



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“ESTUDIO DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL Y CONDUCTA
ALIMENTARIA DE RUMIANTES FISTULADOS CON ALTOS
NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

RODRIGO ORLANDO CAISAGUANO LEÓN

Riobamba-Ecuador

2010

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.C. Vicente Rafael Oleas Galéas.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Byron Leoncio Díaz Monroy.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 09 febrero del 2010

AGRADECIMIENTO

MI MÁS SINCERO AGRADECIMIENTO A DIOS, A MIS PADRES QUE SON LAS PERSONAS A QUIENES DEBO MI EXISTENCIA Y QUE HAN LUCHADO INCANSABLEMENTE PARA QUE PUEDA CUMPLIR TODAS MIS METAS.

A KARLA MARITZA POR ESTAR SIEMPRE EN TODO MOMENTO GRACIAS.

AL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL (ICA), DE LA REPÚBLICA DE CUBA, AUTORIDADES, TRABAJADORES Y AMIGOS TODOS; POR CONCEDERME LA OPORTUNIDAD DE CRECER COMO PROFESIONAL Y COMO PERSONA.

A LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS, AL ING. M.SC VICENTE OLEAS DIRECTOR DE TESIS, ING. M.SC BYRON DÍAZ, DR. HUMBERTO JORDAN, TUTOR DE TESIS QUIENES PUSIERON TODO SU AVAL PROFESIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

EN FIN AGRADEZCO A DOCENTES Y AMIGOS DE LA CUEVA QUE ESTUVIERON A MI LADO DURANTE ÉSTA ETAPA IMPORTANTE Y ME BRINDARON SU AMISTAD Y APOYO SINCEROS.

A TODOS ELLOS, GRACIAS.
RODRIGO ORLANDO.

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO , Y MI ESFUERZO PROFESIONAL ESTÁ DEDICADO A DIOS, QUE ES QUIEN ME A DADO LA FUERZA PARA SALTAR TODOS LOS OBSTÁCULOS QUE LA VIDA ME HA PUESTO EN FRENTE, A MI MADRE AÍDA, A QUIEN ME FALTARÍA LA EXISTENCIA PARA AGRADECERLE POR DARME LA VIDA Y POR SER UNO DE LOS PILARES MÁS IMPORTANTES EN MI SUBSISTENCIA, A MI PADRE RODRIGO QUE ES LA FUERZA Y EL EJEMPLO QUE ESTÁ SIENDO DEMOSTRADO EN ÉSTE TRABAJO, A MIS 2 HERMANAS SONIA Y BETTY QUE HAN SIDO UN GRAN APOYO, A KARLITA MARITZA QUIEN ME AYUDADO DE TAL FORMA QUE ÉSTE ES EL RESULTADO DE MI TRIUNFO PROFESIONAL.

RODRIGO ORLANDO.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PRODUCCIÓN BOVINA EN EL PAÍS	3
1. <u>Sistema de producción</u>	3
2. <u>Principales problemas de la producción bovina de leche</u>	3
3. <u>Vías de comercialización de productos pecuarios</u>	3
4. <u>Programas públicos y privados de apoyo al desarrollo de la pequeña ganadería bovina</u>	4
B. CARACTERÍSTICAS DEL RUMEN	5
1. <u>Características físico-químicas</u>	6
2. <u>Fisiología ruminal</u>	7
3. <u>Sistema ruminal</u>	9
C. <u>LA VINAZA</u>	9
1. <u>Composición Química de la Vinaza</u>	10
2. <u>Proceso de obtención de la vinaza</u>	11
D. USOS ALTERNATIVOS DE LA VINAZA	12
1. <u>Usos de la vinaza en la alimentación de rumiantes</u>	13
2. <u>Normas de control de calidad de la vinaza</u>	15
E. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VINAZA EN ECUADOR	15
F. IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE VINAZA	18
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	21
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	21
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	21
1. <u>Fase uno: Respuesta a nivel ruminal</u>	22
2. <u>Fase dos: Evaluación de la conducta alimentaria del rumiante</u>	22
3. <u>Validación del mejor tratamiento</u>	22
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	22

1. <u>Materiales</u>	22
2. <u>Equipos</u>	23
3. <u>Instalaciones</u>	23
4. <u>Materias primas</u>	23
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
1. <u>Tratamientos</u>	24
2. <u>Diseño Experimental</u>	26
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	26
1. <u>Indicadores Ruminales</u>	26
2. <u>Consumos</u>	26
3. <u>Análisis Bromatológicos</u>	26
4. <u>Conducta del animal</u>	27
5. <u>Análisis de las dietas en el laboratorio</u>	27
6. <u>Evolución del peso corporal</u>	27
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	27
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	28
1. <u>Primera etapa</u>	28
2. <u>Segunda Etapa</u>	29
3. <u>Validación del mejor tratamiento</u>	30
H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	31
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	32
A. EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL Y CONDUCTA ALIMENTARIA EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ALTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMEN	32
1. <u>Potencial hidrógeno</u>	32
2. <u>Producción de Amoniaco</u>	34
3. <u>Concentración de ácidos grasos volátiles totales</u>	35
4. <u>Conducta alimentaria</u>	36
a. Consumiendo Forraje	36
b. Consumiendo Concentrado	37
c. Bebiendo Agua	37
d. Descansando Parado	38

e. Descansando Acostado	40
f. Rumiando Parado	40
g. Rumiando Acostado	40
B. CONDUCTA ALIMENTARIA DE BOVINOS CON LA INCLUSIÓN DE ALTOS NIVELES DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SUMINISTRADOS EN LA DIETA	41
1. <u>Consumo de alimento</u>	41
2. <u>Número de mordiscos</u>	43
3. <u>Cantidad de mordisco</u>	43
C. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA DIETA INTEGRAL Y VINAZA DE DESTILERÍA	44
D. COSTOS DE LA UTILIZACIÓN DE VINAZA EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS	46
V. <u>CONCLUSIONES</u>	47
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	48
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	49
ANEXOS	

LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1.	ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE LOS CENSOS DE 1974 Y 2000.	4
2.	IMPACTO DE LA VINAZA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.	20
3.	CONDICIONES METEOROLOGICAS.	22
4.	TRATAMIENTOS PARA EVALUAR LOS INDICADORES RUMINALES.	25
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO DE VALIDACIÓN.	25
6.	TRATAMIENTOS PARA OBSERVAR LA CONDUCTA ALIMENTARIA Y GRADO DE ACEPTABILIDAD DE LAS DIETA.	
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO DE VALIDACIÓN.	26
8.	MATERIAS PRIMAS QUE COMPONEN LAS DISTINTAS DIETAS.	26
9.	CUADRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ESTUDIO DE LOS INDICADORES RUMINALES.	29
10.	CUADRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ESTUDIO DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA.	29
11.	EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ALTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMEN.	36
12.	VALIDACIÓN DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE 3 L DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMINAL EN ECUADOR.	37

13. ESTUDIO DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ALTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMEN.	38
14. VALIDACIÓN DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE 3 L DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMINAL EN ECUADOR.	41
15. CONDUCTA ALIMENTARIA DE BOVINOS CON LA INCLUSIÓN DE ALTOS NIVELES DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SUMINISTRADOS EN LA DIETA.	42
16. VALIDACIÓN CONDUCTA ALIMENTARIA DE BOVINOS CON LA UTILIZACIÓN DE 20 % DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SUMINISTRADOS EN LA DIETA EN ECUADOR.	44
17. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA VINAZA.	44
18. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LAS DIETAS INTEGRALES.	45
19. COSTOS DE LA UTILIZACIÓN DEL 20 % DE VINAZA EN DIETAS INTEGRALES PARA BOVINOS.	46

LISTA DE GRÁFICOS

No.		Pág.
1	Diagrama de la obtención de la vinaza de caña de azúcar.	12
2	Cadena de la caña de azúcar en el Ecuador.	17

LISTA DE ANEXOS

1. Análisis de varianza de los indicadores ruminales y conducta alimentaria mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar en bovinos vía rumen a las 0 horas.
2. Análisis de varianza de los indicadores ruminales y conducta alimentaria mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de
3. Análisis de varianza de los indicadores ruminales y conducta alimentaria mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de
4. Análisis de Varianza de las características conductuales mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar en
5. Análisis de varianza de las características conductuales alimentarias en bovinos con la inclusión de altos niveles de vinaza de caña de azúcar en la
6. Administración de Vinaza vía ruminal durante el periodo de adaptación.
7. Evaluación de la conducta alimentaria durante los días de experimentación.
8. Vinaza de destilería recolectada durante la obtención del Ron en Cuba.
9. Actividades diarias de pesaje de alimento y desperdicio en la evaluación de vinaza suministrada a bovinos.

RESUMEN

En el Instituto de Ciencia Animal, ubicada en Habana, Cuba, Municipio San José de las Lajas, entre Octubre 2008 a Febrero 2009, se realizó la siguiente investigación: “Estudio de la respuesta a nivel ruminal y conducta alimentaria de rumiantes fistulados con altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar”, los tratamientos evaluados fueron: T1 (3 lt de vinaza), T2 (4 lt de vinaza), T3 (5 lt de vinaza) y además se realizó la evaluación de la aceptabilidad de la vinaza incluida dentro de la dieta integral con los siguientes tratamientos: T0 (testigo), T1 (10% de vinaza), T2 (20% de vinaza), T3 (30% de vinaza); se utilizó 7 muestras de líquido ruminal de 50 ml cada uno, se evaluaron 3 tratamientos con 2 repeticiones. Para la evaluación de la aceptabilidad se utilizó un bovino adulto, se evaluaron 4 tratamientos con 4 repeticiones, se aplicó un diseño completamente al azar. Existieron diferencias altamente significativas para las variables en estudio, amoníaco y AGV de los indicadores ruminales a las horas 6 y 12. En cuanto a la conducta alimentaria se observó que existieron diferencias altamente significativas para las variables en estudio como son Consumo total, kg; Número de mordiscos; Cantidad por mordisco, g. Se ha determinado que a medida que se incrementan los niveles de vinaza vía ruminal en bovinos, disminuye el tiempo de consumo de forraje y tiempo empleado en la rumia, mientras que se incrementa el periodo de descanso. El pH ruminal es estable en los diferentes tratamientos evaluados, mientras que la concentración de amoníaco se incrementa y la concentración de AGV disminuye a medida que se incrementan los niveles de vinaza vía ruminal en bovinos. Por lo tanto se recomienda realizar otras investigaciones donde se evalúe el efecto productivo de la utilización entre el 10 y 30% de vinaza de destilería en dietas para bovinos en las diferentes cuentas.

