

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

DETERMINACION DE LA
DIGESTIBILIDAD "in situ"
DEL AFRECHO DE CERVEZA

Por

SILVIA ELENA SALGADO MANZANARES.

Managua, Nicaragua

1993

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

DETERMINACION DE LA
DIGESTIBILIDAD "in situ"
DEL AFRECHO DE CERVEZA

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

Por

SILVIA ELENA SALGADO MANZANARES.

Managua, Nicaragua

1993

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

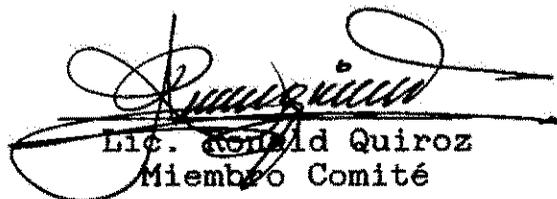
INGENIERO AGRONOMO

COMITE ASESOR

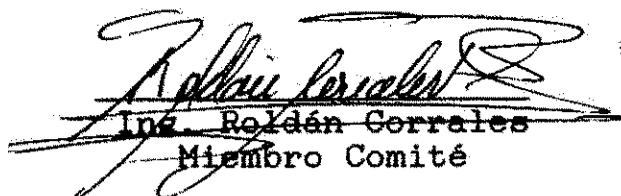
Ing. Fernando Londoño
Profesor Consejero



Ing. Roberto Blandino
Miembro Comité



Lic. Ronald Quiroz
Miembro Comité



Ing. Roldán Cerrales
Miembro Comité



Silvia E. Salgado M.
Estudiante

DEDICATORIA

DE: SILVIA ELENA SALGADO MANZANARES.

A MI MADRE: CLEDIA MANZANARES DE SALGADO.

A MI PADRE: JORGE SALGADO PORRAS.

Por todo el sacrificio y apoyo que me supieron brindar para poder así culminar mi carrera y poder ser útil a nuestra sociedad, nuestro país y para bienestar de mi futuro.

A mis hermanos: Guillermo, Edmundo y Josefina.

Con todo cariño para ti ELISEO.

A todos los amigos que de una u otra forma, estuvieron conmigo en este período de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Fernando Londoño, Consejero principal del presente trabajo.

Al Ing. Pasteur Parrales, quien con sus conocimientos, contribuyó en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el ensayo.

A las compañeras Damaris y Luisa, al compañero Guillermo, por su colaboración en los análisis de laboratorio.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| RESUMEN | vii |
| LISTA DE CUADROS | ix |
| LISTA DE GRAFICOS | x |
| I INTRODUCCION | 01 |
| 1.1 OBJETIVOS GENERALES | 03 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 03 |
| II REVISION DE LITERATURA | 04 |
| 2.1 OBTENCION DEL AFRECHO | 04 |
| 2.2 CARACTERISTICAS DEL AFRECHO DE CERVEZA | 06 |
| 2.2.1 Valor nutritivo del afrecho de cerveza | 06 |
| 2.2.1.1 Composición química del afrecho de cerveza | 08 |
| 2.2.1.2 Digestibilidad del afrecho de cerveza | 09 |
| 2.3 DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD | 11 |
| 2.3.1 Métodos directos o "in vivo" | 11 |
| 2.3.1.1 Recolección de heces | 11 |
| 2.3.1.2 Métodos de Indicadores | 12 |
| 2.3.1.3 Determinación de la digestibilidad con bolsas en el rumén. | 13 |
| 2.3.2 Métodos indirectos o " <u>in vitro</u> " o de laboratorio | 21 |
| 2.3.2.1 Método del Clorhídrico-pepsina | 22 |
| 2.3.2.2 Rumén artificial | 22 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| III MATERIALES Y METODOS | 23 |
| 3.1 LOCALIZACION | 23 |
| 3.2 ANIMAL Y MANEJO | 23 |
| 3.3 PROCEDIMIENTO | 24 |
| 3.4 ANALISIS ESTADISTICO | 26 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSION | 27 |
| V CONCLUSIONES | 40 |
| VI BIBLIOGRAFIA | 41 |
| VII ANEXOS | 46 |

SALGADO MANZANARES, S. 1993

Determinación de la digestibilidad "in situ" del afrecho de cerveza. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA). 48 p.

Palabras Claves: MS, PB, Degradación.

Determinación de la digestibilidad "in situ" del afrecho de cerveza.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Hda. Las Mercedes, perteneciente a la Universidad Nacional Agraria, situada en el Kilómetro once y medio carretera Norte, Managua, con el objetivo de determinar el valor nutritivo del afrecho de cerveza y la degradación de la MS y PB del mismo, por un tiempo determinado. Se empleó una vaca adulta, con previa fistulación, el manejo de la vaca fue similar al que se utiliza en la Hacienda. El afrecho de cerveza fue secado y molido y se efectuó análisis bromatológico según metodología de la A.O.A.C. (1984). Se incubaron en el rumen de la vaca fistulada ocho bolsas con 10 grs. de afrecho de cerveza cada una, para ser sacadas las bolsas de dos en dos en los intervalos de tiempo de 6, 12, 24 y 48 hrs., se calculó el porcentaje de MS y PB según metodología A.O.A.C. (1984). Además se utilizó una bolsa testigo, conteniendo también 10 grs. de afrecho de cerveza, la cual sirvió para determinar las pérdidas de MS y PB que se dieron por el lavado o por rápida solubilización, conocido como tiempo cero.

Calculándose el porcentaje de degradación, de la MS(44.9, 60.2, 61.2 y 73.0) y la PB (60.6, 79.5, 83.8 y 93.3); se hicieron curvas de degradación según ecuación; $D = A+B(1-e^{-ct})$ de Orskov y McDonald (1979). Donde los porcentajes de la ecuación para la MS fueron de 44.9, 63.0, 77.3, 82.2 y para la PB de 60.2, 82.3, 93.9 y 95.9. Se efectuó la prueba de t(student) para datos pareados, para comparar, la degradación de la MS y PB de la parte experimental vs la degradación de la ecuación, para lo cual se encontró, que no existen diferencias significativas ($P < 0.05$), tanto para la MS experimental vs MS ecuación, como para la PB experimental vs PB ecuación. Lo cual indica que la estimación es eficiente.

Se concluyó, que el afrecho de cerveza según su valor nutritivo y tasa de degradación, puede ser considerado un suplemento protéico de lenta degradación. La máxima degradación de la MS y PB , fué a las 48 horas, presentando porcentajes altos de degradación 73% y 93.3% respectivamente.

LISTA DE CUADROS

| Cuadro N° | | Página |
|-----------|--|--------|
| 1 | Análisis químico del afrecho de cerveza | 27 |
| 2 | Degradación de la materia seca del afrecho de cerveza. | 28 |
| 3 | Degradación de la proteína bruta del afrecho de cerveza. | 30 |
| 4 | Comparación de la degradación de la MS del experimento vs la degradación de la ecuación. | 38 |
| 5 | Comparación de la degradación de la PB del experimento vs la degradación de la ecuación. | 39 |

LISTA DE GRAFICOS

| Gráficos N° | | Página |
|-------------|---|--------|
| 1 | Curva de degradación de la MS del afrecho de cerveza. | 34 |
| 2 | Curva de degradación de la PB del afrecho de cerveza. | 36 |

I. INTRODUCCION

Una opción a la problemática en la alimentación animal es la utilización de sub-productos no convencionales del sector agro-industrial e industrial principalmente para ganado mayor.

En el país existen una gran variedad de residuos que se utilizan para estos fines, pero se podrían aprovechar con mayor éxito, conociendo mejor su valor nutritivo.

Uno de los sub-productos es el afrecho de cerveza, del cual se dispone en la zona alrededor de 1,271,920 libras al año, (Londoño y Massarrelli, 1990). El afrecho de cerveza es usado por los productores en la época seca, pero no se conoce su valor nutritivo.

El análisis proximal permite conocer la composición química-bromatológica de un alimento, sin embargo no es capaz de indicar el grado de aprovechamiento que efectúa el animal sobre el mismo. Es decir que el análisis proximal es un indicador del valor nutritivo potencial de un alimento, pero el valor real que tendrá para el animal siempre será inferior, pues durante los procesos de digestión, absorción y metabolismo se producen pérdidas de nutrientes.

