UTILIZACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LEVANTE DE NOVILLAS BRAHMÁN BAJO PASTOREO SEMI- INTENSIVO SUPLEMENTADO EN LA REGIÓN DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

CESAR ALFONSO BUENO LLOREDA

NORVEY HERNANDO LESMES RODAS

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE ZOOTECNIA

BOGOTA D.C.

2007

MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LEVANTE DE NOVILLAS BRAHMÁN BAJO PASTOREO SEMI-INTENSIVO SUPLEMENTADO EN LA REGIÓN DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

CESAR ALFONSO BUENO LLOREDA
Cód.13012006
NORVEY HERNANDO LESMES RODAS
Cód. 13012007

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el titulo como Zootecnista

Director: Abelardo Conde Pulgarin. Zootecnista Ms.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE ZOOTECNIA
BOGOTA
2007

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Hermano Fabio Gallego Arias F.S.C

RECTOR

Hermano Carlos Gabriel Gómez Restrepo F.S.C

VICERRECTOR ACADÉMICO

Hermano Edgar Figueroa Abrajim F.S.C

VICE-RECTOR DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO HUMANO

Doctor Guillermo Panqueva Morales

SECRETARIO GENERAL

Doctor Mauricio Fernández Fernández.

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

Doctor Rafael Ignacio Pareja Mejía

DECANO FACULTAD DE ZOOTECNIA

Doctor Jos Juan Carlos Leconte

SECRETARIO ACADÉMICO FACULTAD DE ZOOTECNIA

NOTA DE ACEPTACIÓN

DECANO _____

Dr. Rafael I. Pareja Mejia

SECRETARIO ACADÉMICO _____

Dr. Jos Juan Carlos Leconte

DIRECTOR _____

Doctor Abelardo Conde Pulgarin

JURADO _____

Doctora Liliana Betancourtl López

JURADO _____

Doctor Cesar Julio Jaramillo

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Norvey Lesmes. Mi compañero y realmente mi amigo, gracias a el y a su apoyo pudimos culminar con éxito este trabajo.

William Yepes. Por su gran amistad y apoyo en todos los momentos que lo necesite. Gracias

Dr. Abelardo Conde P. Zootecnista. Por su paciencia y su valiosa orientación y motivación que nos llevaron a conducir exitosamente este trabajo.

A la **Universidad de la Salle** por su apoyo brindado para que este proyecto se realizara.

A la **Facultad de Zootecnia** en cabeza de su decano, **Doctor Rafael Ignacio Pareja**; y al secretario académico, **Doctor Jos Juan Carlos Leconte**.

Le agradezco a cada una de las personas que hicieron posibles que se llevara a cabo esta investigación: Alejandro Marín, Diego Patiño, William Rey, William Toro, Maria Antonia Londoño, Laura Cuellar, Julián Jiménez, Harold Niño y a aquellos que se pasan por alto pero que también tienen un significado en mi vida. Gracias a todos.

Cesar Alfonso Bueno Lloreda

DEDICATORIA

A mi mama por ser la principal gestora de este logro, por creer siempre en mí, por su infinito amor, por su incansable respaldo, por su confianza y por ser mí mejor ejemplo de vida.

A mi papa (Q.E.P.D), por mi infancia inigualable, por su amor silencioso, por su tan preciada prudencia y por su inusual ausencia; ustedes son mi mayor orgullo y felicidad.

A mi hermana por estar en los momentos importantes de mi vida. La quiero mucho.

A Dios por darme su bendición en las metas que me he propuesto.

A mi novia por su apoyo incondicional en todo momento. Un beso

Cesar Alfonso Bueno Lloreda

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

A la facultad de Zootecnia de la Universidad de la Salle, a sus directivas por la colaboración que nos brindo en el tiempo de desarrollo del presente trabajo.

Dr. Jos Juan Carlos Leconte. Secretario Académico. Por su apoyo y consejo durante la carrera.

Dr. Abelardo Conde P. Zootecnista. Msc. Por el aporte de sus conocimientos en este trabajo, su tutoría como director y colaboración desinteresada.

Dra. Liliana Betancur L. Zootecnista. Por su ayuda y cooperación en la parte de estadística.

Dr. Javier Eduardo Gómez Meza: Medico Veterinario. Por su participación y amistad para el desarrollo del presente trabajo.

Cesar Bueno Lloreda. Por ser mi amigo y compañero, por que su colaboración fue fundamental para lograr este trabajo.

Maria Clara Lloreda. Por prestarnos su finca “Hacienda Cantaclaro” en Palmira y poner a disposición sus trabajadores para desarrollar el trabajo, por su ánimo y amistad en todo momento. Gracias a todos ellos.

William Yepes C. Por su amistad incondicional y su apoyo, tanto de amigo como de colega.

Norvey Hernando Lesmes Rodas

DEDICATORIA

Primero dedico este trabajo a Dios por permitirme llegar hasta aquí y ver realizados mis sueños de ser un profesional.

A mis padres por siempre apoyarme en la carrera, su esfuerzo económico para hacer de mí un profesional, por sus consejos y ánimo.

A mis hermanos Miller, Cesar, Raquel y Fanny. A Efrén que es como un hermano mayor.

A mi novia Julieth Verónica, por su amor y ánimo, a mi hija Sofía por ser una bella bendición en mi vida.

Dedico este trabajo a las personas que de una manera u otra colaboraron en este proyecto para que fuese una realidad: Diego Patiño, William Toro, Julián Jiménez, Fabián Vergara, Maria Antonia Londoño, Cesar Moreno. Muchas Gracias.

Norvey Hernando Lesmes Rodas

CONTENIDO

		Pág.
RESUMEN		
ABSTRACT		
INTRODUCCIÓN		
OBJETIVOS		
1.	MARCO TEÓRICO	1
1.1	MANEJO DE NOVILLAS	1
1.1.1.	Aspectos generales	1
1.1.2.	Sanidad	2
1.2	GENERALIDADES DE LOS PROBIOTICOS	3
1.2.1.	Definición de probiótico	3
1.2.2.	Clasificacion de los probioticos	5
1.2.3.	Características de los probióticos.	6
1.2.4.	El ecosistema ruminal y sus posibilidades de mejora.	7
1.2.5.	Uso de probióticos en rumiantes.	8
1.2.6.	Las levaduras como probiótico en rumiantes.	11
1.2.7.	Efectos en vacas lecheras.	12
1.2.8	Marco Legal	13
1.3.	MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)	13
1.3.1.	Qué es EM – Origen.	13
1.3.2	Definición.	14
1.3.3	Principales microorganismos contenidos en el EM.	14
1.3.3.1.	Bacteria fotosintética (fototrófica).	14
1.3.3.2.	Bacterias acido lácticas.	15
1.3.3.3.	Levaduras.	16
1.3.3.4.	Actinomicetos.	16

1.3.3.5.	Hongos de fermentación	17
1.4	RESULTADOS DE TRABAJOS REALIZADOS	18
1.4.1	Con probióticos	18
1.4.2.	Con EM	18
1.4.2.1.	Avicultura	18
1.4.2.2	Porcicultura	19
1.5	EL DESARROLLO SOSTENIBLE	22
1.5.1	Estrategias para la sostenibilidad.	23
2.	METODOLOGÍA	26
2.1	TIPO DE ESTUDIO	26
2.2	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	26
2.2.1	Materiales.	26
2.2.2.	Proceso de elaboración.	27
2.3	ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS	29
2.4	UBICACIÓN DEL SITIO DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO	29
2.5	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	30
2.6	TIPO DE ESTUDIO	31
2.6.1	Definición de las unidades experimentales.	31
2.6.2	Universo y muestra.	31
2.6.3	Diseño experimental.	31
2.7	COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICA	32
2.8	DETERMINACIÓN DE LA DINÁMICA DE PRODUCCIÓN DE GASES DE LOS MATERIALES	33
2.8.1.	Procedimiento	33
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1	DIETAS EXPERIMENTALES	35
3.2	GANANCIAS DE PESO	36
3.3	PESO FINAL	39

3.4 DETERMINACIÓN DE LA DINÁMICA DE PRODUCCIÓN DE GASES DE LOS MATERIALES EVALUADOS 41
3.4.1 Mezcla mas microorganismos eficientes (EM) 41
3.4.2 Mezcla sin microorganismos eficientes (EM) 41
3.5 ANÁLISIS FINANCIERO 44
4. CONCLUSIONES 46
5. RECOMENDACIONES 47
BIBLIOGRAFÍA
Internet – direcciones
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Plan oficial de vacunación de bovinos	3
Tabla 2.	Microorganismos utilizados como probióticos en los animales y el hombre	9
Tabla 3.	Efectos relativos de la suplementación con levaduras en vacas lecheras	12
Tabla 4.	Composición microbiológica del EM	32
Tabla 5.	Composición nutricional en base seca del Pasto Estrella en la Finca Cantaclaro (Valle) durante el periodo experimental con 35 días de recuperación.	33
Tabla 6.	Análisis bromatológico del suplemento (Cogollo de caña y Matarratón) en proporciones 57% y 43% respectivamente en base seca.	36
Tabla 7.	Pesos promedios iniciales de T0 y T1	37
Tabla 8.	Ganancias de peso promedio total en los diferentes tratamientos	38
Tabla 9.	Peso final promedio total en los diferentes tratamientos en Kg.	39
Tabla 10.	Valores obtenidos de la mezcla (Matarratón + Cogollo de caña + Pasto Estrella + EM)	41
Tabla 11.	Valores obtenidos de la mezcla (Matarratón + Cogollo de caña + Pasto Estrella)	41
Tabla 12.	Costos fijos de los tratamientos	44
Tabla 13.	Ganancia económica en el uso de EM en bovinos	44

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Bancos de Caña de azúcar y Matarratón	27
Figura 2.	Pesaje de los animales y medición del consumo de forraje	28
Figura 3.	Pesos promedios iniciales	37
Figura 4.	Ganancias de peso promedio total en los diferentes tratamientos	38
Figura 5.	Peso final promedio total en los diferentes tratamientos en Kg.	39
Figura 6.	Representación de la producción de gas (ml) vs. El valor en tiempo (horas) obtenido de la mezcla (Matarratón + Cogollo de caña + Pasto Estrella) con EM (azul) y sin EM (rojo)	42

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A Proteína total por el método de Kjeldahl

ANEXO B Formato recolección de la información; Hacienda “Cantaclaro”; Registro mensual de pesajes

ANEXO C Resultados pruebas CORPOICA

ANEXO D Técnica medición de gas In Vitro

ANEXO E Tablas de resultados estadísticos; Análisis de varianza unívariante

ANEXO F Anexos fotográficos

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de analizar los sistemas de producción de ganadería bovina de carne en Colombia y plantear estrategias que promuevan su competitividad y sostenibilidad. Para dicho trabajo, se suplementaron 20 hembras destetas raza Brahman comercial en un sistema de pastoreo semi-intensivo con Pasto Estrella (Cynodon nlemfluensis), cogollo de caña (Saccharum officinarum) y Matarratón Gliricidia sepium), con la adición de un probiótico de alta divulgación en la actualidad como es el caso de los Microorganismo Eficientes (EM). Los animales fueron divididos en dos tratamientos en forma aleatoria, cuya variable a evaluar fue la ganancia de peso diaria y el peso final. Cada tratamiento estaba conformado por 10 repeticiones. Los resultados se analizaron bajo un diseño completamente al azar. De los resultados obtenidos se lograron ganancias de peso promedios de 682.4 gr. diarios en los animales que les fue adicionado EM en el suplemento vs. 418.5 gr. por día en animales que no les fue adicionado. En los pesos finales, los animales que consumieron EM en su suplemento obtuvieron en promedio 21.4 Kg. mas que aquellos que no consumieron EM al final de los 90 días que duro el experimento. Los resultados obtenidos en la producción de gas *in Vitro* para el parámetro “a” (Máxima producción de gas por ml) se obtuvo que la mezcla del suplemento con EM tuvo una menor producción de gas (20.40 ml) con respecto a la mezcla que no tenia EM (21.44 ml). Para el parámetro “b” (Velocidad o tasa de producción de gas por ml / hr.) se observó que la mezcla del suplemento con EM tuvo una mayor velocidad de producción de gas (0.060 ml / hr) con respecto a la mezcla que no tenia EM (0.058 ml / hr). Para el parámetro “c” (Tiempo de retardo o Lag por horas) se observó que la mezcla del suplemento con EM tuvo un mayor tiempo para la acción de degradación (0.813 horas) con respecto a la mezcla sin EM que fue de (0.71 horas). Concluyendo que el uso de EM como aditivo en los suplementos para los animales, mejora la ganancia de peso y peso corporal, por ello se supone, incrementa los ingresos por un aumento en las ganancias de peso hasta en un 35.3% mas que en animales que no consumen este aditivo.

Palabras clave: EM, probióticos, cogollo de caña, pasto estrella, Matarratón, degradación *in Vitro.*

ABSTRACT

This work was maked with the objetive to analyze the production system of meat cattle in Colombia and expound the strategy that improve their competitive characteristics and sustain themself. We took twenty wean females that were comercial brahman breed in a system of semi-intensive pasture with star grass (Cynodon nlemfluensis), sugar cane tops (Saccharum officinarum), Gliricidia sepium and a high grade probiotic that is EM (efficient microorganism). Those animals were aleatory divided in two treatment, in which evaluate the weight gains per day and final weight after 90 days, like a variable. Each treatment had 10 recurrences. The result was analyze by a random design. the result shows that the average weigh gains in animals with EM and supplement in their meal was 682.4gr per day vs animals without EM just supplement in their meal was 418.5gr per day. In the final weight, the animals with EM in their meals was 21.4 kg more than those who werent received EM.The results of the gas production in Vitro were evaluated for the following parameters: “a” (Maximum Gas Production per ml) the mixture of the supplement with EM had a less production of gas(20.40ml) compared with just supplement (21.22ml).”b” (Speed or production rate of gas ml/hr) the mixture of the supplement with EM had a fastness speed than the only supplement. “c” (delay time of degadation) the mixture of the supplement with EM had a longer time for the degradation (0.813horas) compared with the only supplement (0.71horas). In conclusión the used of the EM and supplement in animal´s meal helps to improve the weight gains, the corporal weight and proceeds of the 35% of weight compared with those who were received just supplement.

Key words: EM, probiotics, sugar cane tops, Stargrass, Gliricidia Sepium, degradation in Vitro.

INTRODUCCIÓN

Los altos costos en los sistemas productivos ganaderos y específicamente los insumos en la alimentación animal no permiten optimizar las ganancias deseadas en dichos sistemas, sus gastos sobrepasan más del 40% del costo de producción FEDEGAN, (2004). Es por ello, que se buscan alternativas que optimicen los sistemas de alimentación, utilizando subproductos de la región y que se ajusten a sistemas productivos locales.