ABSTRACT

At the Institute of Animal Science, located in Habana, Cuba, Municipio San José de las Lajas, between October 2008 to February 2009, made the following inquiry: "Evaluation of the level and ruminal fistulated ruminant feeding behavior with high Inclusion of sugar cane vinasse, the treatments evaluated were: T1 (3 lt of vinasse), T2 (4 lt of vinasse), T3 (5 lt of vinasse) and also was the assessment of the acceptability of the vinasse including integral part of the diet with the following treatments: T0 (control), T1 (10% vinasse), T2 (20% vinasse), T3 (30% vinasse) was used 7 samples of rumen fluid of 50 ml each were evaluated 3 treatments with 2 replications. For the assessment of acceptability was used adult cattle were evaluated 4 treatments with 4 replicates, we applied a completely randomized design. There were highly significant differences for the variables under study, ammonia and VFA rumen indicators for hours 6 and 12. As far as eating was observed that there were highly significant differences for study variables such as total consumption, kg; Number of bites; Amount per bite, g. Has been identified as increasing levels of vinasse via rumen in cattle, time decreases forage intake and time spent ruminating, while increasing the rest period. Rumen pH is stable in the different treatments evaluated, while the ammonia concentration increases and the concentration of VFA decreases with increasing levels of vinasse via rumen in cattle. Therefore it is recommended that further investigations which assess the effect productive use between 10 and 30% distillers stillage diets for cattle in the different accounts.

I. INTRODUCCIÓN

Ante la variabilidad del precio del petróleo y considerando que es un recurso no renovable y contaminante que contribuye al calentamiento del planeta; se gesta una nueva ola de energías alternativas como los paneles solares, energía eólica, energía hidráulica y entre ellas los biocombustibles que países como Brasil ejecutan con éxito a partir de plantas procesadoras de maíz y caña de azúcar ya instaladas en toda América con el respaldo de Estados Unidos.

Debido al Boom del Bioetanol, es leal complementar la información señalando que con ello se promueve el monocultivo y sus respectivas consecuencias como son la disminución de la variabilidad genética de las especies vegetales, la erosión y contaminación debido al depósito de residuos biológicos en los ríos y suelo, sustituyendo el uso racional de los alimentos, como el caso de la caña de azúcar, antes destinada a la alimentación humana y animal ahora utilizada para biocombustibles.

Durante la destilación de la melaza fermentada o de los jugos fermentados de caña a alcohol etílico se produce un efluente denominado “*vinaza*” en una proporción que va desde el 10:1 a 15:1; debido a su elevado porcentaje de materia orgánica es altamente contaminante si se deposita directamente en el agua o suelo, sin previamente recibir tratamiento. En países como Cuba, Brasil, Colombia, se ensaya con buenos resultados el uso de la vinaza como fertilizante del suelo, por otro lado la creatividad del zootecnista apuesta por la búsqueda de nuevas alternativas destinadas a la alimentación animal que sean confiables, económicas y armónicas con el medio ambiente, siendo meritorio el estudio de la vinaza incluida en la alimentación animal y específicamente dentro de la producción bovina.

En estudios predecesores se ha encontrado que para la alimentación de rumiantes el nivel de vinaza de la dieta no debe superar el 10% de materia seca, puesto que niveles superiores afectan el consumo, ganancia de peso y por ende conversión alimenticia, se ha investigado además, que el consumo de vinaza es reducido y esta ligado a la individualidad de cada animal.

Por las características físicas de la vinaza es necesario incluirla dentro de un sustrato que absorba gran cantidad de líquido a la hora de ofertarla al animal y por sus cualidades químicas, se la considera como un sustituto de la melaza por su aporte calórico de 1860 Kcal/kg y su aporte de minerales como el potasio 3.6 kg/m³ de vinaza, en promedio.

Con estos antecedentes, el propósito es ensayar el uso de altos niveles de vinaza en la alimentación de rumiantes inicialmente en forma directa vía ruminal y luego a través de la dieta, con el fin de promover nuevas alternativas de uso de la vinaza aportando a la disminución del impacto ambiental ocasionado.

Por lo anteriormente expuesto, es imprescindible estudiar el efecto de la inclusión de altos niveles de vinaza de caña de azúcar en la alimentación de bovinos, sin que ello signifique un detrimento en el consumo de alimento y comportamiento del animal, por lo que en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Estudiar el comportamiento y la respuesta a nivel ruminal (producción de amoníaco, concentración de ácidos grasos volátiles y pH ruminal), en bovinos sometidos a altos niveles de vinaza (3, 4, 5 L/día).
- Evaluar el comportamiento alimentario de bovinos ante el suministro de tres dietas integrales con la inclusión de: 10, 20 y 30% de vinaza, además de un tratamiento testigo.
- Analizar la composición bromatológica, de la dieta integral y vinaza de destilería para la alimentación de bovinos.
- Realizar la validación del tratamiento que alcanzó los mejores resultados en nuestro país.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA PRODUCCIÓN BOVINA EN EL PAÍS

La producción pecuaria en el Ecuador se ha desarrollado progresivamente, el ganado vacuno de carne y leche supera los 4.487. 000 cabezas, de las cuales más del 50% corresponden a ganado criollo.

La producción de carne se concentra principalmente en la costa con alrededor del 75% y en la Amazonía en un 25%; mientras que la producción de leche se concentra fundamentalmente en la sierra en aproximadamente un 73% y el resto en otras regiones del país.

1. Sistema de producción

Extensiva.- Caracterizado por falta de tecnología en aspectos como: manejo, pastos y sanidad animal, con bajas cargas animales por hectáreas 0.7 UB y producciones lácteas de 900 litros por campaña.

Intensivo.- En un bajo porcentaje, donde se utiliza suplemento alimenticio y programas sanitarios estrictos.

2. Principales problemas de la producción bovina de leche

Nutricionales: Debido principalmente a la baja calidad proteica de los pastizales asociada a una inadecuada fertilización de los potreros.

Sanitarios y de manejo, que repercuten directamente en la producción.

3. Vías de comercialización de productos pecuarios

La comercialización de los productos leche y carne no es directa del productor al consumidor y los canales en cada uno de ellos.

4. Programas públicos y privados de apoyo al desarrollo de la pequeña ganadería bovina

Prácticamente no existen programas públicos de apoyo a este sector; al momento existen únicamente ONG's que brindan algún tipo de ayuda técnica a los pequeños productores de ganado bovino, donde el número de hectáreas totales de los pequeños productores es reducido en comparación con la extensión correspondiente a los UPAs sobre las 10 has. Por otro lado los parámetros técnicos productivos y reproductivos son bajos, debido a la falta de tecnología, así como por la ausencia de apoyo gubernamental, Cuadro 1.

Cuadro 1. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE LOS CENSOS DE 1974 Y 2000.

PROVINCIA	NUMERO DE CABEZAS CENSO 1974	APORTE PORCENTUAL 1974	NUMERO DE CABEZAS CENSO 2000	APORTE PORCENTUAL 2000
AZUAY	136.553	5%	341.799	8%
BOLIVAR	75.600	3%	196.523	4%
CAÑAR	61.616	2%	139.772	3%
CARCHI	60.475	2%	93.784	2%
COTOPAXI	116.097	5%	193.129	4%
CHIMBORAZO	114.197	5%	246.787	6%
IMBABURA	64.545	3%	105.057	2%
LOJA	180.868	7%	361.455	8%
PICHINCHA	288.090	12%	444.573	10%
TUNGURAHUA	72.516	3%	151.258	3%
EL ORO	92.670	4%	162.467	4%
ESMERALDAS	124.409	5%	219.385	5%
GUAYAS	333.175	13%	344.798	8%
LOS RIOS	168.883	7%	117.803	3%
MANABI	417.309	17%	783.592	17%
MORONA SANTIAGO	102.245	4%	229.205	5%
NAPO	34.062	1%	50.984	1%
PASTAZA	13.741	1%	26.820	1%
ZAMORA CHINCHIPE	36.951	1%	130.667	3%
SUCUMBIOS	-	-	49.591	1%
ORELLANA	-	-	35.942	1%
GALAPAGOS	-	-	11.104	0,20%
ZONAS NO ASIGNADAS *	-	-	49.516	1%
TOTAL NACIONAL	2'494.002	100%	4'486.021	100%

Fuente: Sica, (2002).

Este cuadro analiza la composición provincial del hato bovino total, es decir sin diferenciar entre los animales que se destinan para carne o para leche. La intención es identificar aquellas provincias que en poco más de un cuarto de siglo han ido especializándose en producción pecuaria.

Como se puede apreciar, dentro de las provincias de la sierra, la que ha tenido una evolución favorable desde 1974, ha sido el Azuay que ha incrementado su hato a 8% del total nacional. Por el contrario, a pesar de continuar siendo la segunda provincia con mayor proporción del hato, Pichincha a disminuido su participación de 12% en 1974 a 10% en el año 2000.