El término digestibilidad es usado para expresar el porcentaje de material alimenticio o algún nutriente

especifico del mismo, el cual es solubilizado o degradado en el tracto digestivo para ser absorbido y utilizado por el organismo. (Tovar, 1990).

La digestibilidad, se obtiene a partir de estudios de la degradabilidad de los alimentos, ya que es muy fácil y rápido de obtener un estimado cuantitativo de este último; una rutina muy sencilla y rápida para obtener la degradabilidad, es la bolsa ruminal, ya que no se necesita mayor procedimiento que simplemente pesar.

La medición de la degradabilidad es muy importante, sobre todo en los países o instituciones, donde las pruebas y mediciones de digestibilidad no es muy practico llevarlas a cabo, ya sea por motivos de tecnología o de recursos economicos. Esta prueba de la degradabilidad por lo tanto es muy importante no solo para los países en desarrollo, si no tambien en los países desarrollados, ya que se puede originar información sobre la degradación en un tiempo reducido, lo que es muy complicado y difícil en las pruebas de digestibilidad (Orskov, Hovell y Mould; 1980).

1.1. OBJETIVOS GENERALES

- Suministrar información básica sobre el valor nutritivo del afrecho de cerveza.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar degradación de MS y PB del afrecho de cerveza a los intervalos de tiempo de: 6,12,24 y 48 horas.
- Estudiar la variación de la degradación de la MS y PB del afrecho de cerveza a los intervalos de tiempos de : 6,12,24 y 48 horas.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 OBTENCION DEL AFRECHO DE CERVEZA

El afrecho de cerveza es un producto derivado de la industria cervecera de Nicaragua, obtenido al final de las operaciones efectuadas en la producción del mosto o medio fermentable. (Medina, 1990). Generalmente es aprovechado como suplemento, ya que provee una atractiva y económica fuente de nutrientes, para diversas clases de ganado. (Devlin, s.f.).

La producción de forraje es de carácter muy estacional. En algunas épocas del año hay excedentes de forraje, en otras en cambio la producción es muy reducida y suele haber notable escasez. (Morrison, 1969). Es necesario por tanto acumular los excedentes, de una estación a otra, mediante la creación de existencias. El afrecho puede darse a los animales inmediatamente después de obtenido o puede desecarse, lo que permite una conservación más prolongada. (Morrison, 1969).

En el curso de la fabricación de la cerveza en la que se emplea principalmente la cebada, los granos sufren una serie de transformaciones que originan diferentes sub-productos aplicables a la alimentación de los animales. (Flores, 1980).

La malta llega a la fábrica de cerveza en forma de granos enteros de cebada, ya que la cascarilla protege a la malta contra el gorgojo y las enzimas de la malta son más estables, si no, se expanden en el aire. (Medina, 1990).

En la primera fase de elaboración se hace germinar la cebada, la que previamente ha tomado hasta el 50 % de agua; este proceso se suspende cuando la raicilla alcanza una longitud aproximadamente igual a la del grano, inmediatamente se desecan los granos germinados a 50 - 80 Grados Centígrados se separan el germen, la raicilla y al resto se le llama Malta. (Flores, 1980).

Se desarrollan dos enzimas la peptasa y diastasa que actúan sobre las proteínas y almidón respectivamente (Medina, 1990).

El grano malteado por infusión en agua, previa trituración, constituye el mosto, las partes solidas se separan y constituyen el afrecho de cerveza que consiste en cascarrilla de cebada, carbohidratos sin extraer (no disueltos), grasas, proteínas precipitadas y otros sólidos. (Flores, 1980).

Debido a que la mayor parte de los carbohidratos han sido digeridos por la enzimas y disueltas por la maceración, las grasas y las proteínas estan concentradas en los sólidos que quedan. Por consiguiente casi todos los componentes con valor nutritivo de dicha materia se

recuperan en los granos o afrecho, que es muy importante en un alimento. (Morrison, 1969).

Con 100 Kgs de malta que se utilicen en la fabricación de cerveza quedan como residuo aproximadamente 125 - 130 Kgs de afrecho de cerveza con 75 a 80 % de agua y seco equivale a 33 Kgs. (Ullman, 1931).

2.2 CARACTERISTICA DEL AFRECHO DE CERVEZA

2.2.1 Valor nutritivo del afrecho de cerveza.

Su valor nutritivo se asemeja al de un pasto de mediana calidad. (Flores, 1980).

El afrecho fresco se presenta como una masa algo densa de color amarillento y olor característico, muy rica en agua 70 -85 % que ha de ser consumida antes de 48 horas, pues es materia que se fermenta con facilidad. Su composición química varía según el grano de que se trate y con el método seguido en la fabricación, tiene aproximadamente 23.7 % de materia seca, 5.1 % de materia nitrogenada, 1.7 % de materias grasas, 10.6 % de materias extractivas, 5.1 % de fibra o celulosa, 1.2 % de cenizas. (Flores, 1980)

La pérdida de agua de este sub-producto proporciona una serie de ventajas muy estimables; su conservación se

hace prolongada, su valor nutritivo se aumenta considerablemente y sobre todo, se eliminan los inconvenientes que en su empleo presentan el afrecho fresco. (Flores, 1980).

El contenido de agua se reduce al 10 ó 12 % ; manteniéndose la digestibilidad al de su estado fresco, se debe conservar en locales secos y frescos, para evitar fermentaciones anormales. (Flores, 1980)

A la vaca en producción de leche se puede administrar de 2 a 3 Kgs diarios, con la seguridad que no se producirán efectos desfavorables ni en la cantidad, ni en la calidad de la leche; a estos animales será mejor que darselos seco, macerarlo en agua suficiente para que vuelvan a su estado, casi fresco, mezclado con forrajes acuosos, como raíces, tubérculos o hierba fresca. (Flores, 1980).

A los animales en ceba puede suministrarse casi en seco en la cantidad de 2 - 3 Kgs para los bovinos y de 0.5 Kgs a los ovinos (se pueden llegar en estos hasta 1 kgs, sin que se presente accidentes). En el cerdo el afrecho se utiliza poco, debido a que esta especie lo digiere mal. En sustitución de la mitad y hasta las tres cuartas partes de la avena o cebada de la ración de los equinos, puede emplearse el afrecho seco proporcionandolo mezclado con el resto del grano. (Flores, 1980).

2.2.1.1 Composición química del afrecho de cerveza.

La composición del afrecho de cerveza depende de la cantidad de elementos insolubles que quedan como residuos que a su vez depende de la naturaleza de la malta y su rendimiento en las materias extractivas y condiciones del método empleado durante la maceración. (Ullman, 1931).

La composición media del afrecho (después de la fabricación) es la siguiente. (Medina, 1990):

| | |
|---------------------------------|---------|
| Agua | 80.00 % |
| Materias protéicas | 4.60 |
| Grasas | 1.00 |
| Materias extractivas no azoadas | 9.60 |
| Celulosa | 3.50 |
| Cenizas | 1.00 |
| Acido fosfórico | 0.34 |
| Potasa | 0.03 |

(Resultados del análisis de granos de cerveza de Nicaragua).

Composición química del afrecho seco (Flores, 1980):

| | |
|-----------------------|---------|
| Sustancia seca | 91.00 % |
| Materias nitrogenadas | 21.10 |
| Materias Grasas | 7.50 |
| Materias extractivas | 41.70 |
| Fibra o celulosa | 16.90 |
| Cenizas | 4.60 |

2.2.1.2 Digestibilidad del afrecho de cerveza.

Las materias nitrogenadas del afrecho de cerveza estan formadas casi totalmente por proteínas puras, las extractivas en su mayor parte son almidón y azúcar, principios fácilmente digestible. Los coeficientes de digestibilidad son bastantes elevados: 73 % para las proteínas, 86 % para los lípidos, 62 % para las extractivas y 40 % para las fibras brutas. (Flores, 1980).

El afrecho seco con un 10% de humedad, contiene aproximadamente un 15% de fibra, la mitad de la cuál es digerible por los rumiantes. El equivalente proteínico es del 12 al 13 % y la relación nutritiva aproximadamente 1:4. Asi, pues esta "equilibrado" para la producción de leche y es alimento útil para esta finalidad. (Othmer, 1962).