Actualmente en Colombia en las ganaderías de carne tropical, su mayor ganancia de peso se obtiene con inclusiones de productos químicos y utilización de suplementos comerciales, haciendo de este modo, que nuestros sistemas ganaderos se vuelvan dependientes de un sistema exógeno comercial y no del sistema endógeno que es lo que propone en el plan de desarrollo tecnológico de la Ganadería en Colombia CORPOICA, (2004), para así, de este modo alcanzar producciones competitivas y sostenibles en la globalización de los mercados.

Las actuales políticas del gobierno dirigidas a una economía abierta, hacen que la industria, tanto pecuaria como agrícola se vean forzadas a mejorar sus ofertas en cuanto a calidad y cantidad de sus productos, en el mercado nacional y abrir plazas en el internacional. Sin embargo, en los sistemas existentes no le permiten al sector lograr a corto o mediano plazo dichas metas, haciendo necesario una evaluación objetiva y profunda de la estructura de costos y eficiencia de los sistemas de producción agropecuarios en Colombia.

En Colombia, instituciones como CORPOICA, CIPAV, CIAT, algunas universidades etc., vienen desarrollando y estandarizando técnicas y metodologías

requeridas para hacer más eficiente la investigación agropecuaria. Al mismo tiempo están desarrollando modelos y sistemas de manejo alimenticio, basándose en parámetros metabólicos y fisiológicos obtenidos bajo condiciones experimentales particulares de los animales en los diferentes agroecosistemas tropicales del país.

Sin embargo, la investigación por cada uno de estos grupos es prácticamente fragmentada, incompleta y no ha tenido una integración de resultados que permita desarrollar estrategias de alimentación para cada una de las regiones donde la producción agropecuaria es relevante.

En este contexto, se hace necesario completar la caracterización de recursos alimenticios, implementando experimentación y análisis especializados, estudios de interacciones metabólicas y fisiológicas, para finalmente los resultados integrarlos a un sistema de producción agropecuario, ajustados a una condición regional y a un sistema de alimentación animal con capacidad de predicción confiable para productores.

Del mismo modo, se evidencia cada día la necesidad de formular estrategias que permitan entrar en mercados con categorías de sellos verdes, con producciones ecológicas con productos limpios. Es por ello, que en la medida en que se internalicen los conceptos de sostenibilidad de los sistemas de producción y se regule la protección ambiental, mayor será la necesidad de aplicar estrategias integrales para el desarrollo y el uso de prácticas productivas más idóneas para su ambiente ecológico, social y económico específico.

Por lo anterior, se presenta una propuesta de tipo investigativo que permite abordar un sistema de ganadería de carne en el trópico bajo Colombiano ajustado a sus recursos alimenticios locales, con el uso de aditivos orgánicos, que en los

últimos años se han comenzado a emplear como son los microorganismos, los cuales optimizan los procesos metabólicos digestivos mejorando así los rendimientos productivos, tal es el caso de Los Microorganismos Eficientes o EM (sigla en Inglés de Effective Microorganisms) que son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación de monogastricos y muy poco o casi nada en la alimentación de poligastricos.

Sumado a esto y para lograr obtener un rendimiento óptimo en la producción ganadera actual, se busca la inclusión de subproductos de origen vegetal propios de la micro región específica del Valle del Cauca sede del proyecto, con el fin de disminuir el impacto económico en los costos de producción y mejorar los parámetros de rentabilidad y productividad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM) en la ganancia de peso en novillas destetas Brahman comercial en un sistema de pastoreo semi-intensivo con pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*), suplementadas con cogollo de caña (*Saccharum officinarum*) y matarratón (G*liricidia sepium).*

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM), sobre la ganancia diaria de peso de las novillas.

Evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM), sobre el peso final de las novillas.

Determinar si los microorganismos eficientes (EM) afectan la degradabilidad de la dieta suministrada por medio de la técnica de medición de gas *in vitro*.

Realizar un análisis económico de los tratamientos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 MANEJO DE NOVILLAS

1.1.1. Aspectos generales (Adaptado de Solla®[1]).

El objetivo del levante de novillas es llevarlas al peso y desarrollo adecuados para tener su primer servicio a los 16-18 meses y lograr al parto, un animal con adecuada estructura y reservas corporales.

El Levante de novillas es uno de los puntos más críticos y descuidados del hato lechero, incrementando injustificadamente el tiempo al primer parto y con frecuencia a pesar de la genética del animal, la primera lactancia es deficiente y los días abiertos (días del parto a la preñez) muy extendidos.

En muchas explotaciones las novillas se levanten en condiciones de baja oferta de forraje y sin concentrado. En el pastoreo, la variación en la oferta forrajera puede reducir considerablemente el consumo de materia seca. El suministro de concentrado mejora la utilización del forraje y aumenta la ganancia de peso disminuyendo el tiempo al primer parto y reduciendo dramáticamente la cantidad de alimento requerido y por ende el costo.

La dieta durante el levante debe contener alrededor de un 16% de proteína y proveer las necesidades energéticas del animal, que en buena parte están determinadas por el ejercicio que realice, lo cual conduce a que animales que pastorean en sitios muy pendientes, tienen altos requerimientos energéticos. (FEDEGAN, 2000).

[1] http://www.solla.com/index.php?option=com_content&task=view&id=77&Itemid=94

El forraje abundante y de buena calidad y la suplementación con concentrado es esencial para obtener buenos resultados. La suplementación debe contener un adecuado balance de proteína y energía para lograr novillas con adecuado desarrollo en peso y alzada para su primer servicio. La ganancia de peso debe maximizarse durante el primer año de vida pues en esta etapa se produce más definitivamente el desarrollo estructural de la novilla. Sin embargo, ganancias de peso mayores a 1 kilogramo por día entre los 3 y 10 meses de vida reducen, el potencial lechero de la novilla.

La cantidad de suplemento que debe darse diariamente depende principalmente del consumo de forraje y el estado de desarrollo y de reservas corporales de la novilla. En general, entre los 6 meses y hasta 2 meses antes del parto, la suplementación de concentrado oscilará entre 1 y 3 kg por animal por día.

Una buena alternativa para realizar la suplementación energética en estos casos, son los bloques multinutricionales, los cuales se pueden elaborar en la finca, con la composición que más se ajuste a las necesidades de la explotación. En general, es fundamental suministrar de manera contínua, alimento adecuado en cuanto a calidad y cantidad, durante el período de levante, para que no se afecte el crecimiento ni del animal, ni de la glándula mamaria. (FEDEGAN, 2000)

1.1.2 Sanidad

El plan sanitario establecido por el Instituto colombiano Agropecuario (ICA) para el ganado vacuno. (Tabla 1)

Tabla 1.Plan oficial de vacunación de bovinos

Enfermedad	Vacuna	Aplicación	Revacunación	Dosis Animal
- Fiebre Aftosa	Antiaftosa (A-O)	3-4 meses de edad en adelante	Cada 6 meses	5 ml Subcutánea
- Brucelosis	Cepa 19	Terneras entre 3-9 meses de edad	No necesita	5 ml Subcutánea
- Carbón sintomático - Edema Maligno - Septicemia Hemorrágica	Vacuna Triple	3 meses en adelante	Ocho días después de la primera; luego cada año	5 ml Subcutánea
- Carbón Sintomático	Sintovacuna compuesta	3 meses de edad en adelante	Cada año	5 ml Subcutánea
- Carbón Bacteridiano	Rayovacuna	3 meses de edad en adelante	Cada año	2 ml Subcutánea
- Rabia	Antirrábica (Bovinos)	4 meses de edad en adelante	Cada año	2 ml intramuscular

Vermifugaciones:

1. A los 3 meses de edad
2. Al destete (15 días antes)
3. A los 10 - 11 meses de edad
4. De aquí en adelante según el estado parasitario de cada animal

Terneros: Desparasitar cada mes hasta los seis meses de edad

Adultos: Dos veces al año

Fuente**:** ICA, (2006)

1.2 GENERALIDADES DE LOS PROBIÓTICOS

1.2.1. Definición de probiótico.

La palabra probiótico se deriva de dos palabras griegas que significan “para la vida”. Son organismos y sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal.

La mayoría de los Probióticos son bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus, Streptococcus, Bifidobacterias*). Se suministran en el alimento o en el agua, pueden actuar proporcionando nutrientes, digiriendo el alimento o inhibiendo bacterias nocivas. (FULLER, 1989). Su empleo está muy extendido y es favorablemente acogido por su significado positivo en alimentación animal. El concepto de probióticos tiene ya mas de un siglo de antigüedad y la introducción del término se atribuye a FULLER, (1989). Aunque se ha visto sometido a múltiples definiciones, mas o menos completas, tal vez la definición mas adecuada sea la propuesta por HAVENAAR y HUISIN 'T VELD, (1992), según la cual los probióticos son: Cultivos simples o mezclados de microorganismos vivos que, aplicados a los animales o al hombre, benefician al hospedador mejorando las propiedades de la microflora intestinal original. VAN EYS y DEN HARTOG, (2003) añaden que deben estar en una dosis suficiente para modificar (por implantación o colonización) la microflora de algún compartimiento del aparato digestivo del hospedador. Para que una bacteria se acepte como probiótico comercial esta debe regenerarse en corto tiempo, producir sustancias antimicrobianas (como ácido láctico), resistir su procesamiento, manejo comercial y llegar viables y en altas concentraciones al intestino en donde se precisa su proliferación.

La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA), en 1989 pidió a los fabricantes usar el termino "Alimentos Microbianos Directos" (AMD), en vez de Probióticos. La FDA define a un AMD como una fuente de vida viable de microorganismos naturalmente ocurrentes. Los microorganismos usados en los AMD están en la categoría de los generalmente reconocidos como seguros, de acuerdo a la FDA. SOGAARD y SUR-JESSEN, (1990) citan que los alimentos microbianos directos son usados básicamente para el establecimiento de una población ideal microbiana en el tracto digestivo del animal.

En la nueva directiva de FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal) (CAJA, 2003), de una manera general, las antiguas categorías de aditivos para alimentación animal se han reagrupado en 5 nuevas según su función, y que corresponden a:

- Tecnológicos (conservantes, aglutinantes...)
- Sensoriales (colorantes, aromatizantes...)
- Nutricionales (vitaminas, aminoácidos...)
- Zootécnicos (mejoradores de la flora intestinal, promotores de crecimiento no microbianos.)
- Coccidiostáticos

Desaparece así la antigua categoría de "*microorganismos*" y el término "*probióticos*" por demasiado generales, y se sustituye por la de "*aditivos zootécnicos*" en la que se incluyen los microorganismos y enzimas.

1.2.2. Clasificación de los probióticos.

Los Probióticos se clasifican de acuerdo con la diversa naturaleza y composición de los mismos. Un probiótico puede incluir en su composición levaduras, bacterias lácticas BAL, enzimas e inclusive inmunoglobulinas de variada naturaleza. Las bacterias mas comúnmente empleadas son: *Lactobacillus Spp*, Levaduras, y *Streptococcus bifidus* en diferente concentración que van de 10^{6} a 10^{9} (ACEVEDO, 1993). Se incluyen también productos que contienen microorganismos benéficos y que generan sustancias como el ácido láctico, lisina, metionina, etc.

1.2.3. Características de los probióticos.

Los Probióticos que contienen bacterias son microorganismos vivos pobladores del tracto gastrointestinal los cuales efectúan un balance positivo del mismo, produciendo grandes beneficios en el huésped. (ACEVEDO, 1993)

El origen, obtención y uso de estas bacterias es muy variado, así por ejemplo en la fabricación de derivados lácteos y derivados cárnicos se emplean probióticos que contienen *Lactobacilos spp* y *Streptoccocus bifidus*. La administración de los probióticos para uso animal puede ser en el alimento, en el agua de bebida, o en forma de "spray" grueso. Los requerimientos para lograr un mejor beneficio y aprovechamiento de un probiótico al suministrarlo a los animales, deben ser:

- No patógenos para humanos y animales.
- No productor de sustancias toxicas.
- Alta concentración de microorganismos viables.
- Los microorganismos deben sobrevivir a su paso por el tracto gastrointestinal, frente al pH ácido gástrico y enzimas proteolíticas.
- Estabilidad en condiciones ambientales normales por un período no inferior a 30 días.
- Competir en forma excluyente con las bacterias patógenas, ocupando los receptores celulares de adherencia y generando un ambiente hostil a ellas.
- Producir ácido láctico, peroxido de hidrógeno, bacteriocinas, etc.
- El microorganismo debe ser capaz de crecer y desarrollarse una vez que se administra por vía oral. (Capacidad de las cepas para colonizar el tracto digestivo).
- Los microorganismos deben ser resistentes al efecto alcalino de la bilis y el jugo pancreático.

- Influir de modo favorable sobre la flora intestinal y el estado de salud de los animales (efecto sanitario). (GILLINGHAM, 1994)
- Mejorar los índices de producción (efecto zootécnico).
- Ser resistente a los aditivos autorizados.
- "Adicionalmente WU, J., (1987) dice que un Probiótico debe tener una alta tasa de sobrevivencia después del procesamiento (recuperación, liofilización)"

GILLINGHAM, (1994) en investigaciones realizadas sobre factores que afectan el potencial de los probióticos para colonizar el intestino, resalto la importancia de su adherencia al epitelio intestinal, y su habilidad para crecer en el ambiente intestinal donde el mayor colonizador puede utilizar el substrato disponible y resistir a la acción de agentes antimicrobianos presentes en el medio ambiente, FULLER *et al*., (1977) comprobaron que un organismo puede establecerse por si mismo en el tracto gastrointestinal, bien sea adhiriéndose al epitelio o por crecimiento. Las bacterias probióticas deben ser capaces de alcanzar y colonizar el tracto gastrointestinal y éstas deben ser aisladas de especies que normalmente son explotadas, así como ser resistentes a las sales biliares y al pH ácido gástrico.

1.2.4. El ecosistema ruminal y sus posibilidades de mejora.

El ecosistema ruminal comprende una población compleja de bacterias anaeróbicas estrictas, hongos y protozoos definidos por la intensa presión selectiva del ambiente ruminal (FORSBERG Y CHENG, 1992). Estos microorganismos en simbiosis se adaptan a sobrevivir en condiciones de anaerobiosis no estricta, altos ritmos de dilución, altas densidades de células y a la predación protozoaria, y han desarrollado distintas capacidades para la utilización eficiente de los complejos polímeros vegetales (i.e. celulosa y hemicelulosa). A pesar de su complejidad, baja porosidad y variada capacidad de cristalización, los compuestos fibrosos de las plantas son digeridos por la actividad simultánea de

todo el conjunto de enzimas microbianas presentes en el rumen. (CHESSON y FORSBERG, 1997).