Una situación similar ocurre con la provincia del Guayas, que redujo su hato de 13% del total en 1974 a 8% del total en el 2000. Esto se explica por la especialización que se ha dado en la provincia hacia cultivos de agro exportación, como lo recogen los datos del CENSO 2000. Dentro de este grupo de provincias de la costa, sigue siendo Manabí la provincia donde se encuentra el mayor número de cabezas de ganado de todo el país, manteniendo constante su aporte al total con el 17% del hato.

En el oriente se destaca la evolución favorable que ha tenido Zamora Chinchipe, que pasa de 1% a 3% en el año 2000, triplicando su hato en relación al total registrado en el 2000. Las demás permanecen constantes y con aportes poco significativos.

B. CARACTERISTICAS DEL RUMEN

En el ambiente ruminal se encuentran una de las más grandes densidades de población de microorganismos conocidas, los cuales varían en tipo y proporción según su alimento, estos mantienen una relación simbiótica con el hospedero Angulo, R. (2005).

El rumen provee un ambiente apropiado, con un suministro generoso de alimentos, para el crecimiento y reproducción de los microbios. La ausencia de aire (oxígeno), en el rumen favorezca el crecimiento de especies especiales de bacteria, entre ellos las que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa), para producir azúcares sencillos (glucosa). Los microbios fermentan

glucosa para obtener la energía para crecer y ellos producen ácidos grasos volátiles (AGV), como los productos finales de fermentación.

Mientras que crecen los microbios del rumen, producen aminoácidos, las piedras fundamentales para proteínas. Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos.

La mayoría está compuesta por microorganismos anaerobios estrictos, pero hay una pequeña población de bacterias anaerobias facultativas, que toleran pequeñas concentraciones de O₂ que pueden utilizar en su metabolismo. La población microbiana del rumen, está constituida por bacterias, hongos y protozoos. El tipo y la proporción de microorganismos varían en función del tipo de alimento (Doré, J y Gouet, T. 2001). Las bacterias, son los principales agentes que actúan en la fermentación de los carbohidratos estructurales y la proteína de las plantas. Los protozoos ciliados son importantes en la digestión de carbohidratos no estructurales, intervienen en el fraccionamiento físico del alimento y juegan un importante papel como reguladores del pH ruminal (Prins, R 2000). Los búfalos presentan mayor población de bacterias y hongos, característica que les permite realizar una degradación más eficiente de la pared celular de los forrajes y de la proteína proveniente de la dieta. Esta ha sido considerada como una de las razones por la cual, los búfalos tienen mayor capacidad de transformar los forrajes de baja calidad en energía disponible en forma de ácidos grasos volátiles (AGV). Así mismo el rumen provee un ambiente apropiado, con un suministro generoso de alimentos, para el crecimiento y reproducción de los microbios. La ausencia de aire (oxígeno), en el rumen favorece el crecimiento de especies bacterianas, entre ellos las que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa), para producir azúcares sencillos (glucosa). Los microbios fermentan glucosa para obtener la energía para crecer y ellos producen ácidos grasos volátiles (AGV), como los productos finales de fermentación.

1. Características físico-químicas

El rumen se puede considerar como un fermentador de temperatura constante que presenta condiciones anaerobias (potencial de oxígeno: 10⁻²²M). Debido al

taponamiento producido por la saliva, el pH se mantiene constante en torno a 6.5. Este taponamiento salivar es importante ya que durante la fermentación ruminal se generan ácidos orgánicos que tienden a bajar el pH. (Franzolin, R. 2001).

En conjunto, puede considerarse el rumen como un sistema de cultivo continuo cuya tasa de crecimiento está controlada por el aporte nutritivo derivado de la alimentación del animal (sistema quimiostático). (Franzolin, R. 2001).

2. Fisiología ruminal

El proceso en el rumen dura cerca de 9h. Los alimentos rumiados pasan por la reddecilla, se devuelven a la boca donde se mastican y pasan al resto de compartimentos gástricos (cuajar). La digestión que tiene lugar en el rumen es únicamente bacteriana: el rumen no produce enzimas. Los microorganismos ruminales no sólo digieren azúcares de alto peso molecular sino que también son responsables de la producción de los aminoácidos y factores de crecimiento necesarios para el desarrollo del animal que, por consiguiente, no necesita ingerirlos en la dieta.

Los microorganismos ruminales pertenecen a varios grupos taxonómicos:(1), bacterias, principalmente bacilos o cocos Gram-negativos, aunque también hay grupos Gram-positivos. Llegan a alcanzar números muy altos (10^{10} a 10^{11} bacterias por gramo). Los grupos principales son *Ruminococcus* y *Bacteroides*. Ecológicamente se producen equilibrios entre los diferentes grupos bacterianos, equilibrios que si se desestabilizan son causantes de problemas en el rendimiento del proceso ruminal (por ejemplo: hay bacterias que metabolizan algunos productos secundarios de otras, el H_2 por ejemplo, que si no es eliminado rápidamente puede llegar a ser inhibidor de otros procesos ruminales. Por consiguiente, el mantenimiento de microorganismos como *Methanobacterium ruminantium* responsable de la formación de metano a partir de CO_2 e H_2 es imprescindible para el proceso). (2), Arqueas, como microorganismos metanógenos. (3), Protozoos: hay entre 10^5 y 10^6 unidades por gramo; anaerobios (lo que es muy infrecuente entre los protozoos), ciliados

con cierta capacidad de degradación de celulosa y de almidón mediante fermentación. Actúan como depredadores de bacterias. (Carro, M. y Ranilla, M. 2006).

Entre todos estos microorganismos se establecen cadenas tróficas en las que unos utilizan como fuente de alimento los residuos de los anteriores. Así mismo, se producen cadenas por protozoos depredadores de eubacterias y arqueas.

Desde el punto de vista bioquímico se produce la degradación de la celulosa según el esquema siguiente:

Celulosa → celobiosa → glucosa → fermentación ácido-mixta (ácidos grasos volátiles), → ácidos grasos absorbidos en el rumen la fermentación rinde ácidos orgánicos de cadena corta (acético, propiónico y butírico).

La degradación de la celulosa la inician microorganismos celulolíticos que representan entre el 1 y el 5% de la flora ruminal. La mayoría de los microorganismos de esta flora no son celulolíticos, aunque en conjunto pueden degradar un gran número de polímeros de alto peso molecular como almidón, pectina, lípidos, etc. De los residuos vegetales, sólo la lignina no es digerible por la flora ruminal.

Los productos finales del proceso ruminal son los ácidos grasos de cadena corta, también CO₂ y CH₄ (65%-35%). El origen del metano está en la actividad de *Methanobacterium ruminantium* a partir del CO₂ y del H₂ producidos en la fermentación ácida mixta. Estos gases se eliminan mediante eructos (lo que, probablemente sirva para diseminar las bacterias en la población y, por otra parte, es origen de una gran cantidad del metano libre en la atmósfera). La eliminación de gases mediante eructos es necesaria para el proceso porque pueden llegar a suponer 80 de los 100 litros de la panza del animal.

Si no se produce la eliminación de estos gases (por ejemplo, porque se produce espuma en la panza, lo que ocurre en ciertos casos de ingestión de alimento en condiciones incorrectas), se pueden originar problemas serios que pueden causar la muerte del animal (patología denominada timpanitis). Los restos no

digeridos durante el proceso ruminal y las bacterias y protozoos son enviados al estómago después del proceso de masticación. En la práctica, los finales residuos no metabolizados son de tipo lignina. Gil, S. (2004).

3. Sistema ruminal

La composición bacteriana depende de la dieta y de cuál sea la principal fuente de carbono (celulosa, almidón o pectina; según el alimento sea heno, granos o heno de leguminosas, por ejemplo).

El rumen es un ecosistema muy constante: cambios bruscos en él pueden llevar a la muerte del animal (ej: *S. bovis* crece de forma explosiva cuando brusco de dieta de heno a grano; como esta bacteria usa el almidón mediante fermentación da lugar a una fuerte acidosis). Cambios graduales en la dieta dan lugar a selección de nuevas poblaciones de microorganismos. En otras ocasiones, la dieta puede dar lugar a la formación de espuma que dificulta o impide la erucción.

Hay un equilibrio entre microorganismos metanógenos (arqueobacterias), e hidrogénicos que, a su vez, son inhibidos en condiciones de concentración alta de hidrógeno.

Se puede añadir urea ($\text{H}_3\text{C-CO-CH}_3$), al forraje para que sea fuente de nitrógeno para los microorganismos ruminales que así producen proteínas que luego utiliza el animal.

C. LA VINAZA

“La vinaza es un material líquido, resultado del proceso de la destilación del alcohol etílico, se caracteriza por su alto contenido de materia orgánica, su color café oscuro, su pH de naturaleza ácida que oscila entre 3.5 a 4.3, de olor desagradable, tiene un poder calorífico de 1860Kcal/kg a 60%, y precursor de sales, todo ello impide su vertimiento directo a corrientes de agua sin previo tratamiento”. (Becerra, C. et al. 2006).

“Es el principal efluente de las destilerías de aguardiente y alcohol ya sea por destilación de la melaza fermentada o de la fermentación directa de los jugos de la caña, puede contener como impurezas sustancias procedentes del proceso de extracción de los jugos y de la fermentación. En ningún caso elementos extraños, tóxicos o metales pesados; tampoco puede contener elementos en exceso”. (García, A. y Rojas, C. 2006).

Se produce en una proporción de 13:1, es decir, por cada litro de alcohol se obtienen 13 litros de vinaza. De acuerdo con Ferreira y Montenegro citados por Quintero, R. et al. (2006), esta proporción puede variar entre 10:1 y 15:1. “Se estima que por una tonelada de caña destinada para la producción de azúcar se obtienen alrededor de 45 kg de melaza que pueden producir 12 L de alcohol y entre 30 y 156 L de vinaza según los contenidos de sólidos totales. Recientemente se han desarrollado cambios en el proceso de fabricación de alcohol para obtener vinaza más concentrada; en Colombia, por ejemplo, la Industria de Licores del Valle produce 2.5 L de vinaza con 55% de sólidos totales por cada litro de alcohol producido”. (Quintero, R. et al. 2006). “En dependencia del país y región, recibe otros nombres como: Vinhoto, Vhinote, Caldas, Restilo, Tiborna, Caxixi, Garapao, Mosto, etc”. (Concha, C. 2008).