El afrecho de cerveza suministra 22.1 % de proteínas digestibles totales, pero es algo pobre en principios nutritivos digestibles totales de los que solo proporciona 67.1 %, . Es equivalente al pienso de gluten de maíz por su riqueza en proteínas digestibles, pero proporciona mucho menor cantidad de principios nutritivos digestible totales.

El afrecho contiene una cantidad netamente mayor de proteínas digestible que el salvado de trigo, pero es equivalente a este alimento en principios nutritivos digestible totales.(Morrison, 1969).

En un intento por clasificar a las distintas fuentes de nitrógeno y almidón, Tovar et al, (1990), desarrollaron un sistema de clasificación, para caracterizar dichas fuentes en rápidas, intermedias o lentas, con base en su composición química , tasa y grado de degradación en el rumen, para lo cual se caracteriza al afrecho de cerveza como un suplemento proteico de lenta degradación. Los resultados de este estudio fueron ampliamente satisfactorios ya que los valores obtenidos, concordaron con los obtenidos por otros investigadores (Sniffen, 1980; Satter, 1986; Herrera - Saldaña, 1987).

2.3 DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD

Para determinar la digestibilidad de un alimento se emplean diferentes métodos, estos se pueden agrupar en método directo o indirecto.

2.3.1 Métodos directos o "in vivo"

2.3.1.1 Recolección de heces.

Para determinar la digestibilidad por el método de recolección de heces se le suministra al animal una cantidad de alimento exactamente pesada, se recogen las excretas emitidas correspondientes al alimento que estamos valorando y se pesan. Para la prueba o determinación de la digestibilidad se selecciona un grupo de animales, con un arreglo o diseño experimental. Esto es necesario por que a un siendo los animales de la misma edad, sexo y raza presentan diferencias individuales en la utilización digestiva de los alimentos. Además esto permite detectar o enmendar cualquier error en las mediciones. (Crampton y Harris, 1980).

En los mamíferos se emplean preferentemente animales machos por la facilidad de recoger por separado excretas y orina. (Marrero, 1980).

Algunas medidas o pasos adicionales que se efectúan valorando la digestibilidad por este método son los siguientes: (Crampton y Harris, 1980).

- a) El alimento se mezcla previamente para conseguir una composición química lo mas uniforme posible.
- b) Antes de empezar a recoger las heces el animal debe llevar determinado tiempo consumiendo la dieta para eliminar el residuo del alimento que consumía con anterioridad (7 días).
- c) Después le sigue un período de 5 a 14 días en el que se controla la ingestión de alimentos y excretas.

2.3.1.2 Método de indicadores

Por características del experimento a veces es imposible medir el peso del alimento consumido o el de las excretas. En estos casos es posible determinar la digestibilidad utilizando sustancias indicadoras en el alimento. (Crampton y Harris, 1980).

Estas son sustancias que pueden ser consumidas o administradas a un animal, y que son completamente excretadas y mezcladas uniformemente con las heces debido a que son totalmente inertes en el aparato digestivo (Crampton y Harris, 1980).

En este método la digestibilidad se determina por las diferencias de concentración del indicador en el alimento y las heces.

El óxido Crómico (Cr_2O_3) es el indicador mas generalizado para determinar la digestibilidad. En los rumiantes se esta empleando el PEG (indicador de fase liquida) en lugar del crómico (indicador de fase sólida).

Además el indicador puede ser también un constituyente natural del alimento, siendo en este caso el mas generalizado la lignina. (McDonald, Edwards y Greenhalgh; 1980).

2.3.1.3 DETERMINACION DE LA DIGESTIBILIDAD CON BOLSAS EN EL RUMEN.

El uso de las bolsas presentan una opción sencilla para estimar el valor nutricional de los diferentes sustratos usados en la alimentación de rumiantes. Aunque el empleo de las bolsas pretende eliminar evaluaciones laboriosas como la de digestibilidad aparente, se requiere en un principio valorar la degradación de una gama de sustrato al parejo con mediciones de digestibilidad aparente y consumo voluntario para poder desarrollar ecuaciones de predicción de la digestibilidad o consumo a partir de la degradación. La facilidad

económica en la valoración de los alimentos es grande, pues se requiere pequeñas cantidades de sustratos para las bolsas. No obstante, algunas limitaciones de la técnica se deben considerar. El material evaluado no permanece estático en el rumen, como la forma en que permanece en la bolsa, por conveniencia experimental se utilizan sustratos de una característica física distinta a la forma original (secado y molido), se requiere contar con animales con cánula ruminal y la desaparición del material dentro de la bolsa no implica necesariamente una degradación hasta componentes químicos sencillos. (Ayala y Alcocer, 1988).

El uso de la bolsa de fibra artificial, tiene la ventaja de dar un rápido estimado de la tasa y el grado de la degradación de los alimentos en el rumen, sin necesidad de ningún procedimiento complicado más que simplemente pesar. (Orskov, Hovell y Mould; 1980).

La digestibilidad se define según el potencial de degradación del material, la tasa de degradación de esta fracción potencialmente degradable y su tiempo de residencia en el rumen (es decir su degradación real) más la digestión que ocurriría más allá del rumen (fermentación en el tracto digestivo posterior). (Orskov, Hovell y Mould; 1980).

Una gran cantidad de información valiosa puede conseguirse simplemente midiendo la desaparición de la

MS. En algunos casos esta información puede ser fomentada al medir también las pérdidas de nitrógeno, sin embargo hay que recordar cuan fácil es generar un gran número de muestras con este método. Tiene la potencialidad siempre que se reconozcan sus limitaciones para mejorar nuestra comprensión de los procesos tan efectivos que ocurren dentro del rumen y del valor de los alimentos como substratos para estos procesos (Kempton, 1980).

Para fabricar las bolsas de fibras se han usado diversos materiales. Quint et al (1938) utilizaron una seda fina, mientras que Shoeman et al (1972) citado por Kempton, (1980) y Mehrez y Orskov (1977) usaron material de dacrón obtenido de un paracaídas viejo.

Van Miellen y Ellis (1977), citado por Kempton, (1980) consideraron que 10 micras debe ser el máximo de tamaño para un poro de las bolsas a usar, y así prevenir las pérdidas del alimento.

La tela de nylon actualmente usada en el Instituto Rowett tiene un tamaño de poro de 12 micras cuadrado. El punto importante es que el mismo material debe ser usado en cada ensayo y que las bolsas deben ser bien lavadas entre ensayo, para asegurarse que los poros queden limpios. (Kempton, 1980).

El tamaño óptimo de la bolsa ha sido investigado por un número de investigadores (Rodriguez, 1968; Mehrez, 1976; Citado por Kempton, 1980). El tamaño óptimo es

esencialmente un compromiso entre dos factores oponentes. Por una parte, hay necesidad de tener, la bolsa suficientemente grande en relación al tamaño de la muestra usada, para así asegurar que el fluido ruminal pueda fácilmente entrar en la bolsa, y mezclarse con la muestra. Y otra pequeña para que pueda ser retirada fácilmente de la cánula.

Usualmente se usa una bolsa de alrededor de 140 a 90 mm cuando está vacía. Las esquinas del fondo deberían ser redondas (para prevenir que cualquier muestra quede atrapada), y la bolsa puede ser cerrada ya sea atándola o simplemente tirando de una soga. (Kempton, 1980).

El material para las bolsas es cortado usando un hierro de soldadura (previniendo deshilachamiento) y cosido con una doble costura usando hilo de polyester. Si es necesario, la bolsa puede ser identificada con un arete o hilos de diferentes colores. (Kempton, 1980).

La preparación de las muestras para la incubación es crítica y debe hacerse de tal manera para que represente hasta donde sea posible el material como aparece en el rumen. En la práctica puede usarse un molino de martillo de laboratorio, ajustado con una criba de 2.5 - 3.0 mm, otros métodos pueden ser utilizados, si el anterior resulta inadecuado. (Para el corte, picado, molido y enrollado). (Orskov, Hovell y Mould; 1980).

