 3.038                                   |
| <b>4</b>   | 28.838                                  |
| <b>8</b>   | 27.547                                  |
| <b>12</b>  | 49.545                                  |
| <b>24</b>  | 49.316                                  |
| <b>48</b>  | 62.685                                  |
| <b>72</b>  | 63.413                                  |
| <b>96</b>  | 67.745                                  |

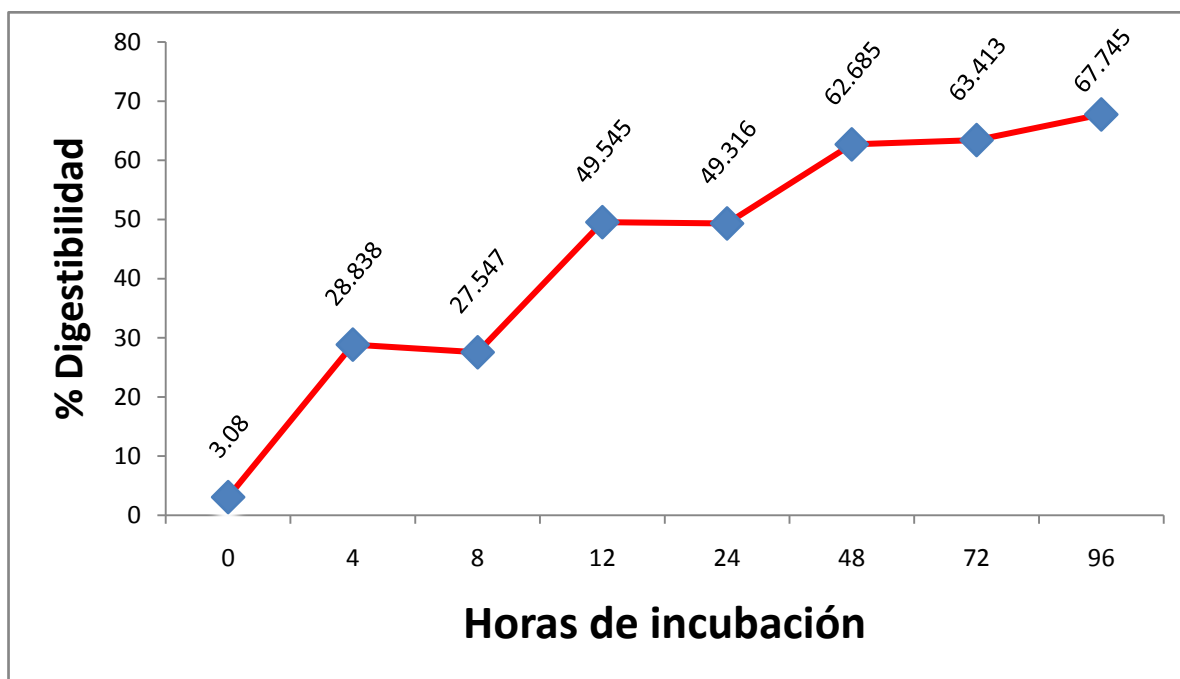


Figura.4 Digestibilidad de la Materia Seca de composta orgánica

En la figura 4 podemos observar los valores obtenidos para la digestibilidad de la materia seca de la composta orgánica; notándose una baja digestibilidad a las pocas horas, destacando que los microorganismos del rumen no pueden digerir fácilmente el cebo.

En la figura 4 se observa que a las 0 hora se obtuvo un porcentaje muy bajo de digestibilidad del 3.038 y a las 4 horas de incubación tenemos una digestibilidad del 28.838, a las 12 horas se ve un porcentaje significativo con un porcentaje de digestibilidad de 49.545, donde se puede observar que dentro del rumen fue muy poco el ataque bacteriano, y esto nos puede indicar que el animal lo aprovecha ya que este se digiere con mayor digestibilidad en el duodeno pues a las 12 horas ya se encuentra fuera del rumen.

## VI. CONCLUSIÓN

La composta orgánica presenta una mayor digestibilidad de la materia seca después de las 4 horas, ya que se demostró poca actividad por parte de las bacterias ruminales y este mostró una gran actividad a las 12 horas.

La composta puede ser proporcionada en combinación con otros ingredientes de la ración, ya que demostró que donde su absorción es mayor dentro del intestino delgado; donde la composta estaba mayormente formada de grasa y esta grasa puede llegar a ser metabolizarse a glicerol que posteriormente se convierte a lípidos de sobrepeso. Lo que nos ayuda a aumentar la energía disponible, ya que los ácidos grasos saturados liberan más energía al oxidarse que los ácidos grasos insaturados

Los residuos de mataderos en si hablando de los desechos avícolas; son una fuente valiosa de nutrimentos ya sea animal o agrícola, por el desarrollo de los diferentes procesos y tecnologías, lo cual se traduce en ingresos para los sistemas agropecuarios, ya que se está eliminando un subproducto con capacidad de producir efectos adversos al medio, que a su vez estaría generando costos adicionales en la producción.

El proceso de composteo es una tecnología poco costosa que se puede aplicar para el manejo de algunos de los residuos de mataderos, tal es el caso de los desechos de las aves (vísceras, patas, plumas, pollinaza).