1. Composición Química de la Vinaza

Quintero, R, et al. (2006), señala que la composición de la vinaza varía según provenga de la destilación de la melaza fermentada, o de los jugos fermentados de caña o la mezcla de ambos, éstas vinazas reflejarán en su composición el material de procedencia.

Según el análisis de tres fuentes de vinaza, podemos encontrar que los elementos de mayor concentración son la materia orgánica que alcanza valores de 23,44Kg/m³ en vinazas de jugo de caña; 52.04kg/m³ en vinazas de melaza y 32,63 Kg/m³ en vinazas de la mezcla de melaza y jugo de caña.

El siguiente elemento en mayor proporción es el hierro (Fe), que llega a concentraciones de 80Kg/m³ en vinaza de melazas; también el cobre (Cu), con

21kg/m³ en vinazas fruto de la mezcla de melaza y jugo de caña. El manganeso y el potasio son otros elementos destacables que se encuentra en concentraciones de 8 Kg/m³ y 6Kg/m³ en vinazas de melaza. Contiene otros elementos como el nitrógeno (N), azufre (S), calcio (Ca); el ph. de la vinaza es ácido y va desde los 3,7 hasta los 4,4.

Pérez, O. (2006), manifiesta que “la composición química de la vinaza es variable, depende entre otros factores de las características físico-químicas de la melaza, del método de conducir la fermentación alcohólica y de las especies de levaduras utilizadas.

En la comparación de la vinaza y melaza se observa que la vinaza posee 8,4 % de proteína bruta, mientras que la melaza 3,08%, debido, esto quizás a las levaduras que se adicionan. El contenido de materia seca de la vinaza es del 44,79%, y el de la melaza 85.19%, el total de nutrimentos digestibles (NDT), es 63,6%, mientras que la melaza posee 69,75% de NDT. Este autor expresa que la energía neta de mantenimiento (ENm), es de 1.59 Mcal/kg. y la energía neta de ganancia (ENg), es de 0.99 Mcal/kg.”

2. Proceso de obtención de la vinaza

“En la industria azucarera las vinazas constituyen el principal residuo líquido de la fermentación de la fabricación de alcohol, en una destilería de mediano tamaño que producen diariamente 50.000 litros de alcohol base 960°, se generan diariamente 750 m³ de vinaza. “(Perdigón, S. 2005).

Las vinazas se clasifican de acuerdo a la materia prima de procedencia en: melaza (o jugo, mieles o mezclas), de caña de azúcar , melaza de remolacha, melaza de agave, maíz , cebada.

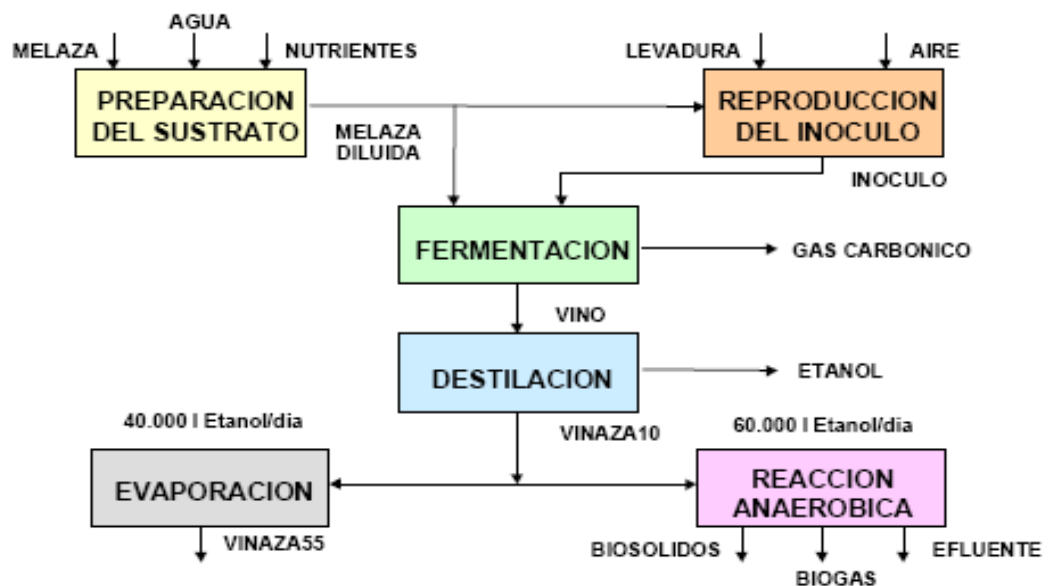
Por la concentración de sólidos totales que contenga se clasifican en:

- Vinaza diluida: 8 a 10% de sólidos totales.
- Vinaza semiconcentrada: 20 a 30% de sólidos totales.

- Vinaza concentrada: 55 a 60% de sólidos totales.
- Vinaza sólida: 99 a 99.9 % de sólidos totales.

En el gráfico 1, realizado por (Quintero, R. 2006), se analiza, que el proceso de obtención de la vinaza inicia con la preparación del sustrato que contiene melaza, agua y nutrientes, luego al sustrato se le añade levadura e inicia la reproducción del inóculo.

Durante el proceso de fermentación se produce gas carbónico, finalmente ocurre la destilación, aquí se separa el etanol de la vinaza, la cual puede ser sometida a otros procesos como la evaporación con el propósito de aumentar la concentración de sólidos, o en su caso, someterla a una reacción anaerobia para obtener biosol, biogas, pero siempre se genera un efluente.



Fuente: Quintero, R. (2006).

Gráfico 1. Diagrama de la obtención de vinaza de caña de azúcar.

D. USOS ALTERNATIVOS DE LA VINAZA

“Genéricamente las opciones de manejo técnico de las Vinazas pueden resumirse en las siguientes acciones:

- Aplicación al suelo como fertilizante.
- Concentración por evaporación.

- Fermentación anaeróbica para la producción de Metano.
- Bioconversión para la producción de Biomasa.
- Incineración de Vinaza concentrada.
- Otros tratamientos que reducen su carga se basan en principios de índole: químico, microbiológico, incorporación en medios de cultivo, proceso “Casquilla” (dilución y adición de bacterias amoniacales), etc.”. Chaves, M. (2004).

Para Castro, F. (2007), es necesario estudiar el efecto del uso de los biocombustibles, sobretodo su impacto en la generación de residuales líquidos (vinazas), su composición, viabilidad técnica y económica.

1. Usos de la vinaza en la alimentación de rumiantes

“La inclusión de la vinaza en dietas integrales para alimentar novillos en finalización, es factible de llevarse a cabo sin detrimento de los indicadores de consumo y productivos, la inclusión en un nivel del 10% en base seca de la dieta para alimentar novillos de engorda en corral no afecta el consumo de materia seca (kg./día), para animales que inician la etapa de finalización a partir de 340 kg. de peso vivo hasta el peso de abasto (450 kg). La ganancia diaria de peso que se puede esperar por el consumo de dietas que incluyen 10% de vinaza es del orden de los 900 gramos y es comparable al de dietas que contienen melaza”. (Pérez, O. 2006).

Lara, F. (2006), señalan que la digestibilidad aparente de la dieta se reduce en la medida que se incrementa el nivel de vinaza en la ración. “Niveles mayores al 10% reducen la ganancia diaria de peso, debido a la disminución en la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen.

Para Jordán, H. (2008), antes de desarrollar un sistema estándar de alimentación de novillos, es imprescindible resolver los factores asociados a la alta variabilidad del consumo de la vinaza, así como su correlación con la cantidad y calidad del forraje. En el comportamiento del tiempo en segundos que dedican a tomar vinaza por momentos en un total de 12 animales, el animal 1 toma la vinaza en un

lapso de 1,5 segundos, mientras que el animal 11 dedica 11,17 segundos, el resto de animales oscila entre 3 a 7 segundos. El tiempo máximo de consumo fue de 17,80 segundos del animal 8.

Estos valores demuestran que el consumo aún se encuentra ligado a la individualidad de cada animal.

Ortiz, G. et al. (2001), al estudiar bovinos machos de 334 Kg de peso en promedio, sin castrar, observa que el consumo de materia seca no se afectó estadísticamente por la inclusión de vinaza en la dieta, los valores fueron de 10.36 Kg./día con 0% de vinaza; 10.80kg/día con 10% de vinaza y 9.30 Kg/día con 20%, éste último porcentaje resultó detrimental para la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

La ganancia diaria de peso muestra diferencias significativas cuando el animal consume 20% de vinaza en la dieta, pues alcanza los 533 gr./día, mientras que al consumir 0 y 10% de vinaza, la ganancia de peso es de 994 gr./día y 870 gr/día respectivamente.

La conversión alimenticia no expresa diferencias significativas con niveles de 0 y 10% de vinaza, siendo de 10,40 y 12,70 respectivamente, pero si tiene diferencias significativas entre estos niveles y el nivel de 20% de vinaza, cuya conversión es de 18,60 unidades.

Ortiz, G. et al. (2001). señala que el efecto lineal negativo sobre la ganancia diaria de peso, puede relacionarse con la baja digestibilidad de la materia seca.

Jordán, H. (2008), encontró una relación entre la cantidad y calidad del forraje que consumen los animales estabulados y la ingestión de vinaza.

Si al animal se le restringe la cantidad de forraje de buena calidad el consumo de vinaza se incrementaría, sin embargo los requerimientos de proteína, energía y minerales, tienen que ser satisfechos. La Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición animal FEDNA. Recomiendan los siguientes límite máximo de

incorporación de vinaza: en ternero mayores de 150Kg y vacas productoras de leche es de 1 % de la dieta, mientras que para recría de vacuno y animales de ceba el nivel oscila entre el 3 y 4 % como límites máximos.