Lawrey (1969), citado por Kempton (1980) no encontró diferencias en las pérdidas de MS con forrajes molidos a través de una criba de 4,3,2 o 1 mm aunque pérdidas pasivas de material a través de los poros de la bolsa ocurren con una criba de 1 mm (Payne et al., 1972. Citado por Kempton 1980). Sin embargo esas pérdidas son fácilmente corregidas. Ya que la tasa relativa de la degradación de muestras diferentes representa una información importante, el método usado en el laboratorio debe ser regularizado, y ser descrito tan bien como fuera posible. La muestra incubada debe ser razonablemente homogénea (Ayala y Alcocer, 1988).

La forma en que se prepara la muestra puede ser definida según el propósito de incubación. Por ejemplo: hay alimentos que tienen diferentes tamaños de partículas, si es para observar la degradación del alimento según la forma que sean suministrados al animal, la incubación de la muestra debe realizarse sin más procesamiento. Pero si se trata de estudiar la degradación de la proteína entonces la muestra debe ser más procesada para eliminar diferencias en el tamaño de partícula. (Kempton, 1980).

El tamaño o la cantidad mínima de muestra necesaria puede ser definida como aquella, la cual proveerá material adecuado para el análisis después de la incubación (y para el nitrógeno) o posiblemente según la

presición de las balanzas disponibles para pesar la bolsa y la muestra. La cantidad de la muestra incubada en la bolsa dependera también de la densidad de la muestra preparada. Generalmente se ha encontrado que se necesitan alrededor de 2 grs de paja molida seca, 3 grs de heno bueno o hierba secada, 5 grs de concentrado (y cebada, suplemento protéico), y 10 - 15 grs de hierba fresca, en base al tamaño de la bolsa que se usa. (Orskov, Hovell, Mould; 1980).

La posición en el rumen, Rodríguez (1968) citado por Kempton, (1980), encontró que la variación entre las bolsas fue reducida cuando las bolsas fueron atadas con hilos de 50 cm de longitud en vez de 30 cm.

El indicó que la longitud del hilo permitió mayor movimiento de las bolsas en el interior ruminal, y de ese modo minimizo el efecto de las variaciones en el ambiente ruminal.

La tendencia que tienen las bolsas a atarse la una con la otra pueden ser minimizada al introducirse las bolsas individualmente, variandose un poco la longitud del hilo o atando las bolsas en una línea larga. (Orskov, Hovell, Mould; 1980).

El tiempo de incubación es el tiempo necesario para la degradación completa y variara según el material que este incubado y por tanto los tiempos intermedarios también deben variarse. Como una guía general los

concentrados requieren 12 - 36 hrs, forrajes de alta calidad 24 - 60 hrs, y forrajes de baja calidad 48 - 72 hrs; estos son los períodos necesarios para alcanzar el asíntota (que representa el potencial de degradación). (Orskov y McDonald; 1979).

Mehrez y Orskov (1977) encontraron que la fuente principal de variación para la desaparición de la MS de las bolsas fue el componente entre animales (6.2% del promedio), seguida por la variación entre días(4.9%). La variación menor se encontró entre bolsas (3.3% incubadas juntas y retiradas del rumen al mismo tiempo).

La dieta escogida para el animal logicamente dependerá sobre el propósito del experimento.

Al momento de lavar las muestras después de la incubación parte de la pérdida del peso puede ser debido a la solubilización de los constituyentes de la muestra y además de la pérdida de las partículas muy pequeñas, las cuales se sacan por el lavado. Esto puede corregirse fácilmente al preparar muestras adicionales y humedecerlas en agua luego de lavarlas y secarlas nuevamente. Esto es muy importante ya que hemos encontrado pérdidas de hasta el 20% con hierbas deshidratadas y con bagazo de caña finamente molido, y hasta 60% en caña de azúcar. Después de terminar el trabajo, las bolsas se lavan cuidadosamente (con jabón y

agua), y se revisan para ver que no tengan rayas o huecos antes de usarlas nuevamente. (Orskov, Hovell y Mould; 1980).

Degradación de forrajes y alimentos toscos:

Los materiales celulósicos tienen que ser degradados por los microorganismos lo cual ocurre principalmente en el rumen y en igual manera que en el caso de las proteínas, entonces la tasa de flujo fuera del rumen influirá sobre la degradación real del material. La degradación real quizás no será igual que el potencial total de degradación aunque con materiales celulósicos, probablemente la degradación sea relativamente rápida con relación a la posible tasa de flujo de la fracción degradable. Esto es, por que la fracción no degradable normalmente tiene que romperse físicamente hasta alcanzar un tamaño suficientemente pequeño para que sea posible salir del rumen. Sin embargo, es mejor intentar definir una curva de degradación para el material ensayado y para realizar las comparaciones de esa forma. (Orskov, Hovell y Mould., 1980).

Degradación de suplementos proteícos:

Las proteínas son recursos valiosos y es importante que sean utilizadas para el mejor aprovechamiento. Por lo tanto se necesita información sobre su degradabilidad y sobre la tasa del flujo del rumen al usarse en diferentes dietas tropicales. La obtención de este tipo de información asegura que los suplementos proteícos se asignen en base a su tasa de degradación, su potencial de degradabilidad y la tasa de flujo del rumen según cada tipo de dieta.

La uniformidad de la calidad de los suplementos proteícos también debe averiguarse (por ejemplo la calidad puede afectarse por el daño causado por el calor durante su preparación). (Orskov y McDonald; 1979).

2.3.2 Métodos indirectos o "in vitro" o de laboratorio.

El método directo lleva tanto trabajo, es lento y costoso, que han determinado numerosos intentos para producir en el laboratorio las reacciones o proceso que se manifiestan en el aparato digestivo del animal. Entre los métodos ensayados tenemos los siguientes:

2.3.2.1 Método del clorhídrico-pepsina.

Se digieren las muestras del alimento atacandolos con clorhídrico y pepsina en condiciones "in vitro" tratando de representar el proceso de digestión que ocurre en el estómago. (McDonald, Edwards y Greenhalgh; 1980).

2.3.2.2 Rumen artificial

Se emplea para medir la digestibilidad del alimento que se suministra a los rumiantes. El alimento es tratado con líquido en el rumen en condiciones anaerobias y se incuba durante un período de tiempo. Pasado este tiempo se miden los productos de la fermentación ocurrida en rumen artificial sobre el alimento. Generalmente la digestibilidad determinada por este método es de 1 a 2 unidades de por ciento mas baja que la medida "in vitro". (Marrero, 1980).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El presente estudio se desarrollo en la hacienda "Las Mercedes" perteneciente a la Univeraidad Nacional Agraria, situada en el Km once y medio carretera Norte, Managua. Localizada en los $86^{\circ}10'$ latitud Norte y 12° longitud Oeste, con una altura de 56 m.s.n.m.

Posee una precipitación pluvial promedio anual de 1104.71 mm, la temperatura promedio anual es de 28.2 grados Centígrados y una humedad relativa promedio de 62 por ciento.

Se ubica en bosque tropical, presentando dicha ubicación, condiciones climáticas y edáficas adecuadas para diferentes cultivos anuales y hortalizas.

3.2 ANIMAL Y MANEJO

Una vaca Reyna, adulta, con peso promedio de 430 Kg, a la cual se le efectuó fistulación según el método propuesto por Cheli y Addis (1982), y modificado por Asemus et al (1985). Citado por Londoño y Massarelli, 1990.

El manejo de la vaca se hizo de manera similar al que se realiza en la hacienda Las Mercedes.

3.3 PROCEDIMIENTO

Se usaron bolsas de fibra artificial (seda) midiendo 10 x 15 cm. Tamaño del poro de 11 micras. El afrecho de cerveza despues de secado fue molido en un molino de martillo con una criba de 2.5 - 3.0 mm. Al afrecho de cerveza se le efectuó análisis bromatológico según metodología de la A.O.A.C., (1984). Se efectuarón 2 incubaciones con intervalos de tiempo de 6, 12, 24 y 48 hrs en cada una. Ocho bolsas con (10 gr) de afrecho cada una, fueron introducidas en el rumen, en cada incubación, sacando dos bolsas en cada intervalo de tiempo, lavadas, en agua corriente hasta que el lavado estuviese claro, sin huellas del ambiente ruminal. Aproximadamente dos minutos de lavados fueron requeridos usualmente. Las bolsas después de lavadas, fueron secadas a un peso constante de 60° - 70°C y se cálculo el porcentaje de MS y PB, según metodología A.O.A.C., (1984).