Los alimentos que llegan al rumen son fermentados hasta convertirse en productos metabólicos comunes como son los ácidos grasos volátiles. Los ácidos grasos volátiles son absorbidos directamente desde el rumen y pueden ser usados tanto en procesos catabólicos (i.e. mantenimiento) como anabólicos (i.e. gluconeogénesis). Sin embargo, el proceso de fermentación, aunque tiene muchas ventajas, también resulta en significativas pérdidas de energía en forma de metano, hidrógeno y calor. Así por ejemplo, si la glucosa alimenticia se hiciese sobrepasar el rumen ("*bypas"*) y se absorbiese en el intestino delgado, la eficacia de utilización de su energía aumentaría un 30%.

1.2.5. Uso de probióticos en rumiantes.

En la práctica suelen presentarse bajo formas destinadas a ser administradas en el agua o en el pienso. Los microorganismos que constituyen los probióticos son principalmente bacterias capaces de producir ácido láctico, que son las mas conocidas, pero también se incluyen bacterias no lácticas, levaduras y hongos (Tabla 2).

Tabla 2. Microorganismos utilizados como probióticos en los animales y el hombre (R = especial interés en rumiantes).

Microorganismos	Género	Especies
Bacterias lácticas no esporuladas (Gram+)	Lactobacilos (Lactobacillus)	L. acidophilus, L. plantarum,
		L. casei, L. rhamnosum, L. GG,
		L. delbrueckii bulgaricus,
		L. reuteri, L. fermentum, L. brevis,
		L. lactis, L. cellobiosus
	Bífidobacterias (Bifidobacterium)	B. bifidum, B. longum,
		B. thermophilus, B. infantis,
		B. adolescents, B. animalis
	Estreptococos (Streptococcus)	S. thermophilus, S. lactis,
		S. cremoris, S. salivarius,
		S. intermedius, S. leuconostoc
	Enterococos (Enterococcus)	E. faecali,
		E. faecium
	Lactococos (Lactococcus)	L. lactis
	Pediococos (Pediococcus)	P. acidilactici
Bacterias lácticas esporuladas (Gram+)	Sporolactobacilos (Sporolactobacillus)	S. inulinus
Bacterias no lácticas esporuladas	Bacilos (Bacillus)	B. subtilis, B. coagulans,
		B. clausii, B. cereus (var. toyoi),
		B. licheniformis,
	Bacerias Propiónicas (Propionibacterium)	P. freudenreichii
Levaduras	Sacaromicetos (Saccharomyces)	S. cerevisiae (R), S. Boulardii (R)
Hongos	Aspergilos (Aspergillus)	A. niger, A. oryzae (R)

Fuente: (FEDNA, 2003)

Es importante destacar que ésta es una primera e importante diferencia entre monogástricos y rumiantes, en lo que se refiere a las posibilidades de utilización de los probióticos. Esto es debido a que los rumiantes son capaces de producir importantes cantidades de lactato y lactobacilos en el retículo-rumen en condiciones naturales de acidez (i.e. raciones con elevado concentrado). Resulta así que uno de los puntos de mayor interés del empleo de probióticos en rumiantes es controlar la acumulación de lactato en el rumen, lo que se intenta conseguir por medio de la estimulación de los microorganismos utilizadores de lactato y estimuladores de la síntesis de propionato. En este papel, pocos probióticos han sido todavía estudiados en el caso específico de los rumiantes. Para efectos prácticos los pre-rumiantes deberían considerarse como monogástricos, aunque este concepto debe entenderse como temporal o funcional ocasional.

La clasificación taxonómica de muchos de los microorganismos que constituyen los probióticos comerciales es confusa, llena de errores y en continua evolución por lo que su terminología de etiquetado debe ser cuidadosamente revisada (SANDERS *et al*., 2003). En general se trata de bacterias Gram positivas, mientras que las patógenas suelen corresponder a géneros Gram negativas (*Salmonella, Campylobacter, Escherichia coli*). Por otro lado, para efectos prácticos, las bacterias esporuladas resultarán mas fáciles de manejar y resistentes a las condiciones industriales de fabricación de pienso. El objetivo de administrar probióticos es establecer una microbiota intestinal favorable antes de que los microorganismos productores de enfermedades puedan colonizar los intestinos, aunque, en el caso de las bacterias productoras de ácido láctico, éste también inhibe la proliferación de muchas bacterias potencialmente patógenas o no deseables en el intestino.

Aunque existe controversia sobre los mecanismos de actuación de muchos de los probióticos, éstos trabajan fundamentalmente por "*competencia de exclusión*" e incluyen la:

- Competición por los receptores que permiten la adhesión y colonización de la mucosa intestinal.
- Competición por determinados nutrientes.
- Producción de sustancias antimicrobianas.
- Estimulación de la inmunidad de la mucosa y sistémica del hospedador.

Actualmente se ha introducido el término de "*Probiótico"* GIBSON y ROBERFROID, (1995) y SNEL et al., (2002) que corresponden a 'ingredientes no digestibles de los alimentos que benefician al hospedador, estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de uno o mas especies de bacterias indígenas del intestino grueso'. Los prebióticos tienen la ventaja que estimulan las bacterias de efectos favorables ya presentes en el intestino de un determinado individuo y adaptadas a su ambiente. Todo parece indicar que se corresponden con los oligosacáridos (manosa), polisacáridos no amiláceos (galactana) y almidones. (SNEL et al., 2002).

1.2.6. Las levaduras como probiótico en rumiantes.

Las levaduras (*Saccharomyces spp*.) son sin duda uno de los probióticos mas utilizados en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Existe un relativo consenso de que las mejores respuestas en rumiantes se han observado en el caso de vacas lecheras, y los efectos reconocidos en rumiantes se atribuyen al aumento de la celulolísis ruminal y del flujo de proteína microbiana al intestino. (NEWBOLD, 2003) y (VAN VUUREN, 2003).

1.2.7. Efectos en vacas lecheras.

Los valores medios esperados de la inclusión de levaduras vivas en la ración, normalmente por alimentación individualizada "*top feeding*" o en raciones completas, corresponden a ligeros aumentos de la ingestión, la producción de leche y la grasa en la leche, disminuyendo por lo contrario la proteína (Tabla 3). La respuesta positiva a las levaduras observada por VAN VUUREN, (2003) ocurrió en 10 de los 12 experimentos revisados, sin que se pueda demostrar relación entre el aumento de ingestión y el de producción, o una clara influencia del estado de lactación. Estos resultados son coherentes con la variación de los productos finales de digestión ruminal esperados al aumentar la celulolísis y el flujo de proteína microbiana, con un aumento del acetato y disminución del propionato. En consecuencia, los precursores de la lactosa deben disminuir y de ahí el efecto negativo sobre la proteína.

Tabla 3. Efectos relativos de la suplementación con levaduras en vacas lecheras

Item	Control (Rango de variación)	Tratamiento (Respecto a control, %)
Ingestión, Kg. MS/d	15.7 – 24.1	103 (94-113)1
Producción de leche, kg/d	22.5 – 40.5	103 (96-118)
Composición:		
Proteína, %	2.87 – 3.57	99 (94-105)
Proteína kg/d	0.70 – 1.27	102 (92-123)
Grasa, %	3.14– 4.05	102 (94-115)
Grasa kg/d	0.74 – 1.46	105 (91-116)

Fuente: (VAN VUUREN, 2003)

A las levaduras se les atribuyen además ciertas propiedades de control del pH del rumen, que ayuda a estabilizar, por lo que se recomiendan en raciones con mucho concentrado y riesgo de acidez, Este es el caso al inicio de la lactación, como consecuencia de cambio de ración, cuando es pequeña la proporción de forraje y

cuando la ración base la constituye el ensilado de maíz. Por otro lado, las levaduras pueden también considerarse como una fuente natural de vitaminas y ácidos orgánicos (en especial málico) para la población microbiana del rumen, lo que será posteriormente discutido. VAN VUUREN, (2003) ha analizado las principales razones que justifican las diferencias entre experimentos, destacando que, además de las debidas a las distintas cepas comerciales y dosis y de levadura utilizada (media = 52× 109 cfu / d, variación = 7 a 260 × 109 cfu / d), los propios diseños experimentales condicionan las diferencias entre tratamientos. Debe además tenerse especial cuidado en relación con los tratamientos de fabricación de piensos a los que se les ha añadido levadura, ya que éstas difícilmente soportan las temperaturas superiores a 65 ºC y en ocasiones resultan contaminaciones con cepas naturales o entre tratamientos. En consecuencia, resulta imprescindible la verificación de la viabilidad de la dosis de levadura utilizada en el pienso fabricado ya que los efectos como probiótico solo se atribuyen a las levaduras vivas.

1.2.8. Marco legal.

“Los Probióticos no se clasifican como drogas, por lo que ellos no tienen regulación en cuanto tiempo de retiro y problemas de residuos”. (MONTES Y PUGH, 1993)

1.3 MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

1.3.1. Qué es EM – Origen.

La tecnología EM fue desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, Profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón.

Estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla.

Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, redesarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo.

El Doctor Higa donó al mundo la tecnología EM y creó a EMRO (*EM Research Organization*), organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología, distribuida en cada país por organizaciones con igual orientación. [2]

1.3.2 Definición.

EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (*Microorganismos Eficaces*), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

Cuando el EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad.

1.3.3 Principales microorganismos contenidos en el EM.

1.3.3.1. Bacteria fotosintética (fototrófica).

Las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las substancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de

[2] http://www.fundases.org/p/em01.html

hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como substratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos eficaces.

Veamos un ejemplo: los substratos secretados por las bacterias fotosintéticas aumentan la disponibilidad de aminoácidos o componentes nitrogenados. Es así como la cantidad de la VA (vesicular/ arbuscular) *mycorrhiza* se incrementa por la disponibilidad de compuestos nitrogenados (*aminoácidos*) en los substratos secretados por la actividad de la bacteria fotosintética. A su vez la VA *mycorrhiza* incrementa la solubilidad de los fosfatos en los suelos suministrando fósforo a las plantas. También la VA *mycorrhiza* puede coexistir con el *Azotobactor* como bacteria fijadora de nitrógeno, aumentando así la capacidad de fijación del nitrógeno en las legumbres, por ejemplo.[3]

1.3.3.2. Bacterias acido lácticas.

Las bacterias ácido lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Esta es la razón por la que ciertas comidas o bebidas, tales como el yoghurt o los pickles se fabrican utilizando éstas bacterias lácticas desde hace un largo tiempo. El ácido láctico es un potente esterilizador. Como tal, combate los microorganismos perjudiciales y acelera la descomposición de las materias orgánicas. Por otra parte

[3] http://em.iespana.es/manuales/apnan/apnan.html

las bacterias ácido lácticas facilitan la fermentación de materiales tales como la celulosa y los troncos evitando así causar perjuicios similares a los que se originan cuando estos materiales entran en descomposición.

La bacteria ácido láctica tiene la habilidad de suprimir la propagación del *fussarium* (microorganismo patógeno que produce problemas de enfermedades en los cultivos). Generalmente el incremento en las poblaciones de *fussarium* debilita las plantas. A su vez esta condición de debilidad produce el incremento en las poblaciones de nematodos. La presencia de éstos nematodos, a medida que las bacterias ácido lácticas actúan suprimiendo los *fussarium*, disminuye progresivamente hasta desaparecer.

1.3.3.3. Levaduras.

Las levaduras sintetizan y utilizan las substancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las substancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los *Actinomicetos*. [4]

1.3.3.4. Actinomicetos.

La estructura de los *Actinomicetos*, intermedia entre la de las bacterias y hongos, producen substancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Esas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas.

---

[4] http://em.iespana.es/composicion/composicion.html

Los Actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana. [5]

1.3.3.5. Hongos de fermentación

Los hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el *Penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteres y substancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos.

Nota: Cada una de las especies contenidas en el EM (*Bacterias Fotosintéticas, Acido Lácticas, Levaduras, Actinomicetes y hongos de Fermentación*) tiene su propia e importante función. Sin embargo podríamos decir que la bacteria fotosintética es el pivot de la tecnología EM, pues soportan las actividades de los otros microorganismos. Por otro lado utilizan para sí mismas varias substancias producidas por otros microorganismos. Este el fenómeno que llamamos coexistencia y coprosperidad.

Cuando los EM se desarrollan como una comunidad dentro del suelo, también ocurre lo mismo con los microorganismos nativos de esos suelos. Por tal razón la microflora se enriquece y el ecosistema microbiano comienza a equilibrarse mientras disminuye el porcentaje de patógenos. Así las enfermedades producidas por los suelos se suprimen mediante el proceso conocido como “competencia exclusiva”. Las raíces de las plantas producen también sustancias útiles como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas. Los microorganismos eficientes utilizan este substrato para desarrollarse. Durante este proceso ellos segregan también substancias y proveen aminoácidos, ácidos nucleicos, y una gran cantidad de vitaminas y hormonas a las plantas. Por esta razón en estos

---

http://em.iespana.es/composicion/composicion.html

suelos los microorganismos eficientes y otras bacterias benéficas coexisten a nivel de la Rizosfera (área de las raíces) en un estado de simbiosis con las plantas. [6]

1.4. RESULTADOS DE TRABAJOS REALIZADOS

1.4.1 Con probióticos.

Trabajos similares realizados con probióticos mostraron, por ejemplo, que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* estimuló el crecimiento de microorganismos de fermentación en el rumen y disminuyó la producción de gas metano e hidrogeno. (LILA, Z. A. *et al.,* 2004). Igualmente, se han obtenido resultados usando otro tipo de probióticos; es el caso del uso de (DFM) por sus siglas en ingles (Direct-fed microbials), los resultados obtenidos fueron entre otros: Mejora en la composición de la leche, incremento de propionato ruminal, prevención de acidosis ruminal, reducción de acidosis metabólica, disminución en poblaciones de E. Coli en terneros y mejora de la repuesta inmunológica al estrés en terneros. (KREHBIEL, C. R., et al., 2003).

1.4.2 Con EM.

1.4.2.1 Avicultura.

Mejoras en el rendimiento de las aves tratadas con EM

El mayor rendimiento de la cría de aves debido al uso del EM es consecuencia de lograr que aves sanas vivan en un medio ambiente sano.

[6] http://em.iespana.es/composicion/composicion.html

Según King, (1998) y su experiencia en Texas, como consecuencia del tratamiento con EM aplicado en el establecimiento, el peso promedio de toda la bandada se incrementó considerablemente, disminuyendo el número de pollos que no cumplían las especificaciones del mercado.- Según King, las condiciones ambientales saludables creadas a partir del empleo de EM en la limpieza del establecimiento y la adecuada dosificación de EM en la alimentación eran la causa de ello.- Después de 45 días de tratamiento con EM se obtuvo un peso de pollo vivo de aproximadamente 2004 gramos en los que habían recibido EM en el agua de beber, de aproximadamente 1978 gramos en los que habían sido alimentados con complemento de EM y aproximadamente 2022 gramos en los que habían recibido ambos tratamientos.- Los pollos sin tratamiento de EM pesaron, en promedio, 1690 gramos.-

En una experiencia llevada a cabo en Aichi, Japón, se comprobó que, un año después de haber comenzado a utilizar EM en el sistema de producción, se hizo innecesario el uso de antibióticos y desinfectantes para las 150.000 ponedoras.