2. Normas de control de calidad de la vinaza

De acuerdo al FEDNA, la inspección en recepción incluye el control organoléptico y micrográfico; estos controles verifican que la viscosidad entre lotes sea constante, la ausencia de productos sólidos ajenos a la vinaza, color oscuro y olor característico. El análisis establece que la proteína bruta sea del 17,9% y la cantidad máxima de potasio del 8%; el contenido de aflatoxinas B1 menor a 50 ppb y los pesticidas clorados menor a 10 ppb. También el contenido máximo de estafilococos de 10 ufc/g y ausencia de escherichia y salmonella.

E. SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VINAZA EN ECUADOR

Rosero, E. (2007), en el año 2005, el área de producción de caña de azúcar en nuestro país fue de aproximadamente 135 000 has de las cuales, la gran mayoría 85 000 has es decir el 63%, eran destinadas a la producción de azúcar tanto para consumo interno como para exportaciones; y la diferencia, 50 000 has, esto es el 37% fueron dedicadas a la elaboración artesanal de panela y a la obtención industrial de alcohol etílico. Las Plantas alcoholeras reconocidas en nuestro país son Producargo S.A., Soderal y Codana, que totalizaban en el año 2005 una producción de 100000 litros/día de alcohol”

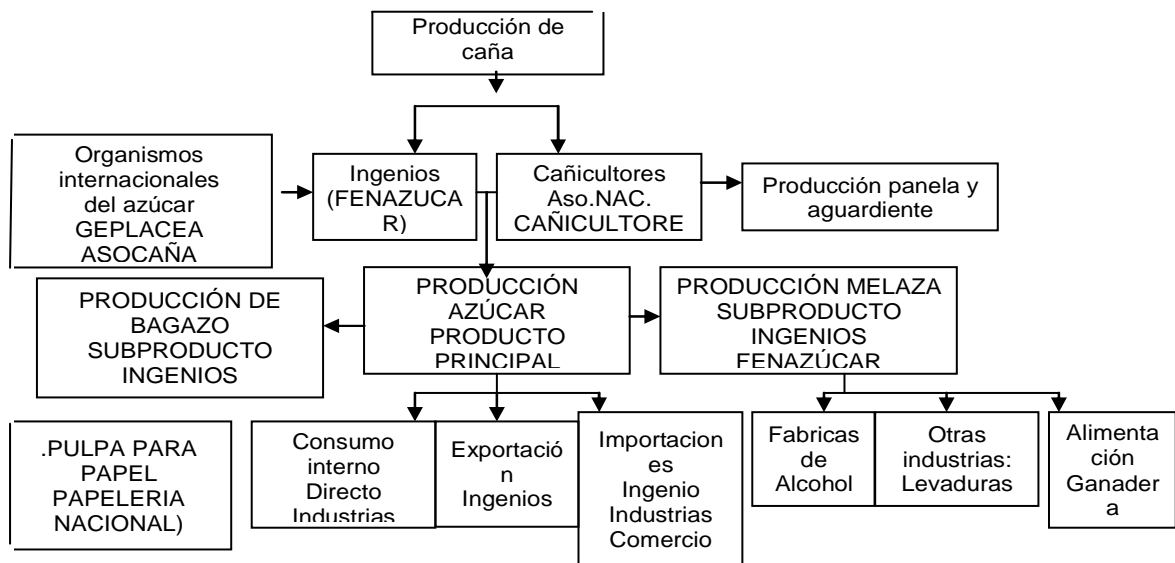
Si partimos de que por cada litro de alcohol se generan 13 litros de vinaza, concluimos que diariamente se obtenían en promedio 1'300000 litros de vinaza/día, que es un producto muy contaminante. En el III Censo Nacional Agropecuario (2000), se detalla que la producción de caña de azúcar destinada a la obtención del azúcar fue de 77375 Tm, mientras que la producción destinada a otros fines como obtención de alcohol y panela fue de 42205 TM.

“Se reconocen en el Ecuador seis ingenios azucareros, la superficie sembrada por estos Ingenios fue de 74.100 has y el área cosechada 69.156 has. Las

mayores producciones de sacos de azúcar fueron alcanzadas por los Ingenios Ecudos 31.1% de la producción, San Carlos 30.36 % y Valdez 30% localizados en la Cuenca Baja del Río Guayas (provincias de Guayas, Cañar y Los Ríos), las menores producción las obtuvieron los ingenios lancem 4% en la provincia de Imbabura, Monterrey 3.14% en la provincia de Loja y Isabel María 1.4%” (CINCAE. 2006). “De acuerdo al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador CINCAE en nuestro país la industria azucarera y alcoholera genera residuos tales como: bagazo, ceniza, cachaza, vinaza, y otros en volúmenes muy grandes difíciles de eliminar y que producen contaminación ambiental; los ingenios San Carlos, Valdez producen alrededor de 200.000 TM de cachaza y 80 000 TM de ceniza.” (CINCAE. 2006).

“Estos subproductos pueden ser aprovechados dentro de la alimentación animal o como fertilizantes orgánicos mejoradores del suelo debido a que contienen altas concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos, generalmente, la aplicación de cachaza fresca es poco rentable por el gran volumen que hay que transportar debido a su alto contenido de humedad (alrededor del 75%), estudios realizados en Brasil, Venezuela y Cuba han determinado que resulta antieconómico transportarla a distancias mayores a 10Km.” (CINCAE. 2006).

“En la zona azucarera del Ecuador es común utilizar la cachaza combinada con el agua de riego para aprovechar los nutrientes disponibles; y se esta realizando un estudio exploratorio usando cachaza descompuesta como sustituto de fertilizante químico; actualmente se están evaluando dos dosis de cachaza y cuatro niveles de reducción de una dosis referencial de fertilización usada por el CINCAE. Durante el primer año 2005-2006, el nivel menor de cachaza aplicado 15 ton/ ha y la reducción de un 60% de fertilización química alcanzó la mayor producción de caña y azúcar por hectárea”. (CINCAE. 2006). En el Ecuador la cadena de producción de la caña de azúcar genera dos residuos básicos, el bagazo, que es aprovechado por la Industria papelera, y la melaza, empleada para la obtención de alcohol, levadura, y alimento para ganado. Los gremios nacionales actores del proceso son la FENAZUCAR y la Asociación Nacional de cañicultores., como se aprecia en el gráfico 2.



Fuente: CINCAE, (2006).

Grafico 2. Cadena de la caña de Azúcar en el Ecuador.

“A partir del 2005, los tres ingenios azucareros más grandes iniciaron programas de co-generación de energía eléctrica, para usar los residuos de bagazo de las fábricas; de la misma forma, se han establecido plantas de procesamiento de alcohol, para la industria farmacéutica y de bebidas alcohólicas, así como con miras al procesamiento de etanol, para carburante, que estaría próximo a ser usado a nivel general en automotores a gasolina” (CINCAE. 2006). En éste contexto el CINCAE. (2006), manifiesta que la superficie de caña cultivada iría en aumento, por el auge de los biocombustibles, y los bajos precios del crudo ecuatoriano, frente a éste panorama, en Ecuador se están consolidando los siguientes proyectos:

- Ensayo sobre la evaluación de diferentes mezclas de ceniza y cachaza (cenichaza), para su factibilidad de uso como compostaje. Al aplicar 10TM de cenichaza compostada por hectárea, con el 50% de humedad se estaría incorporando 77 Kg de K_2O , 78Kg de P_2O_5 y 130 Kg de urea; encontrándose el nitrógeno, fósforo y potasio en forma disponible o residual. (CINCAE. 2006).
- Utilización de subproductos de la caña de azúcar y de la industria alcoholera ecuatoriana para uso en la fertilización en los cultivos de caña. (CINCAE. 2006).

Por lo anteriormente citado, este estudio tiene sólidas perspectivas de ser aplicado en el Ecuador, y en cualquier país cañicultor, con el propósito de aprovechar la vinaza dentro de la alimentación animal como un suplemento energético y mineral en sustitución de la melaza, además que se reduce la contaminación del medio ambiente ya que la vinaza es un producto altamente contaminante, por ello concluimos que al investigar los resultados del suministro de altos niveles de vinaza dentro de la alimentación de bovinos será de mucha valía para nuestro país.

F. IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE VINAZA

La dimensión ambiental ocasionada por la vinaza debe analizarse, en un sentido amplio, tanto en sus aspectos naturales (como el suelo, la flora, la fauna), como de contaminación (aire, agua, suelo, residuos), de valor paisajístico, de alteración de costumbres humanas y de impactos sobre la salud de las personas. En definitiva, la preocupación surge con todas las características del entorno donde vive el ser humano cuya afectación pueda alterar su calidad de vida.

La agroindustria cañera tiene la particularidad que al diversificarse para la obtención de energía y derivados produce residuos secundarios, a los que hay que darle tratamiento o un adecuado uso para evitar la contaminación del medio ambiente. En Cuba, la industria azucarera y sus derivados aportan anualmente una contaminación equivalente a lo que puede aportar siete millones de habitantes. De todos ellos, los más contaminantes por su carga orgánica de 60 000 a 90 000 de DQO_{cr} (Minaz, P. 2003), casi 700 veces mayor que la permitida por la normativa; son las aguas residuales procedentes de la industria alcoholera, y dentro de ellas, las vinazas de las torres de destilación, las que se obtienen en una proporción de 12 a 18 litros por cada litro de alcohol destilado a 100^o G.L. (Hakuv, O. 1990; De la Cruz, S. 2002).