La estimación de la degradación de la MS y PB fue por diferencia con la siguiente formula (Wilson y Stracham, 1982):

$$\% \text{ Degradación} = \frac{\text{peso final de la muestra}}{\text{peso inicial de la muestra}} \times 100$$

Aparte se usó una bolsa testigo con (10 grs) de afrecho, la cuál fué lavada durante un minuto más o menos.

La bolsa testigo, tambien fue secada a 60° - 70°C y se cálculo el porcentaje de MS y PB según metodología A.O.A.C., (1984). Para conocer, las pérdidas de alimento en el tiempo cero.

Con los porcentajes de degradación, obtenidos de la MS y PB del afrecho de cerveza, se obtuvo la relación entre la desaparición de MS y PB de las bolsas con el tiempo, descrita por la siguiente ecuación; Orskov y McDonald (1979).

$$D = A + B (1 - e^{-ct})$$

Donde:

D = degradabilidad acumulativa al tiempo t.

A = degradabilidad inicial que corresponde al intercepto de la ecuación o sea el valor de degradabilidad obtenido a tiempo cero (fracción de alimento soluble en el licor ruminal).

B = la fracción degradada por la acción de los microorganismo ruminales.

$A + B =$ degradabilidad potencial o total de la muestra la cuál no puede exceder a 100. Por lo tanto $100-(A+B)$ representa la fracción indegradable en el rumen. También es definida como la degradación que sufriría un alimento en el ecosistema ruminal si no hay limitaciones en el tiempo de retención.

$C =$ tasa de degradación, que es la cantidad de substrato que puede ser degradada por unidad de tiempo.

3.4 ANALISIS ESTADISTICO

Obtenidos los valores de % de degradación de la MS y PB del afrecho de cerveza del experimento, y los valores de MS y PB de la ecuación, se efectuó análisis estadísticos, que se realizó a partir de una prueba de, T(student), diseño con datos pareados, para la comparación entre las diferentes medias, de % de degradación de MS del experimento, contra % de degradación de MS de la ecuación, igual para la PB.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro 1: Análisis químico del afrecho de cerveza.(%)

| Mat. Seca | Proteína B | Fibra C | Grasa | Ceniza | E.L.N. | CH |
|-----------|------------|---------|-------|--------|--------|-------|
| 96 | 27.61 | 13.94 | 7.35 | 6.80 | 40.30 | 54.24 |

El análisis químico del afrecho de cerveza se muestra en el cuadro 1. Los contenidos de proteína bruta, fibra cruda, grasa, cenizas y E.L.N., del afrecho de cerveza, reportados en este trabajo, son casi similares a los reportados por Blandino y Targhini, (1990), donde se obtienen valores de proteína bruta 28.86 %, fibra bruta 12.84 %, grasa 14.10 %, cenizas 6.45 %, E.L.N. 34.10 %, y carbohidratos 46.94 %, lo mismo con lo reportado por Flores, (1980), con valores de proteína bruta 21.1 %, fibra bruta 16.9 %, grasa 7.5 %, cenizas 4.6 %, E.L.N. 41.7 % y carbohidratos 58.6 %. Según Flores, (1980) su composición química, varía según el grano de que se trate y con el método seguido en la fabricación.

Según análisis proximal, o método de Weende que establece sin errores la categoría a que pertenece el alimento, el afrecho de cerveza quedaría catalogado dentro de los concentrados protéicos, como un suplemento protéico, debido a que tiene, más de 16 % de proteína

bruta y menos de 18 % de fibra bruta . Esto es reforzado por Tovar et al (1990), el cual desarrollo un sistema de clasificación de fuentes de nitrógeno y almidón, para caracterizarlas en rápidas, intermedias o lentas en degradación, y esto lo hizo en base a composición química y a su tasa y grado de degradación en el rumen, para lo cuál caracterizó, al afrecho de cerveza como un suplemento protéico de lenta degradación, además también concordaron estos valores con los obtenidos por otros investigadores (Sniffen, 1980; Satter, 1986; Herrera-Saldaña, 1987).

Cuadro 2: Degradación de la materia seca del afrecho de cerveza. (%)

| Tiempo (hrs) | 1ª Incubación | | 2ª Incubación | |
|--------------|---------------|----|---------------|----|
| 6 | 44 | 41 | 47 | 47 |
| 12 | 64 | 60 | 58 | 58 |
| 24 | 64 | 65 | 58 | 58 |
| 48 | 72 | 71 | 73 | 76 |

La materia seca del afrecho de cerveza en la primera y segunda incubación en el intervalo de tiempo de 0 a 6 horas, presentó las mayores proporciones de degradación, cuyos valores fueron de 44 %, 41 %, 47 % y 47 %

A las 12 horas, la materia seca del afrecho de cerveza, presentó valores de 64 %, 60 %, 58 % y 58 %,

de degradación, quedando en el lapso de 6 a 12 horas, proporciones de degradación de 20 %, 19 %, 11 % y 11 %.

A las 24 horas, la materia seca del afrecho de cerveza, presentó valores de 64 %, 65 %, 58 % y 58 %, de degradación, quedando en el lapso de 12 a 24 horas, proporciones de degradación de 0 %, 5 %, 0 % y 0 %, se puede observar en este lapso de tiempo, que casi no hubo degradación de la materia seca, esto se deba probablemente a que cuando las bolsas se sacaron del rumen en el experimento, el tiempo de las 24 horas, correspondió a las 8:00 am y el animal, se encontraba encorralado desde las 5:00 pm del día anterior, sin comer, ni rumiar o sea descansando, con lo cuál los movimientos del rumen disminuyen. Los movimientos básicos del estómago fueron descritos de forma bastante completa por Schalk, Amadon y Wester en la década de 1920-30 en Alemania, así como por otros investigadores, utilizando un equipo más complejo durante los últimos años. Ellos demostraron que la actividad motora del rumen, se ve afectada cuando el animal se encuentra en descanso (ni comiendo, ni rumiando). Balch (1955) y Dziuk y McCauley (1965) han señalado también la ausencia de motilidad del rumen durante períodos de sueño aparente en vacas, ovejas y cabras. Schalk y Amadon (1928) y Balch et al (1951) han informado que la ingestión de alimentos determina un aumento en la frecuencia de movimiento del ganado vacuno,

apreciando los últimos investigadores que la frecuencia aumentaba de 60 a 105 ciclos/horas cuando se pasaba de un estado de descanso a otro de consumo de alimentos, respectivamente.

A las 48 horas, la materia seca del afrecho de cerveza, presentó valores de 72 %, 71 %, 73 % y 76 % de degradación, quedando en el lapso de 24 a 48 horas, proporciones de degradación de 8 %, 6 %, 15 % y 18 %. No lejos de este tiempo de 48 horas, se presenta probablemente la degradación potencial del afrecho de cerveza. Esto es reforzado por Orekov y McDonald, (1979) cuando proponen que para obtener un estimado de la degradabilidad potencial se requieren de 12-36 horas para concentrados.

El promedio porcentual de degradación de la Materia seca del afrecho de cerveza a las 48 horas fue de 73 %, el cual representa probablemente la degradación potencial, siendo este valor un poco alto en comparación con 67.1 % según datos reportados por Flores, (1980).

Cuadro 3: Degradación de la proteína bruta del afrecho de cerveza.(%)

| Tiempo (hrs) | 1ª Incubación | | 2ª Incubación | |
|--------------|---------------|----|---------------|----|
| 6 | 56 | 52 | 68 | 67 |
| 12 | 77 | 74 | 84 | 84 |
| 24 | 78 | 79 | 89 | 88 |
| 48 | 92 | 92 | 94 | 95 |

La proteína bruta del afrecho de cerveza en la primera y segunda incubación, en el intervalo de tiempo de 0 a 6 horas, presentó las mayores proporciones de degradación cuyos valores fueron de 56 %, 52 %, 68 % y 67 %, lo que puede verse aclarado por su alto contenido en proteína, que según Orskov (1988) la fuente más importante de Nitrógeno para los microorganismos ruminales procede normalmente de la proteína de la ración, por lo que la actividad microbiana se vió incrementada en este lapso de tiempo. Asimismo, Wilson y Strachan (1981) citados por Armstrong (1982) utilizando el método in situ, para estimar la degradabilidad protéica de los forrajes observaron una gran correlación entre la degradabilidad de la proteína y el contenido de proteína en la materia seca.