Tomado de Fundación Piedrabuena. Soldado de la Independencia 850 5to Piso (1426) Buenos Aires, Argentina. [7]

1.4.2.2 Porcicultura

EM Probiótico en la alimentación

La actividad de los microorganismos benéficos en los porcinos se incrementa mediante el uso de EM Probiótico en la alimentación, y los malos olores producidos por las deposiciones se reducen desde su origen. Consecuentemente,

[7] Publicado en http://em.iespana.es/manuales/aves/aves.html.

disminuye el olor de todo el sistema. Asimismo se incrementa la salud y el apetito de los animales.

Beneficios

- Como Probiótico en la bebida o en la alimentación
- EM Probiótico ayuda a balancear la microflora en el tracto digestivo de los animales.
- EM Probiótico puede reducir los olores emanados de los desechos, reduciendo así el estrés en los animales (y humanos) producidos por la inhalación de gases tóxicos.
- EM Probiótico aumenta la eficiencia de la conversión del alimento.

Investigación y Casos de Estudio

Caso de Estudio I - Municipalidad de Gifu, Japón.

Producción de Cerdos: 1.000 Cerdos, 120 Madres.
Técnicas Utilizadas:

1. Alimento: Fermentado con EM
2. Spray: Utilizado directamente en los cerdos dos o tres veces al día en dilución 1:1000
3. Tratamiento de residuos: Tanque de cinco secciones de almacenamiento. EM agregado al primer tanque. Aireación en los tanques 4 y 5.

Resultados:

1. Mayor tasa de crecimiento (con menor incidencia de diarreas en lechones)
2. Marcado descenso de olores dentro del establecimiento.
3. Fuera de las instalaciones, los gases (incluido el amoníaco, sulfuro de hidrógeno y metil-mercaptano) se redujeron a niveles indetectables al cabo de 10 meses.
4. El agua residual redujo su DBO de 279 ppm a 12 ppm luego de 2 meses de aplicación de EM en las raciones, limpieza y tratamiento de residuos.

Caso de Estudio II – Municipalidad de Okinawa, Japón.

Producción de Cerdos: 400 Animales, 25 madres

Técnicas Utilizadas

1. En la bebida: EM agregado a dilución 1: 5,000
2. Spray: Utilizado en las instalaciones en dilución 1:500 una vez cada dos semanas.
3. Tratamiento de residuos: Tanque con cinco secciones de almacenamiento. Separador de sólidos antes del ingreso de los líquidos a los tanques.

Resultados

1. Reducción del DBO del agua residual de 370 ppm a 20 ppm después de tres meses de tratamiento, y luego a 15 ppm.
2. La materia sólida separada, una vez fermentada y secada se transforma en un excelente abono orgánico.
3. Reducción drástica de olores dentro de las instalaciones.

Tomado de Fundación Piedrabuena. Soldado de la Independencia 850 5to Piso (1426) Buenos Aires, Argentina.[8]

1.5 EL DESARROLLO SOSTENIBLE

En concordancia con la CMMAD, (1988), el desarrollo sostenible contiene dos componentes claves: el concepto de las necesidades, en particular las esenciales de las personas pobres del mundo y la idea de las limitaciones que imponen la tecnología y la sociedad a las capacidades del medio ambiente para satisfacer las necesidades antes mencionadas.

El desarrollo sostenible supone que se satisfagan las necesidades esenciales fundamentales de todos y que se amplíen las posibilidades de que todos puedan colmar sus aspiraciones a una vida mejor; también implica la aceptación de que los niveles de consumo deben ceñirse a los límites de las posibilidades ecológicas y a los que todos puedan aspirar. Por consiguiente, las políticas que tienen por objeto hacer frente a las necesidades humanas mediante la realización del potencial pleno del desarrollo deben incrementar la capacidad de producción y al tiempo, ampliar las posibilidades de llegar a un proceso equitativo; y garantizar que el crecimiento demográfico guarde armonía con los sistemas naturales de soporte que posee la tierra.

Para que el desarrollo sostenible se entienda de la mejor manera y se concrete en acciones reales, se debe convertir el proceso de utilización de los recursos, la orientación de las inversiones, la canalización del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales, en factores que coadyuven al mejoramiento del potencial para atender las necesidades humanas, tanto del presente como del porvenir.

[8] Publicado en http://em.iespana.es/manuales/cerdos/cerdos.html

La tecnología que se genere y transfiera, tanto por las universidades como por los centros de investigación y por los investigadores particulares deberá tener en cuenta no solo las necesidades sentidas del productor, sino su influjo positivo sobre el medio ambiente y los recursos naturales, como condición fundamental para su difusión y extrapolación.

En este contexto, agricultura sostenible podría definirse como el manejo exitoso de los recursos (suelo, plantas, animales, mano de obra, capital y tecnología) sin deterioro a la capacidad productiva del ambiente, para satisfacer las necesidades presentes y futuras de la sociedad, en cuanto a crecimiento económico y limpieza ambiental. (TOLEDO, J., 1991).

1.5.1 Estrategias para la sostenibilidad.

Para alcanzar la meta de la sostenibilidad se deben revisar las políticas gubernamentales e institucionales, haciéndolas compatibles con la ecología y el desarrollo económico. Según la CMMAD, (1988), los objetivos de estas estrategias, son:

- Revitalizar el crecimiento económico. Es necesario invertir o atenuar las tendencias al estancamiento que se ha observado en el decenio pasado, particularmente en los países en vías de desarrolló y hacer más ostensible los vínculos entre desarrollo económico, alivio de la pobreza y mejora de las condiciones medio - ambiéntales.
- Hacer que el crecimiento económico resulte menos consumidor de energía y más equitativo en sus repercusiones sociales. El desarrollo económico y el social deben considerarse cómo dos objetivos que se refuerzan y corresponden mutuamente.

- Atender las necesidades de la población en pleno crecimiento del mundo en desarrollo, se deben crear oportunidades de empleo que garanticen niveles de consumo mínimos. Producir mayores cantidades de alimentos ricos en proteínas para combatir la desnutrición. Satisfacer necesidades básicas de energía, alojamiento, suministro de agua, servicios sanitarios y salubridad.
- Garantizar un nivel sostenible y estable del crecimiento demográfico.
- Conservar y mejorar la base de recursos indispensables para hacer frente a los elevados niveles de consumo del mundo industrializado y a los cada vez mayores incrementos de consumo de los países en desarrollo. Las presiones que se ejercen sobre los recursos disminuyen cuando la gente dispone de recursos alternativos. Es vital contar con alternativas en la agricultura en las tecnologías de producción, de consumo y para la producción de energía, con objeto de reducir la contaminación del aire y el agua, la tala de bosques y árboles, la degradación y erosión de los suelos y el agotamiento de las fuentes de agua.
- Reorientar la tecnología y gestionar el riesgo. Los bienes de consumo social, como el aire y el agua de mejor calidad, la prolongación de la vida productiva y un consumo menor de energía, pueden convertirse en factores importantes en el mercado, debiéndose prever más cuidadosamente las repercusiones ambientales de las tecnologías que se generen y apliquen.
- Incorporar las preocupaciones ambientales y económicas en la toma de decisiones. Este enfoque combinado e interdependiente es clave para el desarrollo sostenible; pero la compatibilidad de estos intereses sólo puede conseguirse siempre y cuando se acepten metas ampliamente definidas con referencia explícita a las consecuencias en otros seres que se reconozcan las limitaciones de la ciencia y la tecnología cuando se trata de resolver problemas y que se identifiquen las consecuencias a largo plazo de las decisiones adoptadas en el presente. La sostenibilidad exige que se compartan más ampliamente las repercusiones de las decisiones del poder público, que el

ciudadano tenga un mayor acceso a la información y participe más activamente en la toma de decisiones que afecten al medio ambiente.

2. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

La investigación fue de tipo experimental aplicada; pudiéndose clasificar como descriptiva, puesto que se registró, cuantificó, interpretó y analizó la información recolectada de los tratamientos realizados.

2.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

La metodología empleada para la ejecución del trabajo llevo el siguiente orden:

Se identificaron las materias primas disponibles en la región para poder utilizarlas en el trabajo. Estas fueron cogollo de caña, Matarratón y pasto estrella. Como probiótico a evaluar se usó EM.

2.2.1 Materiales.

Sal mineralizada, comederos tipo canoa, palas, bolsas, machetes, picadora, baldes, báscula mecánica, alambre para cerca eléctrica, bebederos plásticos.

El estudio se ejecuto en dos fases:

FASE 1: Ensayo de campo con animales experimentales

FASE 2: Ensayo in Vitro para evaluar el efecto del EM en la degradabilidad ruminal.

FASE 1: Ensayo de campo con animales experimentales

2.2.2. Proceso de elaboración.

Se realizó la selección de los animales de un hato de ganado bovino de cría (150 animales) de la raza Brahman comercial en la Hacienda Cantaclaro (Palmira, Valle), del cual se utilizó una muestra de veinte animales para el estudio, buscando homogeneidad en sexo, peso y edad; estos veinte animales se dividieron en dos lotes, cada uno con diez animales seleccionados al azar para conformar cada tratamiento. El área empleada para los potreros fue de 3.3 hectáreas, las cuales fueron divididas en 16 poteros, cada uno con un área total de 2070.25 mts2, buscando una ocupación por potrero cada 5 días y un periodo de recuperación de 35 días. Los potreros fueron divididos con cerca eléctrica. El alimento se recolectaba (cogollo y Matarratón) el día anterior, al siguiente día se picaba, se mezclaba y se le agregaba el EM según la dieta. (Figura 1)

Figura 1. Bancos de Caña de azúcar y Matarratón

Se realizó el pesaje de los animales al inicio del ensayo (250 Kg. en promedio a los 12 meses), y cada mes hasta el final de los 90 días de duración del trabajo de campo. También se estimó el consumo de alimento por pastoreo (oferta y residuo) y para los suplementos utilizando la metodología descrita por LASCANO en 1988. (Figura 2)

Figura 2. Pesaje de los animales y medición del consumo de forraje.

Se tuvo en cuenta el plan sanitario de vacunación propuesto por el ICA. Los animales estaban vacunados contra fiebre aftosa, brucelosis, carbón sintomático, edema maligno, septicemia hemorrágica, carbón sintomático, carbón bacteridiano y rabia. Durante el periodo del experimento no se les aplico ninguna vacuna y se hizo un seguimiento a la incidencia de enfermos y muertes en el tiempo de desarrollo de la investigación. No se presentaron animales enfermos ni muertes durante el periodo experimental.

Se realizaron los respectivos análisis bromatológicos y de composición química (AOAC, 1995) de los insumos alimenticios utilizados, en el laboratorio de CORPOICA, sede Mosquera. También se realizó un análisis de degradación *in*

Vitro (PELL *et al.,* 1997) para simular el ambiente ruminal y determinar la producción de gas *in Vitro* del EM a cambio de fistular los animales.

2.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Para evaluar la calidad nutricional de las materias primas se realizaron los análisis de laboratorio al pasto estrella, y la mezcla de cogollo de caña y Matarratón, determinando:

Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA), Proteína A (NNP) y Proteína soluble en Buffer, según la metodología de la AOAC, (1980) mediante el esquema de Weende y la proteína por el método de Kjeldahl. (Anexo A)

2.4 SITIO DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la Hacienda Cantaclaro, que se encuentra ubicada en el municipio de Palmira, Km. 10 vía La Buitrera (Valle del Cauca). Los aspectos generales más sobresalientes de la región de Palmira (Valle del Cauca) son:

Altitud. 1.001 m.s.n.m.
Temperatura. 23 Grados Centígrados.
Extensión. 1.123 Km2.
Población. 283.431 Hab. Aprox.
Distancia. 28 Km de Cali.
Año de Fundación. 1680.
Municipio Desde. 1824.
Características Geográficas. Tiene una zona Plana al occidente del municipio y una Montañosa al Oriente.

Río(s) Principal(es). Cauca, Agua Clara, Amaime, Bolo, Frayle, Nima, Palmira y Toche.

Actividad Económica Principal. Agricultura, Ganadería, Centro Comercial, Industria y Agrícola, Comercio y Minería.

Producto(s) Principal(es). Caña de Azúcar, Platano, Panela, Miel, Cacao, Soya y Maíz.

Ferias y Fiestas. Feria Nacional de la Agricultura, Feria Equina y Bovina.

Otras Características. Es el segundo municipio de mayor población y el tercero en extensión del departamento del Valle del Cauca.

2.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de la información se tuvieron en cuenta dos tipos de fuentes:

Primarias, basadas en las observaciones directas hechas durante el periodo experimental y registrando lo observado en fichas técnicas.

Secundarias, por medio de consulta de fichas bibliográfícas y de contenido (revisión de artículos, revistas y libros).

Otras técnicas que permitieron recopilar la información se muestran en el Anexo B

Las variables a estudiar corresponden a ganancia diaria de peso y peso final, para lo cual se utilizaron 20 novillas comerciales de la raza Brahmán de aproximadamente 12 meses de edad. Los tratamientos se designaron como Tratamiento Control (To), con la dieta tradicional de pastoreo en pradera de pasto estrella y como suplemento una mezcla de 4 kilos cogollo de caña y 3 kilos de Matarratón; Tratamiento T1, la dieta tradicional de pastoreo en pradera de pasto estrella y como suplemento una mezcla de 4 kilos cogollo de caña y 3 kilos de Matarratón mas la inclusión de EM (200 ml de EM en 19,8 litros de agua). El tiempo estimado de acción del EM sobre el suplemento era de 5 minutos.

Los animales se distribuyeron en dos grupos para evaluar parámetros de ganancia de peso durante un periodo de tres meses. En cuanto al manejo de los animales, después de pesados se distribuyeron aleatoriamente en los tratamientos. Se realizó un periodo de acostumbramiento a los animales, durante el cual recibieron las proporciones de la dieta del experimento anteriormente mencionado. Una vez se observó un consumo homogéneo de la mezcla, aproximadamente a los veinte días, se procedió a dar inicio al trabajo experimental. Se realizaron 4 pesajes mensuales, bajo las mismas condiciones de manejo, rutina, instrumentos de medición y bajo la supervisión del mismo operario.

2.6 TIPO DE ESTUDIO

2.6.1 Definición de las unidades experimentales.

El estudio se efectuó con hembras bovinas Brahman comercial con edades promedio de doce (12) meses en etapa de levante.

2.6.2 Universo y muestra.

El universo está definido por la población de ganado bovino de cría (150 animales) de la raza Brahman comercial en la Hacienda Cantaclaro (Palmira, Valle), del cual se utilizó una muestra de veinte animales para el estudio.