En el Programa Nacional de Energía de Cuba; se han evaluado alternativas para la mejora de la eficiencia energética a partir de la utilización de biomasa como combustible. Surge en este contexto en 1996 el Proyecto Nacional de

Investigación “Cogeneración durante todo el año en la Industria Azucarera usando caña energética como segundo combustible”.

Estévez, R. (2000), reporta que la vinaza de destilería tiene un impacto negativo sobre el aire pues produce malos olores y aerosoles, que a su vez tiene un efecto negativo sobre la población incluso a distancias superiores a los 5 Km de la planta generadora del residuo. En cuanto al grado se considera no controlable y de temporalidad permanente, pues una vez generado el residual produce estos efectos, así se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. IMPACTO DE LA VINAZA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.

AREA AMBIENTAL	SIN IMPACTO POSITIVO	IMPACTO NEGATIVO			
		GRADO		TEMPORALIDAD	
		CONTR.	NO CONTR.	CORTOPLAZO	PERMAN.
Medio físico					
Aire			X		x
Suelo		x			
Agua					
Calidad			x		x
Usos		x			
Medio biótico. Flora y fauna			X		x
Paisaje. Calidad			X		x
Estructura urbana y rural			x		x
Operación y servicios					
Generación residuos			x		x
Olores			X		x
Aerosoles			X		x
Moscas y vectores	X				
Ruidos	X				
Población. Características culturales			X		x

Fuente: Perdigón, S. (2005).

Perdigón, S. (2005), por otra parte la vinaza tiene una influencia negativa controlable y permanente sobre la calidad del agua, porque se pueden identificar alternativas para minimizar los impactos del residual sobre el agua.

Este aspecto está muy relacionado con el impacto negativo que ejercería sobre el medio biótico (flora y fauna) y el paisaje, pues de verse en el río o embalse, dados los parámetros de caracterización provocaría un grado de contaminación alto en el cuerpo receptor, afectaría el equilibrio de la flora y la fauna, produciría un efecto de eutrofización no controlable y por tanto afectaría el paisaje al cambiar el aspecto del cauce del cuerpo receptor.

Según Contreras, A. (1999), dice que la vinaza afecta la estructura urbana y rural, porque una vez producida se requiere diseñar esquemas de tratamiento y reutilización que ocupa un espacio, además debe ubicarse de acuerdo a la dirección de los vientos para minimizar el efecto de los malos olores y aerosoles durante su tratamiento en el sistema de lagunas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El desarrollo de la presente investigación se realizó en la nave de ceba perteneciente a la Dirección de Apoyo a la Investigación en el Departamento de Rumiantes del Instituto de Ciencia Animal, Carretera Central Km. 47 ½, San José de las Lajas, La Habana, Cuba y tuvo una duración de 120 días en el proceso de experimentación, recolección de resultados y análisis de los mismos.

La validación de la presente se realizó en el Programa de Bovinos Lecheros de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado en el Km 12 vía Riobamba - Licto y tuvo una duración de 30 días. Los parámetros meteorológicos en las zonas de estudio se resumen en el cuadro 3.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLOGICAS.

PARAMETROS	CUBA-ICA	ECUADOR-ESPOCH
Temperatura, °C	26	11
Humedad, %	78	60
Vientos, km/h	15	22
Heliofania, horas	11	10

Fuente: Estación Meteorológica ICA, (2008).

FRN-ESPOCH, (2008).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales para las diferentes fases de la presente investigación se detallan a continuación.

1. Fase uno: Respuesta a nivel ruminal

El tamaño de las unidades experimentales para la investigación lo constituyeron siete muestras conformadas por 50 ml de líquido ruminal de bovino.

2. Fase dos: Evaluación de la conducta alimentaria del rumiante

Las unidades experimentales para esta fase estuvieron constituidas por un bovino adulto de la raza Holstein Comercial donde se evaluó el grado de aceptabilidad de la vinaza incluyéndose directamente en las dietas integrales.

3. Validación del mejor tratamiento

En la validación del mejor tratamiento en Ecuador (3 L de Vinaza vía rumen), la unidad experimental estuvo conformada por siete muestras de 50 ml de líquido ruminal bovino.

En la segunda fase de validación las unidades experimentales estuvieron constituidas por un bovino adulto de la raza Holstein Mestizo en el que se evaluó el grado de aceptabilidad del 20% de vinaza incluida en la dieta integral.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

3. Materiales

- Forraje verde.
- Regla de Medición.
- Pipas para transportar vinaza.
- Baldes.
- Carretillas.
- Trinchas.
- Escoba.
- Envases graduados para suministrar vinaza.

- Pomos y reactivos para recolección de muestras.
- Papel periódico para muestreo.
- Colador
- Palas.
- Materias primas para elaborar dietas experimentales.
- Bolsas de Nylon.

4. **Equipos**

- Báscula de Pesaje.
- Bomba para Suministrar Vinaza.
- Computadora.
- Cámara de Fotos.
- Estufa.
- Balanza analítica peso de muestras de alimento.
- ph metro portátil
- Equipos para la determinación de pruebas bromatológicas.
- Equipo para la extracción de líquido ruminal.
- Equipos para determinar NH₃ y AGV.

3. **Instalaciones**

- Establos.
- Comederos.
- Cuarto para la confección de dieta.
- Pesa para alimentos.

4. **Materias primas**

- a) Heno de gramíneas.
- b) Norgold.
- c) Vinaza
- d) ClNa.

- e) Fosfato Dicálcico.
- f) Hidrato de cal.
- g) Zeolita

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

1. Tratamientos

A continuación se detalla los tratamientos evaluados mediante indicadores ruminales cuadros 4 y 5, en los cuadros 6 y 7 se observa los tratamientos utilizados para evaluar la conducta alimentaria y grado de aceptabilidad de las dietas, las materias primas que componen las dietas se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 4. TRATAMIENTOS PARA EVALUAR LOS INDICADORES RUMINALES.

TRATAMIENTOS	Código	TUE	REPETICIONES	SUBTOTAL
T1 3 litros vinaza	VFN	7	2	14
T2 4 litros vinaza	VFN	7	2	14
T3 5 litros vinaza	VFN	7	2	14
TOTAL MUESTRAS				42

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

VFN: Oferta de vinaza + Forraje a Voluntad + 2 Kg. de Norgold /animal/día.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO DE VALIDACIÓN.

TRATAMIENTOS	Código	TUE	REPETICIONES	SUBTOTAL
TESTIGO VALIDACIÓN 3 litros vinaza	VFN	7	2	14
TOTAL MUESTRAS				14

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

VFN: Oferta de vinaza + Forraje a Voluntad + 2 Kg. de Norgold /animal/día.

Cuadro 6. TRATAMIENTOS PARA OBSERVAR LA CONDUCTA ALIMENTARIA Y GRADO DE ACEPTABILIDAD DE LAS DIETAS.

TRATAMIENTO (Porcentaje de Vinaza)	TUE	REPETICIONES	SUBTOTAL
T 0 (Testigo)	1	4	4
T 1 (10% vinaza)	1	4	4
T 2 (20% vinaza)	1	4	4
T3 (30% vinaza)	1	4	4
TOTAL			16

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO DE VALIDACIÓN.

TRATAMIENTO (Porcentaje de Vinaza)	TUE	REPETICIONES	SUBTOTAL
T 2 (20%)	1	4	4
TOTAL			4

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental.

Cuadro 8. MATERIAS PRIMAS QUE COMPONEN LAS DISTINTAS DIETAS.

COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS	T0		T1		T2		T3	
	0 Litros		2 litros		4 litros		6 litros	
	%BS	Kg.	%BS	Kg	%BS	Kg	%BS	Kg
Heno de Gramíneas	45	9	55	11	60	12	50	10
Vinaza	0	0	10	2	20	4	30	6
Zeolita	2	0.4	4	0.8	6	1.2	6	1.2
CINa	3	0.6	4	0.8	3	0.6	2	0.4
Norgold	48.5	9.7	25	5	8	1.6	8	1.6
Fosfato Dicalcico	1	0.2	1	0.2	1	0.2	1	0.2
Hidrato de cal	0.5	0.1	1	0.2	2	0.4	3	0.6
Total	100	20	100	20	100	20	100	20
Relación Forraje/vinaza	--		5.5		3.0		1.67	
Relación Norgold/vinaza	--		2.5		0.40		0.27	

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

2. Diseño Experimental

Para la distribución de los tratamientos se utilizó un Diseño Completamente al Azar tanto para los indicadores ruminales como para la conducta alimentaria y aceptabilidad de la dieta, el mismo que responde al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable en estudio

μ = Promedio de la población.

T_i = Efecto de la vinaza.

ϵ_{ij} = Término de error aleatorio asociado a la variable Y_{ij} .

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Indicadores Ruminales

- Potencial hidrógeno (pH).
- Amoníaco (Técnica de Conway).
- Ácidos graso volátiles totales (AGVt).

2. Consumos

- Forraje Verde a Voluntad. (Kg./animal/día).
- Norgold (2 Kg./animal/día). Su consumo se mide diariamente en kilos.
- Consumo de la dieta integral (Kg./animal/ día).

3. Análisis Bromatológicos

- Forraje (Porcentaje de Materia Seca).
- Vinaza (Materia Seca, Ceniza, PB, PV, Ca, P, K, Na).
- Dietas integrales (Ceniza, Ca, P, PB, FB).

4. Conducta del animal

- Comiendo forraje.
- Comiendo concentrado (Norgold).
- Bebiendo agua.
- Rumiando de pie.
- Rumiando acostado.
- Descansando de pie.
- Descansando acostado.
- Otras actividades.

5. Análisis de las dietas en el laboratorio

- Materia Seca.
- Proteína bruta.
- Calcio.
- Fósforo.
- pH.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para el análisis de los resultados se utilizó los siguientes procedimientos estadísticos.

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias por el método de rango múltiples de Duncan a un nivel de significancia ($P < 0.05$) y ($P < 0.01$).
- Estadística descriptiva.