A las 12 horas, la proteína bruta del afrecho de cerveza, presento valores de 77 %, 74 %, 84 % y 84 % de degradación, quedando en el lapso de 6 a 12 horas, proporciones de degradación de 21 %, 22 %, 16 % y 17 %.

A las 24 horas, la proteína bruta del afrecho de cerveza presento valores de 78 %, 79 %, 89 % y 88 % de degradación, quedando en el lapso de 12 a 24 horas, proporciones de degradación de 1 %, 5 %, 5 % y 4 %, aquí se observa que al igual que paso con la materia seca en este lapso de tiempo, casi no hubo degradación de la

proteína bruta, y esto se debe probablemente por las mismas causas ya mencionadas en el análisis de la materia seca.

A las 48 horas, la proteína bruta del afrecho de cerveza, presentó valores de 92 %, 92 %, 94 % y 95 % de degradación, quedando en el lapso de 24 a 48 horas, proporciones de degradación de 14 %, 13 %, 5 % y 7 %.

El ritmo de degradación de la proteína bruta, fué igual que al de la materia seca, pero siendo los porcentajes de degradación de la proteína bruta, mayores que los porcentajes de degradación de la materia seca. Así se observa que a las 48 horas se presenta la degradación potencial de la proteína, en promedio porcentual da valor de 93.3 %, muy alto en comparación por el reportado por Flores,(1980), quien da un coeficiente de digestibilidad de 73 %.

Además, se puede observar como la velocidad de degradación de la proteína fue lenta. A medida que pasaba cada intervalo de tiempo, la proporción de degradación disminuía. Esto es confirmado por Tovar et al, (1990), donde caracterizó al afrecho de cerveza como un suplemento protéico de lenta degradación. Ganev, et al (1979), mencionan que la razón de las diferencias en la velocidad de degradación de proteínas es probablemente los diferentes contenidos de fibra en la proteína vegetal. En general, la velocidad de degradación de una

proteína está directamente relacionada con su solubilidad (Dearriba, 1988; Coto, s.f.). Asimismo Pichard y Van Soest (1977) citados por Ruiz y Ruiz (1990) propusieron un sistema de fraccionamiento, cuya base conceptual es la degradabilidad de los compuestos nitrogenados, distinguiéndose tres fracciones: Fracción I, soluble y rápidamente degradable en el rumen; Fracción II, proteína verdadera y nitrógeno no protéico insolubles pero que son parcialmente degradados en el rumen y disponibles al animal; Fracción III, que representa el complejo lignina-N, no disponible para el animal. Basados en estas afirmaciones, se puede observar que el afrecho de cerveza, presentó en el tiempo cero; 2.65 % de proteína soluble (ver gráfico 2), o pérdidas por el lavado, o sea una cantidad muy pequeña de la fracción I, con lo que se puede decir que contiene más de la fracción II; proteína verdadera y Nitrógeno no protéico insolubles pero que son parcialmente degradados en el rumen y disponible al animal.

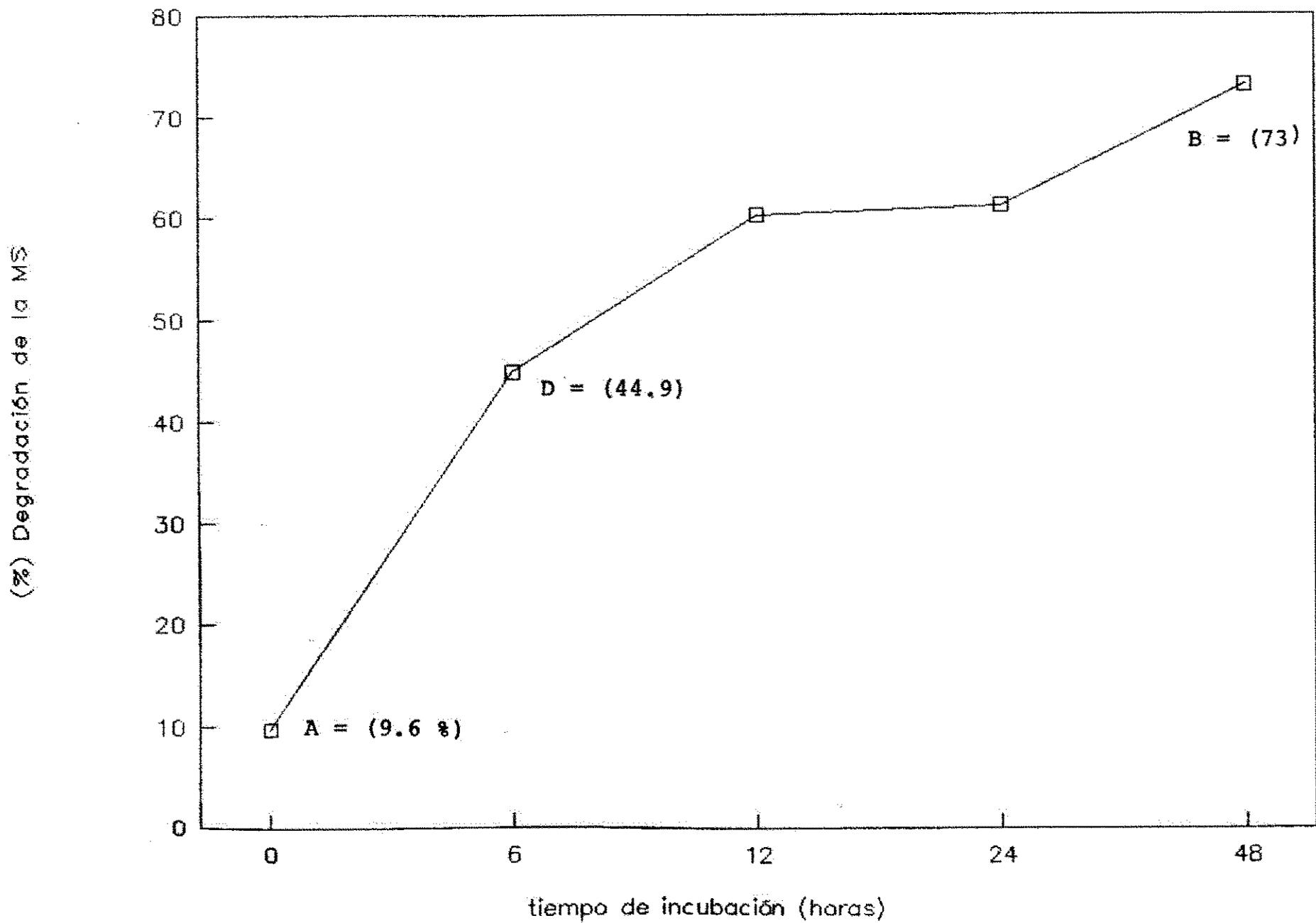


Grafico 1 Curva de degradación de la Materia Seca del afrecho de cerveza.

En el gráfico 1, se muestra la curva de degradación de la materia seca del afrecho de cerveza, la cuál fue ajustada por apreciación, usando los valores de degradación de la parte experimental. Se hizo con el fin de obtener un intercepto A, que es, según la relación A tiempo 0, o el material rápidamente solubilizado, o por pérdidas de material muy fino. (Orskov y McDonald, 1979). El valor tomado de la curva del afrecho de cerveza fué de 9.6 %.

Luego se escogió un tiempo t, en un punto de la curva donde los valores para D se cambian rápidamente con el tiempo (esta fué el área más sensible de la curva y dará el mejor estimado de C). (Orskov y McDonald, 1979). Se escogió el tiempo t = 6 hrs. Luego se estimó que C a las 6 hrs la degradabilidad de D fué de 44.9 %.

Luego se tomó la estimativa de A+B (la digestibilidad máxima del afrecho de cerveza). (Orskov y McDonald, 1979) se estimó en 82.6 %.

Quedando determinado los valores estimados de A,B,D y t, se cálculo C. Teniendo C, con la ecuación:

$D = A + B (1 - e^{-ct})$ de (Orskov y McDonald, 1979) se cálculo la degradabilidad de MS del afrecho de cerveza, en cada intervalo de tiempo (6, 12, 24, 48 hrs).