2.6.3 Modelo experimental.

Se utilizó un modelo experimental completamente al azar. Se hicieron dos tratamientos con 10 repeticiones cada uno donde cada animal fue una unidad experimental; cuyo modelo estadístico fue el siguiente:

$$Yij = U + T\,i + Eij$$

Donde:

Yij= Variables a evaluar bajo el efecto de los tratamientos.
U = Promedio general
Yi = Efecto de los tratamientos
i = 2
Eij = Error experimental aleatório

Las hipótesis probadas fueron:

Ho: T0 =T1

Ho = las dietas no presentan diferencias significativas en las variables medidas

H1:T0 ≠ T1

H1: Por lo menos un tratamiento se comporta diferente

FASE 2: Ensayo in Vitro para evaluar el efecto del EM en la degradabilidad ruminal.

2.7 COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICA

De acuerdo a la composición microbiológica del EM elaborado por FUNDASES según registro INVIMA No. 2005V-003096 que indica el tipo de microorganismos usados y sus respectivas concentraciones citadas así:

Tabla 4. Composición microbiológica del EM

TIPO DE BACTERIA	CONCENTRACIÓN UFC /ml
Lactobacillus Casei	10^{3}
Saccharomyces Cerevisiae	10^{3}
Pseudomona Palustre	10^{3}

Fuente: (FUNDASES, 2006)

2.8 Determinación de la dinámica de producción de gases de los materiales evaluados

2.8.1. Procedimiento.

En frascos de 50 ml se incubaron 100 mg de Materia Seca (MS) por duplicado, para cada una de las siguientes fracciones: (Secas a 65 ºC): Material entero (ME), Redisuo Insoluble en Etanol (RIE) y Fibra en Detergente Neutro (FDN) obtenidas de los forrajes. Las incubaciones se realizaron bajo estrictas condiciones de anaerobiosis a 39 ºC, colocando 7 ml de solucion de bicarbonato – fosfato, adicionando solución reductora (MENKE y STEINGASS, 1988), 1 ml de agua destilada hervida y 2 ml de fluido ruminal filtrado por 4 capas de gasa y 1 de lana de vidrio, de acuerdo a PELL y SCHOFIELD, (1993). Al final de las incubaciones se midió el pH a cada frasco el cual debe encontrarse entre 6.2 y 6.8, para considerar la incubacion ajustada a las condiciones de crecimiento microbial optimas. Si hay valores por debajo de 6.2 o superiores a 6.8, la incubacion se descarta procediendo a repetirla con los mismos materiales. Los residuos sólidos se lavan con detergente neutro, según los descrito por SCHOFIELD Y PELL, (1995), filtrándolos con vacío ligero sobre una bolsa ANKOM® abierta (descocida) y lavado final con etanol y acetona. La degradación total se cuantificó por diferencias de pesos entre el material antes de incubación (peso corregido a 105 ºC) y el residuo seco a 105 ºC.

Se evaluaron los tratamientos en el equipo de presión de gas, midiendo parámetros de producción de gas, tasa de degradación de la MS, FDN y RIE a las 0, 8, 12, 24 y 48 horas y tiempo de colonización ajustándolo al modelo matemático MERTENS Y LOFTEN, (1980), los datos se trabajaron mediante un análisis de regresión no lineal con el programa NLREG®, aplicando el modelo exponencial: $Y=a*\{1-\exp[-b*(X-c)]\}$, donde a = máxima producción posible de gas (ml), b= tasa

de degradación(% / hr.); c = tiempo de retardo o Lag. (hr.); se asume que la cinética de degradación de la fibra se ajusta a un modelo de cinética de primer orden, con la adición de un tiempo de retardo Lag discreto. SMITH *et al*., (1971)

La estimación de parámetros en el modelo exponencial se determinó en el programa NLREG®, mediante el algoritmo LEVENBERT – MARQUARL y la significancia de cada parámetro se estableció mediante prueba de “t” entre el parámetro y el error estándar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE 1: ENSAYO DE CAMPO CON ANIMALES EXPERIMENTALES

3.1 DIETAS EXPERIMENTALES

La tabla 5 presenta la composición nutricional en base seca del pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*).

Tabla 5. Composición nutricional en base seca del Pasto Estrella en la Finca Cantaclaro (Valle) durante el periodo experimental con 35 días de recuperación.

ELEMENTOS	VALOR %
Proteína cruda	10.90
FDN	69.63
FDA	37.88
Proteína (NNP)	3.81
Proteína soluble en Buffer	37.89

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, CORPOICA, Tibaitata. Octubre, (2006)
FDN= Fibra Detergente Neutro; **FDA=** Fibra Detergente Acido; **NNP=** Nitrógeno No Proteico

El pasto estrella mostró menor valor de PC, según lo reportado por LAREDO, (1985) con valores que oscilan entre 11.1 a 16.9 y fueron más altos comparados con los resultados de BERNAL, (1994), que reportó un valor del 8.8%.

Según LAREDO, (1985) la composición nutricional del Pasto Estrella en cuanto a FDN y FDA los valores oscilan entre 66.2 a 77.7% y 35.5 a 45.4% respectivamente; BERNAL, (1994), reportó valores similares de FDN y FDA de 74.7 y 43.4% respectivamente, lo cual no difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio. Según PÉREZ et al., (2001) en trabajos realizados en pasto estrella africana se obtuvo en promedio valores de Proteína soluble en buffer de 37.2% corroborando así los valores obtenidos en el presente trabajo.

La tabla 6 presenta la composición nutricional en base seca del suplemento empleado con Cogollo de caña (*Saccharum officinarum*) y el Matarratón (G*liricidia sepium).*

Tabla 6. Análisis bromatológico del suplemento (Cogollo de caña y Matarratón) en proporciones 57% y 43% respectivamente en base seca.

ELEMENTOS	VALOR %
Materia Seca	44.86
Proteína cruda	19.94
FDN	49.80
FDA	30.93
Proteína (NNP)	1.94

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, CORPOICA, Tibaitata. Octubre, (2006)
FDN= Fibra Detergente Neutro; **FDA=** Fibra Detergente Acido; **NNP=** Nitrógeno No Proteico

En trabajos realizados por el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela CENIAP, (2004)[9] donde se empleó una mezcla similar a la usada en el experimento, se obtuvo una composición de materia seca de 42.27%, valor similar al obtenido en el experimento 44.86%, sin embargo, el valor de Proteína Cruda reportado por el CENIAP 14.76%, fue inferior al obtenido en las pruebas del Laboratorio de Nutrición Animal, CORPOICA, Tibaitata con un valor de 19.94%

3.2 GANANCIAS DE PESO

Los registros de los pesajes en el tiempo en que se llevo a cabo el experimento se encuentra en el anexo B.

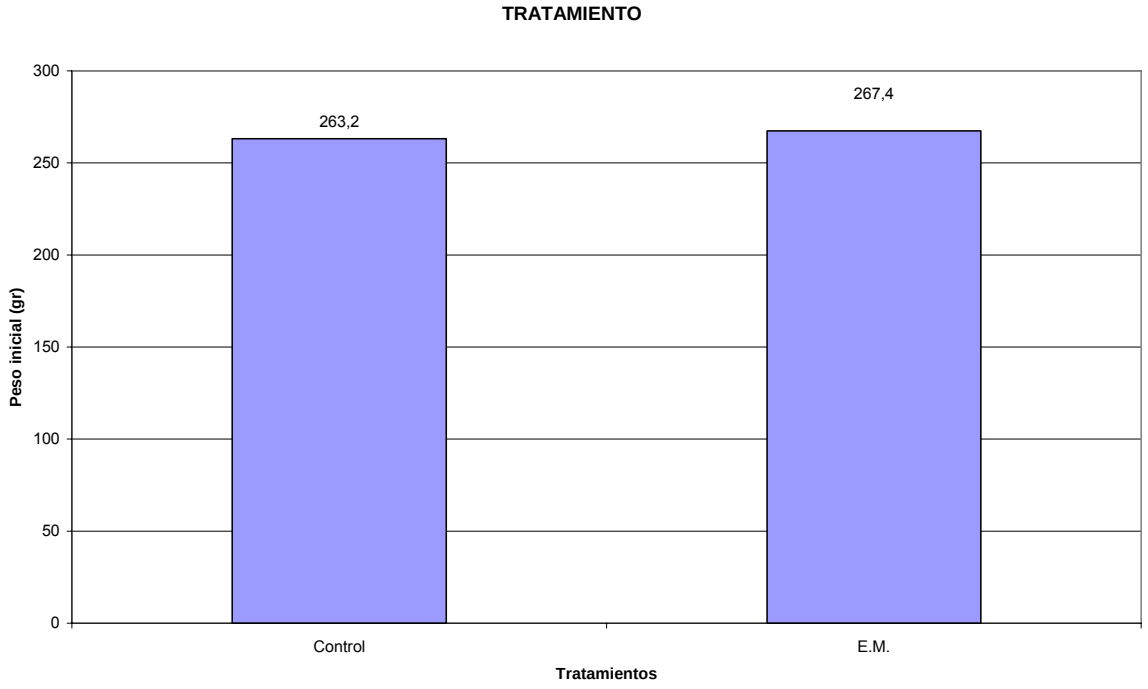
[9] (URDANETA, J., 2004) http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2203/art/urdaneta_j.htm

De acuerdo a lo observado en la tabla 7 y figura 3, no se presentaron diferencias significativas en los pesos iniciales (P>0.05); los animales del Tratamiento 1 con EM (T1) registraron un peso promedio de 263.2 gr. contra los animales del tratamiento que no fueron suplementados con EM (T0) con un peso promedio de 267.4 gr.

Tabla 7. Pesos promedios iniciales de T0 y T1

Tratamiento	Media	Desv. típ.
E.M	263,2	25,4
Control	267,4	22,2
Total	265,3	23,3

Figura 3. Pesos promedios iniciales



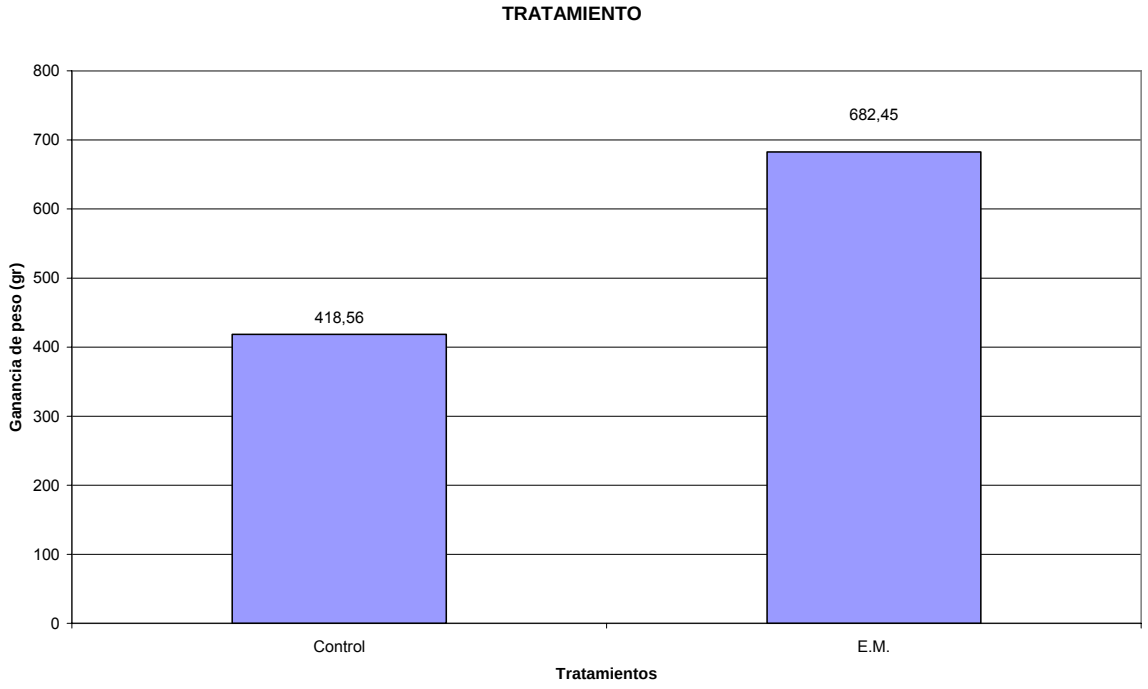
En la tabla 8 y la figura 4, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la variable ganancia de peso. Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos (P<0.05), los animales suplementados con EM (T1) obtuvieron una mayor ganancia de peso promedio (682.45 gr.) contra los animales que no fueron suplementados con EM (T0) con un peso promedio (418.56 gr.)

Tabla 8. Ganancias de peso promedio total en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Media	Desv. típ.
EM	682,4	46,8
Control	418,5	70,7
Total	550,5	147,4

a) P<0.05 los promedios con diferente letra entre columnas son estadísticamente diferentes

Figura 4. Ganancias de peso promedio total en los diferentes tratamientos



3.3 PESO FINAL

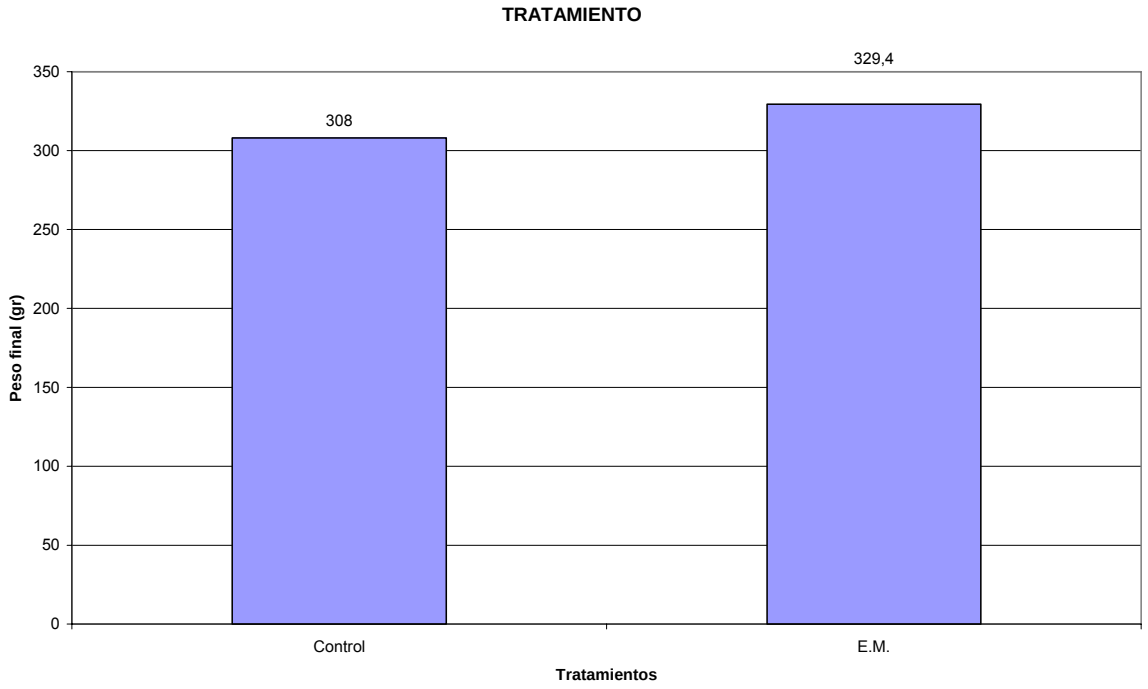
De acuerdo con la información presentada en la tabla 9 y figura 5, se presentaron diferencias significativas entre los dos tratamientos en los pesos finales (P<0.05), los animales suplementados con EM (T1) obtuvieron un mayor peso promedio (329.4 gr.) contra los animales que no fueron suplementados con EM (T0) con un menor peso promedio (308 gr.)