En los cuadros 9 y 10 se detalla el cuadro del ADEVA para el estudio de los indicadores ruminales y cuadro del ADEVA para el estudio de la conducta alimentaria respectivamente.

Cuadro 9. CUADRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ESTUDIO DE LOS INDICADORES RUMINALES.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	2
Error	3

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

Cuadro 10. CUADRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ESTUDIO DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error	12

Fuente: Caisaguano, R. (2009).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la planificación del proyecto se ha delimitado un procedimiento lógico a seguir, el mismo que estuvo estructurado de la siguiente manera:

1. Primera etapa

Tuvo una extensión de 25 días, en ella se realizó las siguientes actividades:

- Montaje del experimento en campo: incluyó el acondicionamiento del animal, revisar su estado sanitario, condición corporal, adquisición de materia prima y preparación, así como la organización de los tratamientos.

2. Segunda Etapa

Esta etapa se prolongó por 75 días e incluyó:

- Suministro de vinaza vía ruminal: Consiste en el suministro directo de la vinaza en el rumen del animal, este procedimiento se realizó los días lunes, martes, miércoles como periodo de adaptación para posteriormente los días jueves y viernes realizar las respectivas evaluaciones tanto de comportamiento como de indicadores ruminales, evaluándose un nivel de vinaza cada semana. El nivel fue en aumento de forma progresiva iniciando en 3 litros/día, luego 4 litros/día y finalizando en 5 litros/día. La técnica consistió en suministrar la vinaza al rumen en la mañana y observar luego el comportamiento del animal cada 10 minutos iniciando a las 8:10 am finalizando a las 5:10 pm observando si aumenta o disminuye el consumo, y otras características de conducta alimentaria.
- Los días jueves y viernes se extrajo siete muestras de líquido ruminal a la hora cero, seis y doce, obteniéndose un total de 2 repeticiones por cada tratamiento, las muestras fueron llevadas al laboratorio, para su posterior estudio de amoniaco, pH y ácidos grasos volátiles totales.
- Luego del suministro de un nivel de vinaza vía rumen, se adaptó al animal al siguiente nivel, por el lapso 5 días, en el transcurso de éste tiempo las muestras ruminales fueron analizadas.
- Posteriormente continuando con el estudio, se evaluó el grado de aceptabilidad de la vinaza y conducta alimentaria, del rumiante al incluir en la dieta integral porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30% de vinaza. Y las mediciones se continuaron durante toda ésta etapa.
- Para suministrar la primera dieta realizamos un periodo de adaptación de una semana, seguidamente durante 4 días se suministró cada dieta integral a base de vinaza de la siguiente forma:

Se suministró 20 kg de dieta integral por día en dos ofertas, dejando descansar al animal hasta el siguiente día con suministro de solo forraje a voluntad, de ésta manera se procedió hasta completar los cuatro días, con el fin de observar frecuencia de consumo, tamaño del mordisco, grado de aceptabilidad de la dieta integral y por ende de la vinaza en bovinos.

- Posteriormente Análisis Bromatológico de cada dieta.

3. Validación del mejor tratamiento

La validación se realizó en 30 días. Dentro de la validación se procedió a probar el mejor tratamiento para lo cual se adquirió la materia prima y preparación de los animales, la cual duró 8 días.

Suministro de vinaza vía ruminal: Se realizó un periodo de adaptación de 7 días, para la recolección de los datos se suministró directamente la vinaza en el rumen del animal 3 litros/día, este procedimiento se realizó por 2 días la técnica consistió en suministrar la vinaza en el rumen y observar luego el comportamiento del animal cada 10 minutos iniciando a las 7:00 am finalizando a las 4: pm y se observando si aumenta o disminuye el consumo, y otras características de conducta alimentaria.

Los siguientes 2 días se extrajeron siete muestras de líquido ruminal a la hora cero, seis y doce, obteniéndose un total de 14 repeticiones por este tratamiento, las muestras fueron llevadas al laboratorio, para su posterior estudio de amoníaco, pH y ácidos grasos volátiles totales.

Luego se evaluó el grado de aceptabilidad de la vinaza y la conducta alimentaria, del rumiante al incluir en la dieta del animal el 20% de vinaza.

Suministro de vinaza en la dieta: Se formuló el mejor tratamiento para suministrar la primera dieta realizamos un periodo de adaptación de una semana, seguidamente durante 4 días se suministró un porcentaje de vinaza de la siguiente forma:

Se ofertó 20 kg de la dieta por un día, al término de este se pesó el sobrante y se dejó descansar al animal hasta el siguiente día con suministro de solo forraje, luego nuevamente se suministró la dieta por un día; de esta manera se procedió hasta completar las cuatro ofertas; con el fin de observar frecuencia de consumo, tamaño del mordisco, grado de aceptabilidad de la dieta integral y por ende de la vinaza.

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

1. Indicadores Ruminales

pH. Luego de realizar la extracción del líquido ruminal se midió el pH de cada muestra utilizando un pHmetro portátil digital.

Amoníaco. A partir de la extracción de 50 ml de líquido ruminal se enviaron las muestras al laboratorio para su análisis.

AGV. Se extrajeron 50ml de líquido ruminal, los cuales se enviaron al laboratorio para su posterior análisis.

2. Consumos

Consumo de la dieta integral. Se suministró 20 kg de dieta integral en dos partes; en la mañana y en la tarde, al final del día se pesó el sobrante, luego de esto se alimentó con forraje verde a voluntad y se dejó descansar hasta el siguiente día. Se procedió de esta forma durante 4 días de evaluación.

3. Conducta del animal

Se suministró los niveles de vinaza mencionados en los tratamientos a las 8 am luego cada 10 min durante 9 horas se realizaron observaciones del comportamiento de cada una de las variables en estudio.

4. Análisis en el laboratorio

Se recolectó muestras de: forraje, dieta integral, vinaza las cuales se enviaron al laboratorio de Química para realizar los siguientes análisis: en el forraje el porcentaje de materia seca; en la dieta integral el contenido de ceniza, Ca, P, PB, FB.; en la vinaza el contenido de materia seca, ceniza, PB, PV, Ca, P, K, Na.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL Y CONDUCTA ALIMENTARIA EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ALTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMEN.

1. Potencial hidrógeno

El pH a nivel ruminal con la inclusión de vinaza de caña de azúcar a las 0 horas de evaluación no presentó diferencias estadísticas ($P>0.05$), entre los tratamientos en estudio, de esta manera al utilizar 3, 4 y 5 Litros de vinaza registraron promedios de 7.06, 7.05 y 7.03 puntos de pH respectivamente, cuadro 11.

El pH a nivel ruminal con la inclusión de vinaza de caña de azúcar en bovinos a las 6 horas de evaluación presentó diferencias estadísticas ($P<0.01$), entre los tratamientos obteniéndose mayor alcalinidad al utilizar 4 y 5 Litros de vinaza con 6.70 y 6.65 puntos de pH respectivamente y un pH menor al utilizar 3 Litros de vinaza con 6.50, cuadro 11.

Por otra parte el pH a nivel ruminal con la inclusión de vinaza de a las 12 horas de evaluación no presentó diferencias estadísticas ($P>0.05$), entre los tratamientos en estudio, de esta manera al utilizar 3, 4 y 5 lt de vinaza registraron promedios de 6.55, 6.50 y 6.60 puntos de pH respectivamente, cuadro 11.

Los resultados obtenidos están de acuerdo a lo expuesto por Orskov, E. y Ryle, M. (2000), quienes indican que el pH ruminal adecuado se halla dentro del rango de 6,4 a 7,0 por tanto, y que la introducción de fermentaciones ácidas afectan la habilidad fermentativa del rúmen, por lo que mediante este indicador se confirma que el pH ruminal no es afectado. Concha, C. (2009), reporta que el ph ruminal con la inclusión de vinaza a voluntad en bovinos adultos se encuentran entre 6,4 y 7, los mismos que se encuentran dentro de los rangos obtenidos en nuestra investigación.

Cuadro 11. EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ALTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMEN.

Características	NIVELES DE VINAZA (L)			X	Prob.	Sign.	
	3	4	5				
Hora 0	pH	7,06 a	7,05 a	7,03 a	7,04	0,8664	ns
	AGV, mmol/L	95,18 a	95,16 a	94,99 a	95,11	0,7642	ns
	NH ₃ , meq/L	8,20 a	8,20 a	8,23 a	8,21	0,8984	ns
Hora 6	pH	6,50 b	6,70 a	6,65 a	6,62	0,0333	*
	AGV, mmol/L	94,60 a	64,44 b	64,44 b	74,49	0,0001	*
	NH ₃ , meq/L	5,58 c	8,53 b	11,34 a	8,48	0,0029	**
Hora 12	Ph	6,55 a	6,50 a	6,60 a	6,55	0,6037	ns
	AGV, mmol/L	104,24 a	79,79 b	75,55 c	86,53	0,0001	**
	NH ₃ , meq/L	5,56 a	5,74 a	6,12 a	5,81	0,7757	ns

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

Letras iguales no difieren estadísticamente. Según Duncan (P<0.05 y P<0.01).

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

X: Media General.

*: Diferencia significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre promedios.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

pH: Potencial Hidrógeno.

AGV: Ácidos Grasos Volátiles.

NH₃: Amoníaco.

En la validación de la respuesta a nivel ruminal en bovinos, mediante la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar se estableció un comportamiento similar al determinado en Cuba, es así que a la hora 0 se registró un pH de 6.95, mientras que a las 6 horas de evaluación disminuyó a un pH de 6.50 y finalmente a las 12 horas se alcanzó un pH de 6.53, cuadro 12.

2. Producción de Amoníaco

El indicador Amoníaco a las 0 horas de estudio no registró diferencias significativas ($P>0.05$), para los tratamientos en evaluación, así mediante la utilización de 3, 4 y 5 litros de vinaza se obtuvo 8.20, 8.20 y 8.23 meq/L respectivamente, cuadro 11.