**Es por esto que se recomienda para la alimentación de ganado el uso de composta de origen avícola ya que proporciona una gran cantidad de nutrientes y evita la contaminación del ambiente.**

## VII. LITERATURA CITADA

A.O.A.C. (1990). Association of official analytical chemists, official methods of analysis. Arlington, Virginia.

Anónimo. (2000). "Slaughter house waste and dead animals." from [http://www.hpurbandevlopment.nic.in/SWM%20manual\\_files/chap5.pdf](http://www.hpurbandevlopment.nic.in/SWM%20manual_files/chap5.pdf).

Anónimo, Ed. (2003). Compost - Clasificación y requisitos.

Avicultores, U. N. d. (2005). "LA AVICULTURA MEXICANA." from [Http://Www.Una.Org.Mx/Index.Php?Option=Com\\_Content&Task=View&Id=18&Itemid=27](Http://Www.Una.Org.Mx/Index.Php?Option=Com_Content&Task=View&Id=18&Itemid=27).

Ayala, B. and R. Rosado (2003). "Evaluación del Método de lavado de Bolsas (Manual vs lavadora) en la técnica de Degradación In situ." Técnica Pecuaria 41(3): 337-342 pp.

Correa, H. (2004). "Rumenal: Procedimiento para estimar los parámetros de cinética ruminal mediante la función Solver de Microsoft Excel®." Rev. Col. Cien. Pec. 17(3): 250-254 pp.

Dick, A. (2000). "Composting "poultry carcasses"." from <http://www.ces.purdue.edu/extmedia/ncr/ncr-530.html>.

Kalbasi, A., S. Mukhta, et al. (2006). "Design, Utilization, Biosecurity, Environmental and Economic Considerations of Carcass Composting." Compost Science & Utilization Vol. 14, No. 2: 90-102 pp.



Müller, Z. (1980). "feed from animal wastes: state of knowledge." from <http://www.fao.org/DOCREP/004/X6518E/X6518E05.htm#ch4.8>.

Muñoz (1999). ""Valoración Nutricional de una composta elaborada con subproductos Avícolas para alimentar pollos de engorda"." Veterinaria México (30):3: 249-256 pp.

Nava, C. y A. Díaz (2001). "Introducción a la Digestión Ruminal." Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. , from [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest\\_ruminal.htm](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/digest_ruminal.htm)

NSW. (2005). "Standard operating procedures - sheep fistulation of gastro-intestinal tract." from <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/livestock/animal-welfare/general/other/livestock/sop/sheep/fistulation-gastro-intestinal-tract>.

Orskov, E. and I. McDonald (1970). "the estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage." J. AGRIC. SCI. CAM. 92: 499-503 PP.

Pedraza, R. (2001). "Estimación del Valor nutritivo de los alimentos con énfasis en las técnicas *in sacco* y de producción de gas *in vitro*." Rev. Prod. Animal 13: 1: 45-51 pp.

Ricaurde, S. (2005). Compostaje en las granjas Avícolas. Rev. Veterinaria Electrónica, 8:1 from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080805/080502.pdf>.

Ritz, C. (2005). Poultry Mortality Composting Management Guide. Service/The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences.

Rosero, R. (2007). Modelación de la cinética de degradación de los alimentos para rumiantes. Rev. Col. Cien. Pec. 20:1: 174-182 pp.

Salminen, E. y Rintal (2000). "Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review."

Sanabria, R. (2006). Composting as an alternative method to dispose of slaughterhouse wastes in Puerto Rico. Universidad De Puerto Rico Campus Mayaguez. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico: 1-100 pp.

Sangines, L. (2001). Potencial Nutricional del Follaje de *Buddleia skutchii* (hojas y pecíolos) en la alimentación de ovinos y análisis de las variables ruminales. Universidad de Colima. Colima, Universidad de Colima: 1-52 pp.

Sbarato, V., D. Sbarato, et al. (2000). Alternativas técnicas para el manejo de los RSU "Compostaje". Centro de Investigación y Formación en Salud Ambiental – Escuela de Salud Pública Facultad de Ciencias Médicas – UNC 1: 1-11 pp.

Sivakumar, K., R. Saravana, et al. (2007). "Effect of Different Seasons and Carbonaceous Materials in Nitrogen Conservation While Composting Dead Birds." Journal of Agriculture and Biological Sciences 3 (4): 228-233.

Sztern, D. y M. Pravia (2000). Manual para la Elaboración de compost Bases Conceptuales y Procedimientos." Organización Nacional de la Salud Panamericana: 1-69 pp.

Uicab, A. and C. Sandoval (2003). Uso del Contenido Ruminal y algunos residuos de la Industria Cárnica en la elaboración de Composta. Tropical and Agroecosystems 2 (1): 45-63 pp.

Vargas, D. (2000). Uso potencial de subproductos animales en la alimentacion animal en la República Dominicana. from <http://www.fao.org/Ag/aga/AGAP/FRG/APH134/cap9.htm>.

Zuluaga, D. (2000). Manejo Técnico De Desechos y Mortalidades en la Industria Avicola. from [Http://Www.Wpsa-Aeca.Com/Img/Informacion/05\\_04\\_31\\_Manejo\\_Tecnico\\_De\\_Desechos Y Mortalidades.Pdf](Http://Www.Wpsa-Aeca.Com/Img/Informacion/05_04_31_Manejo_Tecnico_De_Desechos_Y_Mortalidades.Pdf)