Tabla 9. Peso final promedio total en los diferentes tratamientos en Kg.

Tratamiento	Media	Desv. típ.
EM	329,4	25,6
Control	308,0	21,9
Total	318,7	25,6

a) P<0.05 los promedios con diferente letra entre columnas son estadísticamente diferentes.

Figura 5. Peso final promedio total en los diferentes tratamientos en Kg.



El uso de EM como probiótico mostró tendencias similares en ganancias de peso según lo reportado por AVILA, (2000), quien utilizó 99 vacas preñadas distribuidas en 8 grupos las cuales recibieron diferentes tratamientos. Los grupos que reportaron mayor ganancia de peso fueron los que recibieron la administración de probiótico pili K99 y A14 por 15 y 30 días con ganancias de peso diaria promedio de 150 gr. día mas que los otros tratamientos. Estos resultados ayudan a confirmar que el uso de probióticos en rumiantes aumentan las ganancias de peso y se puede comparar con el presente trabajo en el que se obtuvieron ganancias de peso de 263 gr mas que los animales que no fueron suplementados con EM, lo que confirma la efectividad de los probióticos en ganancias de peso, aun en las distintas etapas fisiológicas.

En trabajos realizados por ARENAS, et al. (2006) con machos enteros Nellore *(Bos indicus)* donde usaron el probiótico PROENZIME®, se encontraron igualmente ganancias significativas de peso (33.28%) mas que los otros animales que no consumieron PROENZIME®. Muy similar a las obtenidas en el presente trabajo (38.5%) mas que los que no consumieron EM, (ver tabla 14) con el uso de EM como probiótico, por lo tanto al adicionar probióticos en la dieta se aumentan las ganancias de peso y también se elevan las ganancias económicas del productor.

FASE 2: ENSAYO IN VITRO PARA EVALUAR EL EFECTO DEL EM EN LA DEGRADABILIDAD RUMINAL.

3.4 DETERMINACIÓN DE LA DINÁMICA DE PRODUCCIÓN DE GASES DE LOS MATERIALES EVALUADOS

3.4.1 MEZCLA MAS MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

Tabla 10. Valores obtenidos de la mezcla (Matarratón + Cogollo de caña + Pasto Estrella + EM)

PARÁMETRO	VALOR	ERROR ESTÁNDAR
a	20.401	0.150
b	0.060	0.001
c	0.813	0.110

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, CORPOICA, Tibaitata. Octubre, (2006)
a= Máxima producción de gas por ml.; **b=** Velocidad o tasa de producción de gas por ml/ hora;
c= Tiempo de retardo de acción por horas

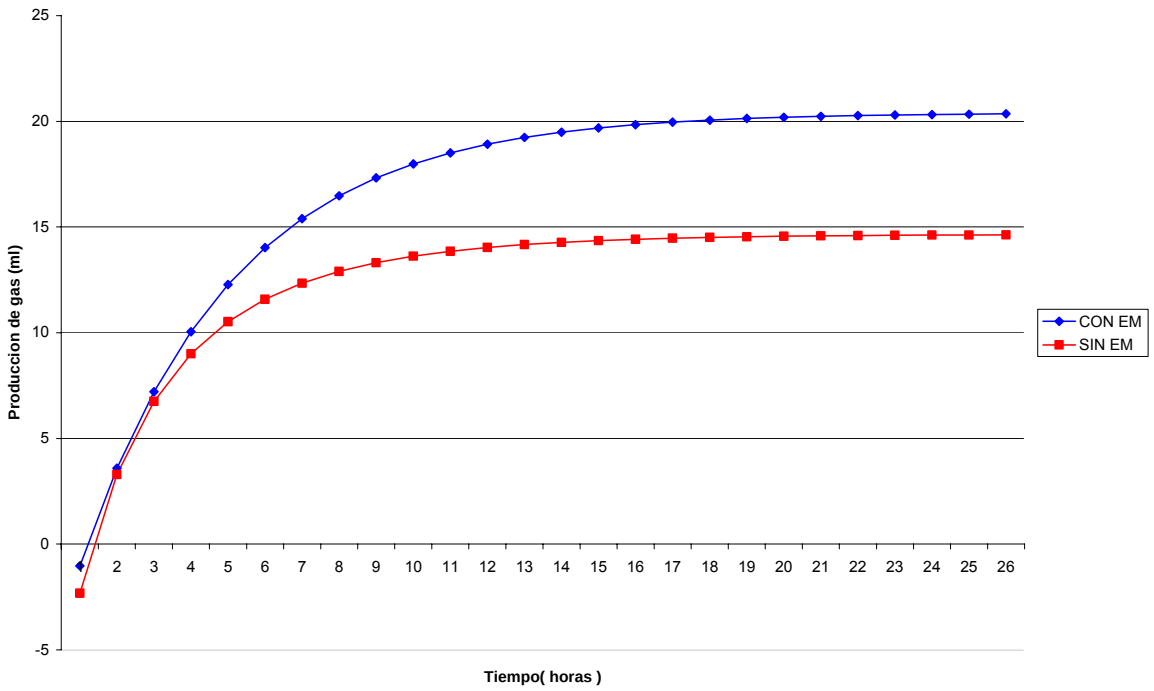
3.4.2 MEZCLA SIN MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

Tabla 11. Valores obtenidos de la mezcla (Matarratón + Cogollo de caña + Pasto Estrella)

PARÁMETRO	VALOR	ERROR ESTANDAR
a	21.440	0.153
b	0.058	0.001
c	0.728	0.105

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal, CORPOICA, Tibaitata. Octubre, (2006)
a= Máxima producción de gas por ml.; **b=** Velocidad o tasa de producción de gas por ml/ hora;
c= Tiempo de retardo de acción por horas

Figura 6. Representación de la producción de gas (ml) vs. El valor en tiempo (horas) obtenido de la mezcla (Matarratón + Cogollo de caña + Pasto Estrella) con EM (azul) y sin EM (rojo)



Según los resultados de las pruebas realizadas por el laboratorio de Nutricion Animal de CORPOICA, Tibaitata, de producción de gas *in Vitro* (ANEXO C) para el parámetro "a" (Máxima producción de gas por ml) se observó que la mezcla del suplemento con EM tuvo una menor producción de gas (20.40 ml) con respecto a la mezcla que no tenia EM (21.44 ml). De acuerdo con lo citado por LILA, Z. A. *et al.,* (2004) el uso de *Saccharomyces cerevisiae,* levadura presente en la composición del EM, disminuye la producción de gas metano e hidrogeno en los proceso fermentativos del rumen, lo que corrobora los resultados en las pruebas de laboratorio. También en los datos obtenidos por SANCHEZ, et al., (2005) en las pruebas realizadas en Pasto Angleton los valores de producción de gas son comparables con respecto a los valores de la mezcla (pasto estrella, matarratón y

cogollo de caña). Para el parámetro a en el Pasto Angleton fue de 22.0 con respecto a la mezcla de 20.4 lo cual se observa que hay menos producción de gas en el pasto estrella.

Para el parámetro “b” (Velocidad o tasa de producción de gas por ml / hr.) se observó que la mezcla del suplemento con EM tuvo una mayor velocidad de producción de gas (0.060 ml / hr) con respecto a la mezcla que no tenia EM (0.058 ml / hr), lo que indica que la producción máxima de gas o parámetro “a”, se correlacionó con la degradación final de la Materia Seca de las fracciones en conjunto, porque a mayor tasa de producción de gas puede deducirse que hay una mayor tasa de degradación del material. También los datos obtenidos por SANCHEZ, et al., (2005) en las pruebas realizadas en Pasto Angleton corroboran que los valores de velocidad o tasa de producción de gas son parecidos con respecto a los valores de la mezcla. Para el parámetro b en el Pasto Angleton fue de 0.038 con respecto al pasto estrella de 0.06 lo cual se observa que hay mayor tasa o velocidad de producción de gas en la mezcla. Se demuestra que el EM mejora los procesos de degradación del material suministrado al animal.

Para el parámetro “c” (Tiempo de retardo o Lag por horas) se observó que la mezcla del suplemento con EM tuvo un mayor tiempo para la acción de degradación (0.813 horas) con respecto a la mezcla sin EM que fue de (0.71 horas). También en los datos obtenidos por SANCHEZ, et al., (2005) en las pruebas realizadas en Pasto Angleton para el parámetro c, el tiempo de retardo o lag (0.06 horas) fue menor comparado con la mezcla con valores de (0.81 horas), sin embargo, esto no afectó la tasa ni el tiempo de degradabilidad final. Se puede concluir para este parámetro, que el EM aumenta el tiempo de retardo o fase Lag por horas, lo que permite que el alimento tenga un mayor tiempo para ser degradado por la bacterias ruminales.

3.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Tabla 12. Costos fijos de los tratamientos

TRATAMIENTO (EM)				
Concepto	**Valor unit.**	**Cantidad**	**Total**	**Observaciones**
Microorg. eficientes	16.000	5	80.000	Galón de EM
Salario	12.510	90	1.125.934	Medio salario mínimo mas prestaciones
Combustible tractor	5000	45	225.000	Galon de A.C.P.M
		TOTAL	1.430.934	

TRATAMIENTO (SIN EM)				
Concepto	**Valor unit.**	**Cantidad**	**Total**	**Observaciones**
Salario	12.510	90	1.125.934	Medio salario mínimo mas prestaciones
Combustible tractor	5000	45	225.000	Galón de A.C.P.M
		TOTAL	1.350.934	

Tabla 13. Ganancia económica en el uso de EM en bovinos

GANANCIAS DE PESO PROMEDIO POR ANIMAL				
Tratamientos	Gan. Peso / dia/ animal	Gan. Peso / 90 dias/ ani.	Precio Kg. hembra en pie	TOTAL por animal en $ en 90 días
Con	682.4 gr.	61.41 Kg.	2500	153.525
			EM / animal	8.000
			TOTAL - EM	**145.525**
Sin	418.5 gr.	37.66 Kg.	2500	94.150
Diferencia	263.9 gr.	23.75 Kg.	**TOTAL**	**51.375**

Los animales que fueron tratados con EM obtuvieron en promedio mayores ganancias de peso, versus, los animales que no fueron tratados, con una diferencia promedio de 263.9 gr. por día, lo que equivale por animal a 23.75 Kg. de peso vivo en los 90 días de duración que tuvo el experimento, esto corresponde a $59.375 de ganancia por encima del tratamiento que no contenía EM. No obstante, a esta ganancia se le resta el valor del EM que se empleo por animal

durante el tratamiento que fue de $8.000, lo que resultaría en $51.375 en 90 días o $17.125 mensuales por animal por encima del tratamiento sin EM. Podemos decir que para determinar la relación costo beneficio marginal, por cada ($1) un peso invertido en EM, se ganó de más ($6,42) seis punto cuarenta y dos pesos.

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio y considerando las condiciones bajo las cuales se realizó, se puede concluir:

- El uso de Microorganismos eficientes (EM) en novillas Brahman, demostró mejorar las ganancias de peso, ya que los animales suplementados con este, obtuvieron en promedio mas que aquellos animales que no se les adicionó EM.

- El uso de Microorganismos eficientes (EM) en novillas Brahman, demostró mejorar el peso final, ya que los animales suplementados con este, obtuvieron en promedio mas que aquellos animales que no se les adicionó EM.

- El uso de Microorganismos eficientes (EM) en novillas Brahman, demostró que la degradabilidad ruminal por medio de la técnica de medición de gas *In Vitro de* PELL *et al.* (1997), aumenta significativamente porque a mayor tasa de producción de gas puede relacionarse una mayor tasa de degradabilidad del material.

- El uso de Microorganismos eficientes (EM) en novillas Brahman, demostró que económicamente es rentable, ya que se obtuvo una diferencia equivalente al 35.3%, mas que el tratamiento que no utilizó EM.

5. RECOMENDACIONES

Según las condiciones con las cuales se llevo a cabo esta investigación y teniendo en cuenta las consultas realizadas se recomienda:

- Realizar más trabajos de investigación sobre el uso de probióticos en ganado bovino y en las distintas etapas fisiológicas de los animales así como en
- distintas finalidades productivas (carne, leche, doble propósito).

- Hacer investigaciones de uso de EM con mezclas de otros subproductos de otras regiones de Colombia.

- Usar materias primas propias de cada región, en este caso, la región del Valle del Cauca, representarían un alternativa excelente al uso de suplementos comerciales, así como el uso de prebióticos no nocivos para la salud del animal o que de alguna amanera afecte la salud humana.

- El picado del cogollo de caña y el Matarratón deben hacerse el día anterior al suministro de los animales, esto para evitar un alto grado de humedad y un mejor aprovechamiento por parte de los animales, sin embargo, el EM debe ser suministrado en el momento del suministro a los animales.

- Para un adecuado aprovechamiento de las materias primas mencionadas en el trabajo, la relación de Cogollo – Matarratón es de 1: 1.3.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, B. ¿Son todos los probióticos iguales? En Avicultura empresarial Colombia 2(8), 37-38p. 1993.

AOAC. Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis. (Edition 12th), Avicultura empresarial, Washington. U.S.A. 1995.

ARENAS, S.E., REIS, L.S.L.S., FRAZATTI-GALLINA, N.M., GIUFFRIDA, R., PARDO, P.E. Efeito do probiótico PROENZIME® no ganho de peso em bovinos. Arch. Zootec. 56: 75-78. 2007

ÁVILA F.A, PAULILLO A.C., SCHOCKEN, ITURRINO R.P., LUCAS, F.A. ORGAZ A., QUINTANA J.L. Avaliação da eficiência de um probiótico no controle de diarréia e no ganho de peso de bezerros. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. vol.52 n.1 Belo Horizonte Feb. 2000

BERNAL, E. JAVIER. Pastos y forrajes tropicales. 3 Edición. Banco Ganadero, Santa fé de Bogotá, Colombia. 1994.

CAJA, G. E. GONZÁLEZ, C. FLORES, M. D. CARRO Y E. ALBANELL. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. Grupo de Investigación en Rumiantes, Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Producción Animal, Universidad de León. Madrid – España. 2003.

CHESSON, A. y FORSBERG, C.W. The Rumen Microbial Ecosystem, 2º ed. Hobson, P. y Stewart, C. (Eds.). Chapman & Hall Ltd, Andover, UK. 1997.