(%) Degradación de PB

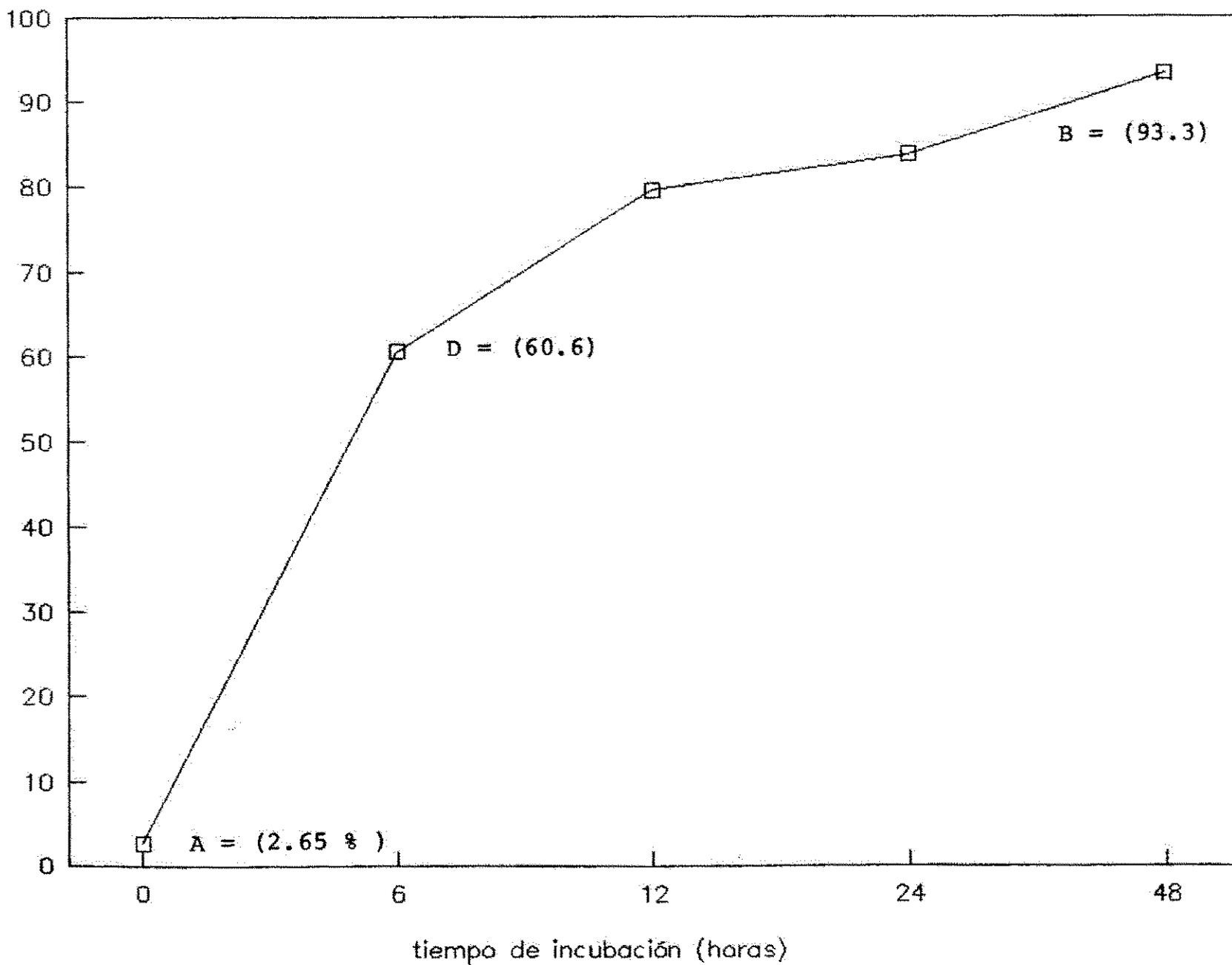


Grafico 2 Curva de degradación de la Proteína Bruta del afrecho de cerveza.

En el gráfico 2, se muestra la curva de degradación de la proteína bruta del afrecho de cerveza, la cuál fue ajustada por apreciación, usando los valores de degradación de la parte experimental. Se hizo con el fin de obtener el intercepto A, que es, según relación A, tiempo 0, o el material rápidamente solubilizado, o por pérdidas de material muy fino. (Orskov y McDonald, 1979). El valor tomado de la curva de degradación de la PB del afrecho de cerveza fué de 2.65 %. Luego se escogió un tiempo t, en un punto de la curva donde los valores, para D se cambian rápidamente con el tiempo (está fue el área más sensible de la curva y dara el mejor estimado de C). (Orskov y McDonald, 1979). Se escogió el tiempo t = 6 hrs. Luego se estimo que C a las 6 hrs la degradabilidad de D fue de 60.6 %.

Luego se tomó la estimativa de A+B (la digestibilidad máxima del afrecho de cerveza). (Orskov y McDonald, 1979) se estimó en 95.9 %.

Quedando determinado los valores estimados de A,B,D y t, se cálculo C. Teniendo C, con la ecuación:

$$D = A + B (1 - e^{-ct})$$
 de (Orskov y McDonald, 1979) se cálculo la degradabilidad de la PB del afrecho de cerveza, en cada intervalo de tiempo (6, 12, 24, 48 hrs).

Cuadro 4: Comparación de la degradación de la MS del experimento vs la degradación de la ecuación.

| Tiempo | Degradabilidad experimental | Degradabilidad ecuación | Sxd | Tc | Tt |
|--------|-----------------------------|-------------------------|-------|-------|------|
| 6 | 44.9 | 44.9 | | | |
| 12 | 60.2 | 63.0 | 3.585 | -1.96 | 3.18 |
| 24 | 61.2 | 77.3 | | | |
| 48 | 73.0 | 82.2 | | | |

NS (Estadísticamente no hay significancia con $P = 0.05$)

En el cuadro 4 se muestran los resultados del análisis estadísticos con prueba T (student) diseño con datos pareados, donde se compararon las medias de porcentajes de digestibilidad de MS de la parte experimental contra los porcentajes de digestibilidad obtenidas en la ecuación (Orskov y McDonald, 1979). Mostrandonos que no existen diferencias significativas entre las medias de la parte experimental y las medias de la ecuación con $P = 0.05$. La estimación es eficiente, y por lo tanto la ecuación es representativa de los valores, puede usarse para conocer valores que estan dentro del rango.

Cuadro 5: Comparación de la degradación de la PB del experimento vs la degradación de la ecuación.

| Tiempo | Degradabilidad experimental | Degradabilidad ecuación | Sxd | Tc | Tt |
|--------|-----------------------------|-------------------------|------|-------|------|
| 6 | 60.6 | 60.2 | 2.23 | -1.70 | 3.18 |
| 12 | 79.5 | 82.3 | | | |
| 24 | 83.8 | 93.9 | | | |
| 48 | 93.3 | 95.9 | | | |

NS (Estadísticamente no hay significancia con $P = 0.05$)

En el cuadro 5 se muestran los resultados del análisis estadísticos con prueba T (student) diseño con datos pareados, donde se compararon las medias de porcentajes de digestibilidad de PB de la parte experimental contra los porcentajes de digestibilidad obtenidos en la ecuación (Orskov y McDonald, 1979). Mostrandonos que no existen diferencias significativas entre las medias de la parte experimental y las medias de la ecuación con $P = 0.05$. La estimación es eficiente, y por lo tanto la ecuación es representativa de los valores, puede usarse para conocer valores que estan dentro del rango.

V CONCLUSIONES

- 1) El afrecho de cerveza según su valor nutritivo y tasa de degradación, puede ser considerado un suplemento protéico de lenta degradación.
- 2) La máxima degradación de la MS del afrecho de cerveza se dio a las 48 hrs., presentando porcentajes altos de degradación, (73 %).
- 3) La máxima degradación de la PB del afrecho de cerveza fué a las 48 hrs, siendo sus porcentajes de degradación altos, (93.3 %).