CMMAD. COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO, Nuestro Futuro Común. Madrid, Alianza. 1988.

CORPOICA. Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias. Alternativas tecnológicas para producción competitiva de leche y carne en el trópico bajo. Bogota, Colombia. 2004

CORPOICA, Revista. Degradabilidad ruminal de fracciones de carbohidratos en forrajes tropicales determinada por métodos in Vitro e In Situ**.** Vol. 6 No. 1. Colombia. Enero – Junio de 2005.

FEDEGAN. Fondo Nacional del Ganado. Manual Practico del Ganadero. 45p. 2000.

FEDEGAN. Fondo Nacional del Ganado. Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana, memorias 2004.

FORSBERG, C.W. y CHENG, K.-J. Biotechnology and Nutrition. Bills, D.D. y Kung, S.D. (Eds.). Butterworth Heinemann, Stoneham. pp. 107-147. 1992.

FULLER , R, COLE , CB. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balancein the crop., British poultry science. 1977.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriology 66: 365-378p. 1989.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota – introducing the concept of prebiotics. Journal of Nutrition**,** v. 125. p.1401-1412, 1995.

GILLINGHAM, S.A. Concept for the future in poultry healt management., Canada poultryman, 81 (4), 1994.

GOERING, H. K. Y VAN SOEST, P. J. Forage fibreanalysis.Agricultural Handbook No. 379.Agricultural Research Service, US Dept. of Agriculture, Washington DC, 1970.

HAVENAAR, R. y HUIS IN'T VELD, J.H.S. The lactic acid bacteria in health and disease. Vol. 1. B.J.B. Wood (Ed.), Elsevier, New York. 1992.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Compendio. Tesis y otros trabajos de grado. Quinta actualización. Bogotá: ICONTEC. 2006

KREHBIEL, C. R., RUST, S. R., ZHANG, G., Y GILLILAND, S. E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. Department of Animal Science, Oklahoma State University, Stillwater 74078 and Department of Animal Science, Michigan State University, East Lansing 48824. Publicado en Journal of Animal Science 81(E. Suppl. 2):E120–E132. 2003.

LASCANO C.E. Calidad de pasturas y nutrición. Programa de capacitación científica en utilización de pasturas tropicales. Cali, Colombia. 1988.

LAREDO, MAX A. Tabla de Contenido Nutricional en Pastos y Forrajes de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá. 1985.

LILA, Z. A.*, MOHAMMED, N.*, YASUI, T. **, KUROKAWA Y. *, KANDA S.*, and ITABASHI H.* Effects of a twin strain of Saccharomyces cerevisiae live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in Vitro. En Journal of Animal Science. Vol 82. 1847– 1854p. *Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and

Technology, Tokyo, Japan, and **Research and Development Department, Bussan Biotech Co., Ltd., Tokyo, Japan. 2004.

MENKE, K. H. y H. STEINGASS. Statimation of the energetic feet value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development. Vol. 28: 7. 1988.

MERTENS, D. R. y LOFTEN J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. J. Dairy Sci. 63: 1437 – 1446. 1980.

MONTES, A y PUGH, D. The use of probiotics in food animal practice. Veterinary Medicine. 3(88) 282-288. 1993.

NEWBOLD, C.J. International One-Day Seminar: Role of Probiotics in Animal Nutrition and their Link to the Demands of European Consumers. Lelystad. 2003.

PELL A. N., DOANE P. H. y SCHOFIELD P. In vitro digestibility and gas production. Simpósio sobre Tópicos Especiais em Zootecnia, Lavras, MG, p.109 - 132. 1997.

PELL, A. N. y SCHOFIELD, P. Measurement and kinetic-analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. J. Anim. Sci., Vol. 73, pp. 3455 – 3463, 1993.

PELL, A. N. y SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. J. Dairy Sci. 76:1063 -1073. 1993

PÉREZ, P.J., ALARCÓN Z. B., MENDOZA M. G., BARCENA G. R., HERNÁNDEZ G. A., HERRERA H. J. Efecto de un banco de proteína de Kudzu

en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. Texcoco, México. 2001.

SÁNCHEZ, D., ARREAZA, L.C., ABADIA, B. Estudio de la cinética de degradación in vitro de cuatro forrajes tropicales y una leguminosa de clima templado. Revista CORPOICA. Vol. 6 N°1. Enero- Junio. 2005

SANDERS, M.E., MORELLI, L. y TOMPKINS, T.A. Nutrition and health of the gastrointestinal tract. CFSSFS 2: 102-111. 2003.

SCHOFIELD, P. y A. N., PELL Validity of using accumulated gas pressure readings to measure forage digestion in vitro : a comparison involving dry forages. J. Dairy Sci. 78: 2230 – 2238. 1995

SMITH L.W., H.K. GOERING, D.R. WALDO, y C.H. GORDON. In Vitro digestion rate of forage cell wall components. J. Dairy Sci. 55: 1140. 1971

SNEL, J., HARMSEN, H.J.M., VAN DER WIELEN, P.W.J.J. y WILLIAMS, B.A. Nutrition and health of the gastrointestinal tract. M.C. Block et al., (Ed). Wageningen Academic Publishers, Wageningen. 2002.

SOGARD Y JESSEN. Beyon Lactic acid bacteria. Feed Int. Abril 31. 1990.

TOLEDO, J. M. Ganadería bajo pastoreo: parámetros de sostenibilidad. 32 p. 1991.

URDANETA, J. Uso de la caña de azúcar y follaje de Gliricidia sepium en la producción de leche y ganancias diarias de peso en la época seca. Publicado en CENIAP. 2004.

http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2203/art/urdaneta_j.htm

VAN EYS, J. y DEN HARTOG, L. International One-Day Seminar: Role of Probiotics in Animal Nutrition and their Link to the Demands of European Consumers. Lelystad. 2003.

VAN VUUREN, A.M. International One-Day Seminar: Role of Probiotics in Animal Nutrition and their Link to the Demands of European Consumers. Lelystad. 2003.

WU, J. The microbiologyst´s function in developing action specific. 1987

INTERNET – Direcciones

CENIAP. Uso de la caña de azúcar y follaje de Gliricidia sepium en la producción de leche y ganancias diarias de peso en la época seca.
URDANETA, J. http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/zt2203/art/urdaneta_j.htm. 2004.

FUNDASES. Qué es EM su origen y definición.
http://www.fundases.org/p/em01.html. 2005

GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA. Información general.
http://www.elvalle.com.co/El_Valle/municipios/palmira.asp. 2006

HEALTHNOTES. Prebióticos.
http://www.vitaminworld.com/vf/healthnotes/HN_Live/Spanish/Es-Supp/Probiotics.htm. 2004.

IESPANA EM. Manual de producción porcina con microorganismos eficientes (EM).
http://em.iespana.es/manuales/cerdos/cerdos.html. 2003

IESPANA EM. Principales microorganismos contenidos en el EM
http://em.iespana.es/composicion/composicion.html. 2003

IESPANA EM. Red de Agricultura Natural para la Región de Asia / Pacifico. Manual de aplicación de EM.
http://em.iespana.es/manuales/apnan/apnan.html. 2003

IESPANA EM. Uso del EM en la producción avícola.
http://em.iespana.es/manuales/aves/aves.html. 2003

PROBIOTICS. Artículos científicos.
http://jas.fass.org. 2006

PROBIOTICOS. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: Probióticos, enzimas y ácidos orgánicos.
www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_IX.pdf. 2003

PROEXANT. Manuales técnicos
http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org%C3%A1nicos.html. 2004

SOLLA. División Balanceados.
http://www.solla.com/index.hp?option=com_content&task=view&id=77&Itemid=94

ANEXO A

PROTEÍNA TOTAL POR EL MÉTODO DE KJELDAHL

Soluciones

❖ Catalizador de selenio (pastillas kjeldahl)	1/cada muestra
❖ Ácido sulfúrico concentrado (98%)	10ml
❖ Peróxido de Hidrógeno	5ml.
❖ Agua destilada	75ml.
❖ Solución de ácido bórico + indicador mixto.	25ml.
❖ Hidróxido de sodio. (-40%)	50ml.
❖ Ácido clorhídrico (1 Normal)	
❖ Solución de ácido bórico al 4%	50ml.

Materiales:

- ✓ Muestras respectivas de cada réplica.
- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Equipo de digestión, destilación, y titulación
- ✓ Tubos kjeldahl.
- ✓ Probetas.
- ✓ Pipetas.
- ✓ Papel filtro.
- ✓ Erlenmeyer.

Procedimiento para determinar proteína.

PROTEÍNA

Se peso 1g de muestra en papel filtro

↓

Se preparo 1 tubo de digestión

↓

Se agrego a c/tubo 1 pastilla catalizadora

↓

Se agrego lentamente 10ml. de A. Sulfúrico

↓

Se agrego 5ml de H_2O_2 (por las paredes)

↓

Se coloco en proceso de digestión 420-450ºC. (45*min)

↓

Se coloco el extractor de gases simultáneamente hasta que desapareció la espuma, se eliminó completamente la materia orgánica y cambio a color verde brillante.

↓

Se enfrío a temperatura ambiente / 15 min.

↓

Se agrego 75ml. de agua destilada.

↓

Se paso al equipo de destilación C/tubo en un erlenmeyer con 40ml de A. Bórico con

indicador

↓

Se conecto el agua al condensador saliendo 1.5 Lt. /min

↓

Se agrego con la palanca álcali 50ml de soda

↓

Vaso de evaporación lleno, se agregan 3 cucharadas de sal ó ClNa, para iniciar la producción de vapor

↓

Se destilo y recoge (125ml)

↓

Se título con HCL 0.1N Hasta que el color verde viró a un color rosa claro, el color rojo indica exceso de HCL

↓

SE APLICO LA FÓRMULA

% N = ((V1-V2) * 0.014 * N / Peso de la muestra)*100

% Proteína = (%Nitrógeno) * (Factor de Proteína) >6.25

V1: Volumen del ácido gastado en la titulación de la muestra problema.

V2: Volumen del ácido gastado en la elaboración del blanco.

N: Normalidad del ácido usado (0.1 N HCl)

ANEXO B

FORMATO RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

HACIENDA “CANTACLARO”

REGISTRO MENSUAL DE PESAJES

	No.	PESO	No.	PESO
FECHAS	30/07/2005		04/11/2005	
	To	To	To	To
	326	302.5	326	334
	248	248	248	300
	259	241	259	280
	273	253	273	298
	199	245	199	289
	240	254	240	304
	272	270	272	306
	221	296.5	221	325
	228	282	228	320
	209	282	209	324
	10	**2674**	**10**	**3080**

	No.	PESO	No.	PESO
FECHAS	30/07/2005		04/11/2005	
	T1	T1	T1	T1
	252	219	252	287
	235	253	235	326
	103	249	103	311
	251	250	251	319
	236	244	236	312
	239	263	239	319
	219	290	219	354
	203	277	203	338
	218	282	218	350
	106	305	106	378
	10	**2632**	**10**	**3294**

ANEXO C

RESULTADOS PRUEBAS CORPOICA

RESUMEN DE DATOS DE PRODUCCION DE GAS PARA LA MEZCLA MATARRATON, COGOLLO DE CAÑA Y PASTO ESTRELLA

MEZCLA MAS MICROORGANISMOS EFICIENTES

r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.9927499121	0.9925978123	0.4797841682	9858.9140344

Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	20.40196898	0.150491015	135.5693494	20.10451220	20.69942577	0.00000
b	0.060633092	0.001353648	44.79236177	0.057957505	0.063308679	0.00000
c	0.813392437	0.110504611	7.360710414	0.594971780	1.031813095	0.00000

MEZCLA SIN MICROORGANISMOS EFICIENTES

r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.9937915436	0.9936612963	0.4620877852	11525.085612

Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	21.44005019	0.153578253	139.6034251	21.13649124	21.74360913	0.00000
b	0.058428725	0.001237480	47.21591195	0.055982754	0.060874696	0.00000
c	0.728918781	0.105831509	6.887540261	0.519734858	0.938102703	0.00000

FDN

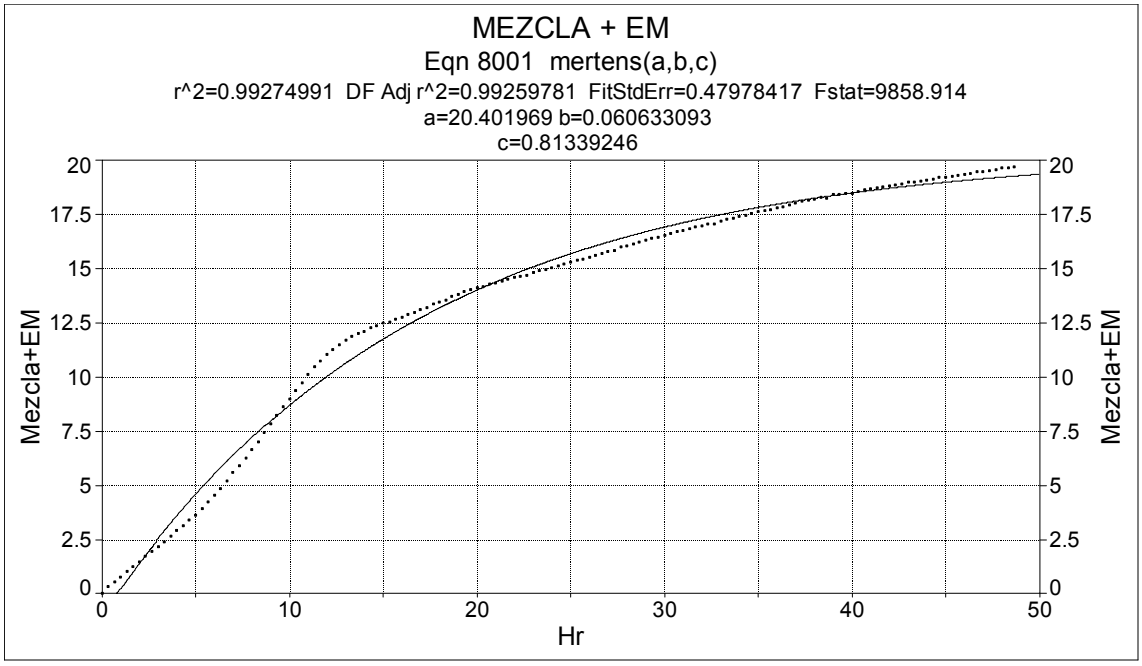
r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.9905018035	0.9903025406	1.1964342857	7508.3864145

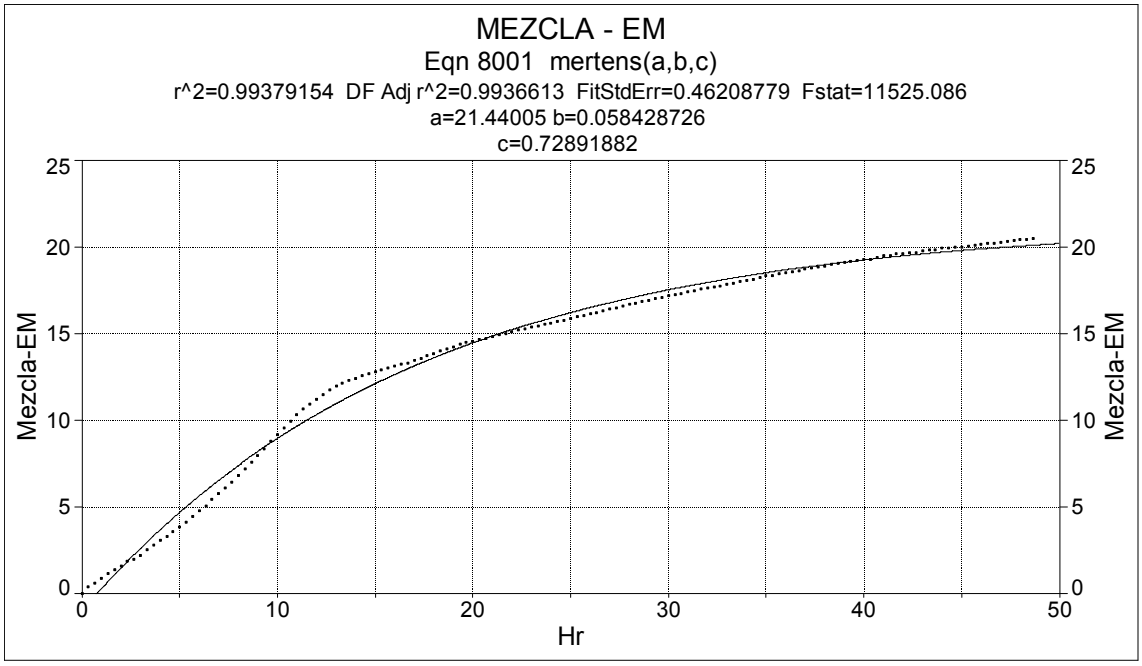
Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	47.40920192	0.925046556	51.25061178	45.58077796	49.23762588	0.00000
b	0.035872742	0.001383779	25.92375978	0.033137600	0.038607884	0.00000
c	2.345109666	0.152435984	15.38422628	2.043808501	2.646410831	0.00000

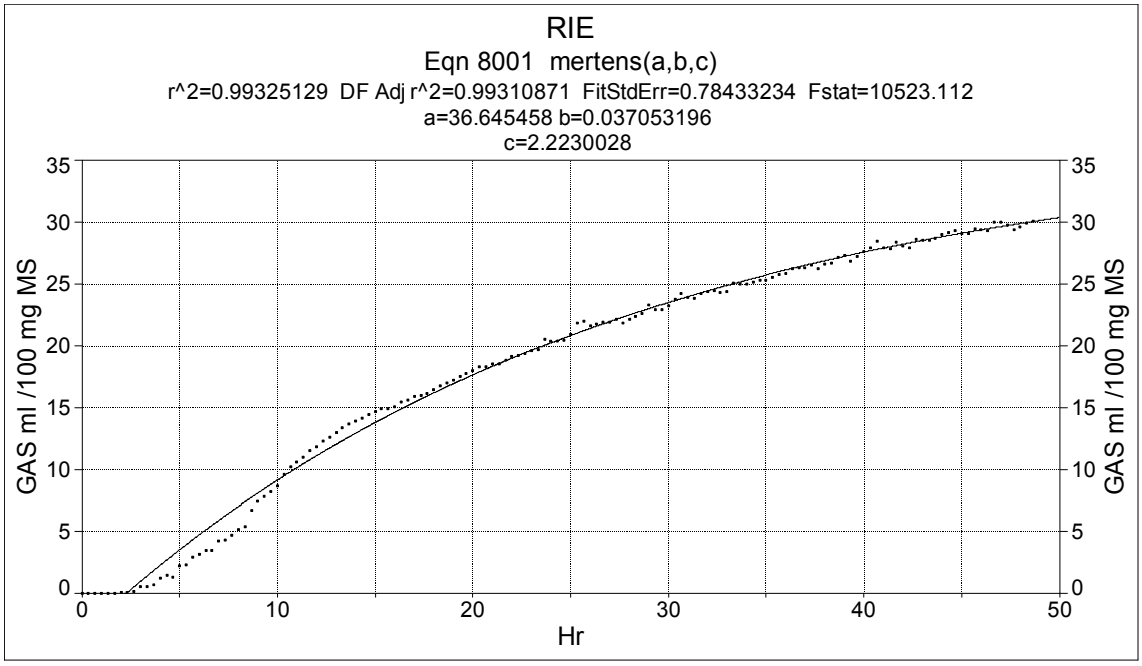
RIE

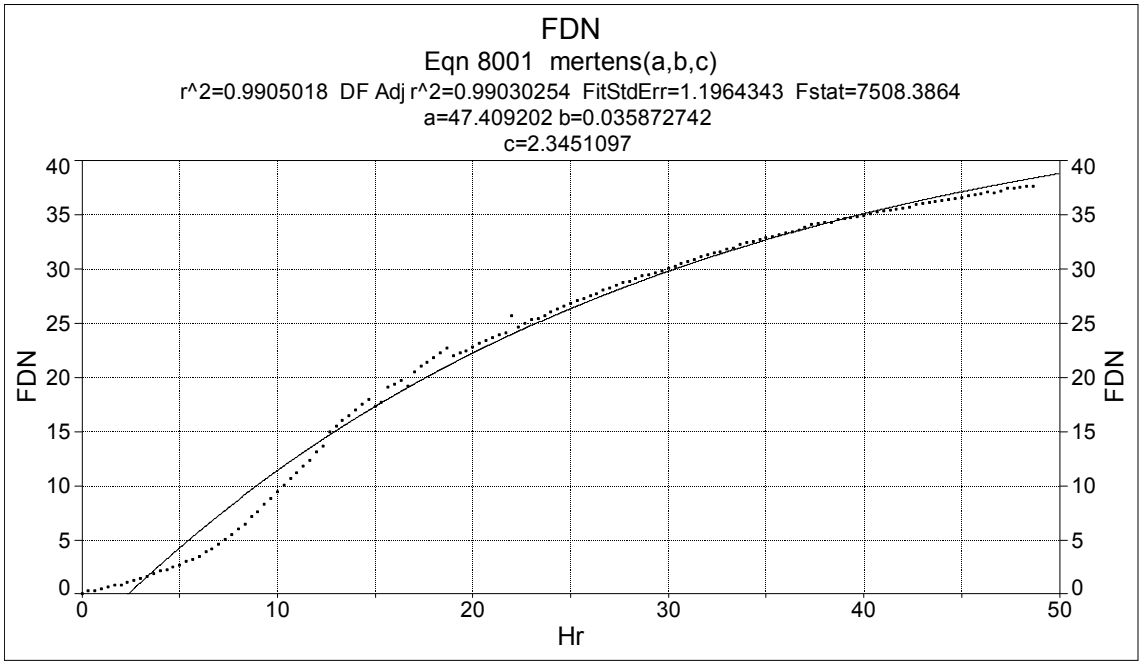
r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-value
0.9932512867	0.9931087083	0.7843323356	10523.112193

Parm	Value	Std Error	t-value	95% Confidence Limits		P>|t|
a	36.64545789	0.571681214	64.10121055	35.51542010	37.77549569	0.00000
b	0.037053196	0.001169100	31.69378602	0.034742245	0.039364146	0.00000
c	2.223002794	0.127827604	17.39063175	1.970326966	2.475678622	0.00000


MEZCLA + EM
Eqn 8001 mertens(a,b,c)
r^2=0.99274991 DF Adj r^2=0.99259781 FitStdErr=0.47978417 Fstat=9858.914
a=20.401969 b=0.060633093
c=0.81339246
Mezcla+EM
Hr
0
2.5
5
7.5
10
12.5
15
17.5
20
0
10
20
30
40
50


MEZCLA - EM
Eqn 8001 mertens(a,b,c)
r^2=0.99379154 DF Adj r^2=0.9936613 FitStdErr=0.46208779 Fstat=11525.086
a=21.44005 b=0.058428726
c=0.72891882
Mezcla-EM
Hr
0
5
10
15
20
25
0
10
20
30
40
50


RIE
Eqn 8001 mertens(a,b,c)
r^2=0.99325129 DF Adj r^2=0.99310871 FitStdErr=0.78433234 Fstat=10523.112
a=36.645458 b=0.037053196
c=2.2230028
GAS ml /100 mg MS
Hr
0
5
10
15
20
25
30
35
0
10
20
30
40
50


FDN
Eqn 8001 mertens(a,b,c)
r^2=0.9905018 DF Adj r^2=0.99030254 FitStdErr=1.1964343 Fstat=7508.3864
a=47.409202 b=0.035872742
c=2.3451097
FDN
Hr
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0
10
20
30
40
50

Corpoica
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

PROGRAMA NACIONAL DE FISIOLOGIA Y NUTRICION ANIMAL

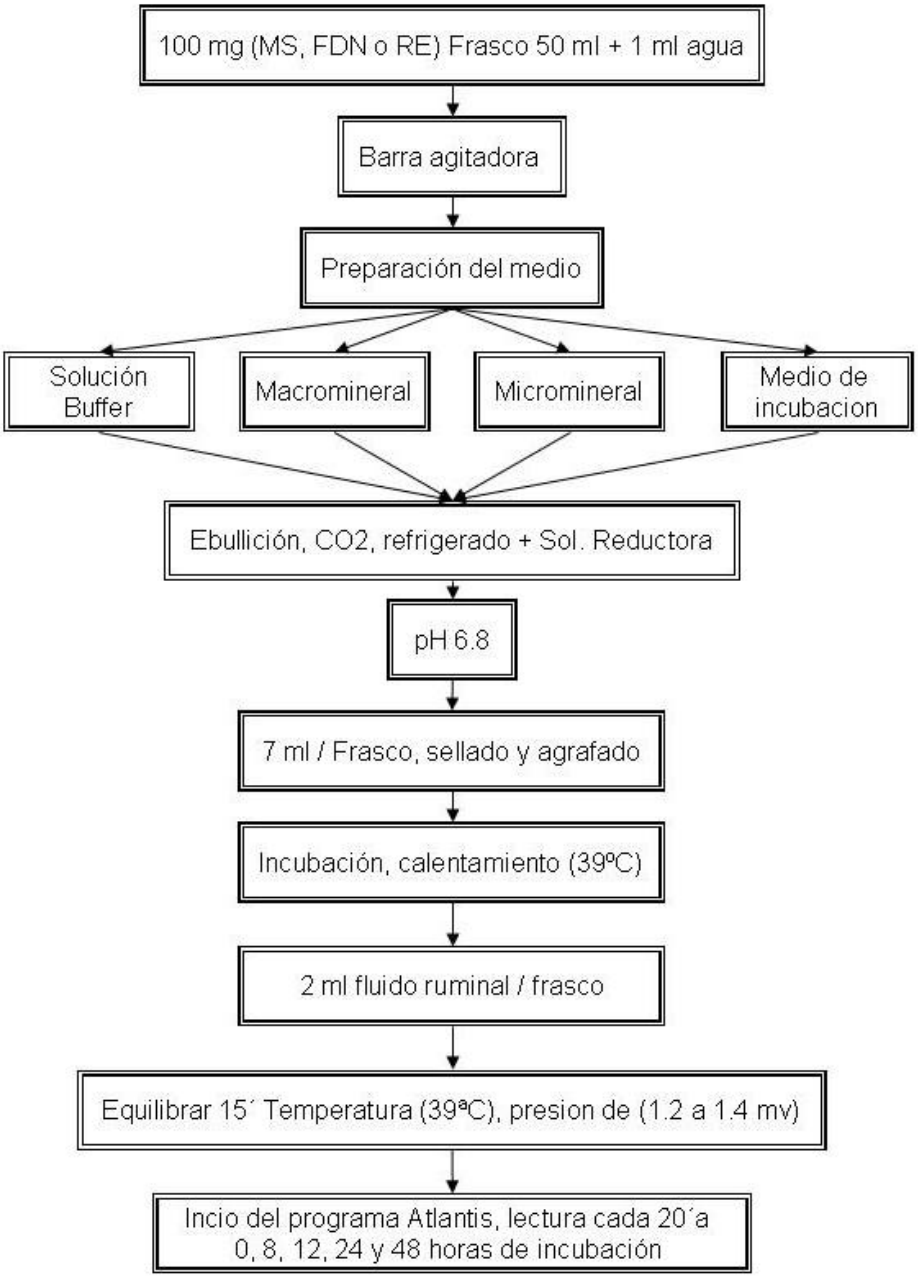
INFORME DE ANÁLISIS REALIZADOS

Fecha del Informe: 10/10/06
Fecha de Ingreso: 08/09/06
Material: Pasto Estrella, Matarraton
Procedencia: Cali
Solicitante: Norbey Hernando Lesmes
Recibido por: Beatriz Abadia
Análisis Solicitados: Proteina Cruda, FDN,
No. de Registros Corpoica: 10610045, 10610046
No. de Registros Solicitante:

Identificación de la Muestra			Análisis Solicitados				
No.Corpoica	No. Sol.	Nombre	Proteina Cruda (%)	FDN (%)	FDA (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)
10610045		Pasto Estrella	6,90	69,63	34,88	34,75	6,69
10610046		Matarraton	19,94	49,80	30,93	18,87	6,53

ANEXO D

TÉCNICA MEDICIÓN DE GAS IN VITRO



Fuente: Corpoica, 2005.

ANEXO E

TABLAS DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS

ANÁLISIS DE VARIANZA UNÍVARIANTE

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Variable dependiente: Ganancias de Peso

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	348189,660(a)	1	348189,660	96,760	1,150E-08
Intersección	6061115,101	1	6061115,101	1684,346	3,079E-19
TRAT	348189,661	1	348189,661	96,760	1,150E-08
Error	64772,949	18	3598,497		
Total	6474077,710	20			
Total corregida	412962,609	19			

a R cuadrado = ,843 (R cuadrado corregida = ,834)

Variable dependiente: Peso Inicial

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	88,200(a)	1	88,200	,154	,699
Intersección	1407681,800	1	1407681,800	2463,494	1,034E-20
TRAT	88,200	1	88,200	,154	,699
Error	10285,500	18	571,417		
Total	1418055,500	20			
Total corregida	10373,700	19			

a R cuadrado = ,009 (R cuadrado corregida = -,047)

Variable dependiente: Peso Final

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2289,800(a)	1	2289,800	4,024	,060
Intersección	2031393,800	1	2031393,800	3569,973	3,742E-22
TRAT	2289,800	1	2289,800	4,024	,060
Error	10242,400	18	569,022		
Total	2043926,000	20			
Total corregida	12532,200	19			

a R cuadrado = ,183 (R cuadrado corregida = ,137)

ANEXO F

ANEXOS FOTOGRÁFICOS