VI. BIBLIOGRAFIA

- 1) A.O.A.C.,1984 Official Methods of Analysis. 14 th. ed. Asosiation Official Agricultural Chemists. Washington, D.C. U.S.A.
- 2) ARMSTRONG,D.G. 1982. Valoración nutritiva de los alimentos. Avances recientes en la valoración de las proteínas para los rumiantes. XX Reunión científica.S.I.N.A. Zaragoza, España. 25:9
- 3) AYALA, A. y ALCOCER, C.,1988. El uso de las bolsas de nylon para estimar el valor nutritivo de los alimentos. Unidad de postgrado e investigación. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. 5p.
- 4) BALCH, C.C., A. KELLY AND G. HEIM. 1951. Br. J. Nutr. 5:207
- 5) BALCH, C.C. 1955. Nature 175:940
- 6) BLANDINO y TARGHINI,1990. Tablas de composición química de los alimentos utilizados en la alimentación animal. ISCA. Managua. 7. p.

- 7) COTO, G. s.f. Nutrición proteica de rumiantes: Nuevos avances científicos. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 83p. p.5-6.
- 8) CRAMPTON, E.W. y HARRIS, C.E., 1980 Nutrición Animal Aplicada, Ed. Acribia, Zaragoza, España. p.86
- 9) DEARRIBA, J. 1988. Fisiología y Bioquímica de la digestión en el rumiante. Santiago de Cuba. Oriente. 83p.
- 10) DEVLIN, T.J. s.f. Brewers' Grain for livestock. Trad. por Indiana de Trinidad. Canada, Lehmann. Labatt's. [5]p.
- 11) DZIUK, H.E. AND E.H. McCAULEY, 1965. Amer. J. Physiol. 209:324.
- 12) FLORES, J.A. 1980. Bromatología Animal. 2 ed. Madrid, España. Limusa. 718.722p.
- 13) GANEV, G; ORSKOV, E. R.; SMART, R. 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 93:655.

- 14) HERRERA-SALDANA,R.,1987 J. Dairy Sci. 70(1): 114}
- 15) KEMPTON,T.J.,1980 El uso de las bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de los alimentos para el rumiante. Prod. An. Trop. Australia. 5:115-126.
- 16) MARRERO,C.I.,1980 Nutición Animal I, Fac. C. Agrop. U.N.A.N.
- 17) McDONALD, P.,EDWARDS R.A y GREENHALGH, J.F.D.,1980. Nutrición Animal, Ed. Acribia, Zaragoza, España. 462p.
- 18) MEDINA,L.,1990. Elaboración de cerveza y obtención del afrecho de cerveza. Managua,Nic., Cerveceria de Nicaragua. (Comunicación personal).
- 19) MEHREZ,A.Z. y E.R. ORSKOV,1977. The use of a dacron bag technique to determinate rate of degradation of protein and energy in the rumen. J.Agr. Sci. 93:645.
- 20) MORRISON, F.B.,1969. Alimentos y alimentación del ganado. México, Lehmann, UTEHA. Tomo I 572-575p.

- 21) ORSKOV, E.R. 1988. Nutrición protéica de los rumiantes. Zaragoza, España. Acribia. 173p.
- 22) ORSKOV, E.R., y E.I. McDONALD., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agr. Sci. 92:499.
- 23) ORSKOV, E.R., F.D. HOVELL, y F. MOULD., 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Prod. Ani. Trop. 5:213-233.
- 24) OTHMER, K. 1962. Enciclopedia de tecnología química. México, Lehmann. UTEHA. Tomo 4, 605-607p.
- 25) QUINN, J.I., Y.G. WATH y S. MYBURGH, 1938. Studies on the alimentary tract of merino sheep in south Africa. 4. Description of experimental techniques. J. Vet. Sci. and An. Ind. 11:341.
- 26) REUNION DE NUTRICION ANIMAL (3., 1990, MEXICO) 1990. Preliminares sobre aprovechamiento y utilización de sub-productos no convencionales en Nicaragua. Ed. por Londoño y Massarelli. Managua, Nic., U.N.A. 152p.

- 27) RUIZ, M.E. Y RUIZ, A. 1990. Nutrición de rumiantes: metodología de investigación. San José, Costa Rica. IICA. 358p.
- 28) SATTER, L.D. 1986. J. Dairy Sci. 69:2734.
- 29) SHALK, A.F. AND F.S. AMADON. 1928. N. Dakota Agric. Exp. Sta. Bul. 216p.
- 30) SNIFFEN, C.J. 1980. Proc. 40 th American Feed manufact. Assoc. Nutrition Council. p.40.
- 31) TOVAR, M.R. 1990. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Ganadería, Colegio de Post-graduados. Montecillos, México.
- 32) ULLMAN, Tr. 1931. Enciclopedia de química industrial. S.L. Editorial Gustavo Gili. Tomo I 700-702p.
- 33) WILSON, P.N. and STRACHAN. 1982. The contribution of undegraded protein to the protein requirements of dairy cows. Resents advances in animal nutrition. Butter Worths, Washington, D.C., p 229.

ANEXOS

Cuadro 1A. Degradación de la materia seca del afrecho de cerveza a diferentes intervalos de tiempo.

| Incubación | Tiempo (hrs) | MS Inicial (grs) | MS no degrada- dada (grs) | MS degra- dada (grs) | MS no degrada- dada (%) | MS degra- dada (%) |
|------------|-----------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1 | 6 | 9.6 | 5.3370 | 4.263 | 56 | 44 |
| 1 | 6 | 9.6 | 5.6747 | 3.9253 | 59 | 41 |
| 2 | 6 | 9.6 | 5.077 | 4.523 | 53 | 47 |
| 2 | 6 | 9.6 | 5.067 | 4.533 | 53 | 47 |
| 1 | 12 | 9.6 | 3.4194 | 6.1806 | 36 | 64 |
| 1 | 12 | 9.6 | 3.8059 | 5.7941 | 40 | 60 |
| 2 | 12 | 9.6 | 4.043 | 5.557 | 42 | 58 |
| 2 | 12 | 9.6 | 4.004 | 5.596 | 42 | 58 |
| 1 | 24 | 9.6 | 3.4637 | 6.1363 | 36 | 64 |
| 1 | 24 | 9.6 | 3.3852 | 6.2148 | 35 | 65 |
| 2 | 24 | 9.6 | 4.035 | 5.565 | 42 | 58 |
| 2 | 24 | 9.6 | 4.024 | 5.576 | 42 | 58 |
| 1 | 48 | 9.6 | 2.6985 | 6.9015 | 28 | 72 |
| 1 | 48 | 9.6 | 2.8043 | 6.7957 | 29 | 71 |
| 2 | 48 | 9.6 | 2.587 | 7.013 | 27 | 73 |
| 2 | 48 | 9.6 | 2.287 | 7.313 | 24 | 76 |

Cuadro 2A. Degradación de la proteína bruta del afrecho de cerveza a diferentes intervalos de tiempo.

| Incubación | Tiempo (hrs) | PB Inicial (grs) | PB no degrada- da (grs) | PB degra- da (grs) | PB no degrada- da (%) | PB degra- da (%) |
|------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | 6 | 2.650 | 1.17 | 1.48 | 44 | 56 |
| 1 | 6 | 2.650 | 1.28 | 1.37 | 48 | 52 |
| 2 | 6 | 2.650 | 0.86 | 1.79 | 32 | 68 |
| 2 | 6 | 2.650 | 0.87 | 1.78 | 33 | 67 |
| 1 | 12 | 2.650 | 0.62 | 2.03 | 23 | 77 |
| 1 | 12 | 2.650 | 0.69 | 1.96 | 26 | 74 |
| 2 | 12 | 2.650 | 0.43 | 2.22 | 16 | 84 |
| 2 | 12 | 2.650 | 0.43 | 2.22 | 16 | 84 |
| 1 | 24 | 2.650 | 0.57 | 2.08 | 22 | 78 |
| 1 | 24 | 2.650 | 0.56 | 2.09 | 21 | 79 |
| 2 | 24 | 2.650 | 0.28 | 2.37 | 11 | 89 |
| 2 | 24 | 2.650 | 0.31 | 2.34 | 12 | 88 |
| 1 | 48 | 2.650 | 0.21 | 2.44 | 8 | 92 |
| 1 | 48 | 2.650 | 0.21 | 2.44 | 8 | 92 |
| 2 | 48 | 2.650 | 0.15 | 2.50 | 6 | 94 |
| 2 | 48 | 2.650 | 0.13 | 2.52 | 5 | 95 |