A las 6 horas de evaluación del indicador Amoníaco a nivel ruminal con la inclusión de vinaza se tuvo diferencias altamente significativas, obteniéndose un mayor indicador amoniacal al suministrar 5 litros de vinaza con 11.34 meq/L, seguido por el tratamiento 4 litros de vinaza con 8.53 meq/L y posteriormente el nivel 3 litros de vinaza de caña de azúcar con 5.50 meq/L, cuadro 11.

Finalmente, a las 12 horas de experimentación, el indicador amoníaco no presentó diferencias estadísticas ($P>0.05$), para cada uno de los tratamientos, registrándose de esta manera promedios de 5.56, 5.74 y 6.12 meq/L para los niveles 3, 4 y 5 Litros de vinaza respectivamente, cuadro 11.

Los promedios determinados en la presente investigación se encuentran dentro de la concentración óptima de amoníaco ruminal para el crecimiento microbiano, las estimaciones varían de 5 a 23 meq/lt de líquido ruminal (Bondi, A. 2001; Satter, L. y Slyter, L. 2001) y una mínima de 2,2 meq/lt (Slyter, L. et al., 2001). Estos valores pueden ser controversiales, debido a que recientes investigaciones, se menciona que es necesario un nivel mínimo de amoníaco en el rumen, para optimizar el consumo de forrajes de baja calidad oscila entre 100 y 200 meq/lt a través del crecimiento microbiano (Leng, R. 2001). Concha, C. (2009). Manifiesta que suministrando vinaza a voluntad se obtuvo 6,38 a 8,58 meq/lt, los mismos que son similares por los obtenidos en esta investigación.

En cuanto a la producción de amoniaco dentro de la validación de la respuesta a nivel ruminal en bovinos, mediante la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar se determinó un comportamiento similar al determinado en Cuba, es así que a la hora 0 se registró una producción de amoniaco de 8,32 meq/L, mientras que a las 6 horas de evaluación se mantuvo con 5.33 meq/L y finalmente a las 12 horas se alcanzó una producción de amoniaco de 5.16 meq/L, cuadro 12.

3. Concentración de ácidos grasos volátiles totales

Los Ácidos Grasos Volátiles (AGV), a nivel ruminal en bovinos, mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar a las 0 horas de estudio no registró diferencias estadísticas ($P>0.05$), entre los tratamientos de esta manera al suministrar 3, 4 y 5 Litros de vinaza obtuvieron promedios de 95.18, 95.16 y 94.99 m mol/L respectivamente, cuadro 11.

La producción de Ácidos Grasos Volátiles (AGV), a nivel ruminal a las 6 horas de evaluación, presentó diferencias significativas ($P<0.01$), entre los tratamientos, obteniéndose un mayor promedio al utilizar 3 litros de vinaza con 94.60 m mol/L, mientras que los menores promedios se registró en los tratamientos 4 y 5 litros de vinaza con 64.44 y 64.44 m mol/L respectivamente, cuadro 11.

A las 12 horas de investigación los Ácidos Grasos Volátiles (AGV), a nivel ruminal en bovinos, registró diferencias altamente significativas, obteniéndose mayor al utilizar 3 litros de vinaza con 104.24 m mol/L, seguido por el 4 litros de vinaza con 79.79mmol/L y finalmente con el menor promedio se registró los animales alimentados con 5 litros de vinaza de caña con 75.55 m mol/L, cuadro 11.

Los resultados obtenidos para los AGV's en la investigación son inferiores a los obtenidos por Wheeler, W. (2000), en la que utilizando materias ácidas tuvo una concentración de AGV's de 119,6 m moles/l. Concha, C. (2009), suministrando vinaza a voluntad obtuvo 144,98 a 174,98, los mismos que son superiores a los obtenidos en esta investigación.

Dentro de la validación de esta característica en bovinos, mediante la aplicación de 3 L de vinaza de caña de azúcar se estableció una producción menor a la

determinada en Cuba sin embargo la tendencia esta basada en la producción de mayor cantidad de ácidos grasos volátiles, es así que a la hora 0 los ácidos grasos volátiles a nivel ruminal en bovinos fue de 73.45 mmol/L, mientras que a las 6 horas presentó 78.73 mmol/L, y finalmente a las 12 horas se registró un promedio de 95.87 mmol/L, cuadro 12.

Cuadro 12. VALIDACIÓN DE LA RESPUESTA A NIVEL RUMINAL EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE 3 L DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMINAL EN ECUADOR.

Características		Valor
Hora 0	Ph	6,95
	AGV, mmol/L	73,45
	NH ₃ , meq/L	8,32
Hora 6	pH	6,50
	AGV, mmol/L	78,73
	NH ₃ , meq/L	5.33
Hora 12	pH	6,53
	AGV, mmol/L	95,87
	NH ₃ , meq/L	516

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

4. Conducta alimentaria

Dentro de la conducta alimentaria ante el suministro de de altos niveles de vinaza fue necesario evaluar diferentes características etológicas, a fin de establecer diferencias conductuales durante el día con los diferentes niveles de vinaza utilizados vía ruminal en la presente investigación, como se describe a continuación:

a. Consumiendo Forraje

En cuanto al comportamiento etológico en bovinos, se puede manifestar que existieron diferencias significativas ($P < 0.01$), entre los tratamientos, en cuanto al porcentaje de tiempo empleado para el consumo de forraje, de esta manera el

mayor porcentaje de tiempo consumiendo forraje se determinó en el tratamiento conformado por 3 litros de vinaza vía rumen con 62.91%, seguido por el tratamiento constituido por 4 litros de vinaza vía ruminal con el 57.60% de tiempo durante el día, finalmente al adicionar 5 litros de vinaza vía rumen el bovino empleó el 46.55% del tiempo durante el día para el consumo de forraje. Cuadro 13. Los resultados obtenidos para esta variable son superiores a los expuestos por De Elía, M. (2005), quien señala que, el porcentaje de tiempo en el cual el bovino se dedica a consumir forraje es del 37,50 %, que resulta menor al reportado en la presente con la utilización de 3, 4 y 5 litros de vinaza.

Dentro de la validación de la conducta alimentaria al suministro de 3 L de vinaza de caña de azúcar se estableció un comportamiento similar al determinado en Cuba, ya que el porcentaje de tiempo empleado por los bovinos para el consumo de forraje fue de 55.69 %, cuadro 13.

b. Consumiendo Concentrado

Respecto al tiempo dedicado para el consumo de concentrado en los bovinos no existieron diferencias significativas entre los tres tratamientos con 3, 4 y 5 litros de vinaza vía ruminal, los porcentajes de tiempo obtenidos para esta actividad fueron: 3,77 %, 3,69 % y 3,64% respectivamente, cuadro 13.

En la validación en bovinos, mediante la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar se estableció un comportamiento similar al determinado en Cuba, de esta manera el porcentaje de tiempo consumiendo concentrado fue de 3.70 %, cuadro 14.

c. Bebiendo Agua

En lo que se refiere al comportamiento del bovino en cuanto al tiempo en que este ocupa para beber agua, se pudo determinar que no existieron diferencias significativas obteniéndose los siguientes resultados: con la adición de 3 litros de vinaza vía ruminal, el bovino dedica el 1,82% del tiempo durante todo el día para beber agua, en un porcentaje menor el 1,44% con el tratamiento en el que se

Cuadro 13. ESTUDIO DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ALTOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMEN.

Actividades durante la Evaluación	NIVELES DE VINAZA (L)						X	Prob.	Sign.
	3	4	5						
Consumiendo Forraje, (%)	62.91	a	57.60	b	46.55	c	55.69	0,0018	**
Consumiendo Concentrado, (%)	3.77	a	3,69	a	3,64	a	3.70	0,2261	ns
Bebiendo Agua, (%)	1.82	a	1.44	b	1,03	c	1.43	0.0038	**
Descansando Parado, (%)	4.98	b	5.45	b	18.37	a	9,60	0,0001	*
Descansando Acostado, (%)	1.62	c	3.20	b	7.36	a	4,06	0,0001	**
Rumiando Parado, (%)	17.02	a	16.21	a	15.64	a	16,29	0,2296	ns
Rumiando Acostado, (%)	7.41	a	5.45	b	2.73	c	5.20	0.0028	**

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

Letras iguales no difieren estadísticamente. Según Duncan ($P < 0.05$ y $P < 0.01$).

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

X: Media General.

*: Diferencia significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre promedios.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

utilizo 4 litros de vinaza, finalmente y en un porcentaje menor con 5 litros de vinaza vía ruminal el 1,03% en que el animal bebe agua durante todo el día, cuadro 13.

En la validación, mediante la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar en Ecuador se estableció un comportamiento inferior al determinado en Cuba, de esta manera la fracción de tiempo que el animal utilizó para beber agua durante el día fue de 1.43 %, cuadro 14.

d. Descansando Parado

De igual manera el porcentaje de tiempo en que los bovinos se dedican a descansar parados, se pudo notar que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en los que se utilizaron 3 y 4 litros de vinaza vía rumen con porcentajes de 4,98% y 5,45%. Mientras que estos dos presentaron diferencias estadísticas con el tratamiento en el que se utilizo 5 litros de vinaza vía ruminal siendo el porcentaje más alto de entre los 3 tratamientos, con un porcentaje de 18,37% del tiempo que el bovino descansa parado durante todo el día, cuadro 13.

Al respecto De Elía, M. (2005), manifiesta que los bovinos descansan el 29.16 %, tiempo en el cual pasan somnolientos, de los que el 16.67 % tienen sueño verdadero, lo que nos da a notar que los valores obtenidos en la investigación en relación al sueño están dentro de los parámetros etológicos normales, lo que resultara ser muy relativo dependiendo de varios factores entre los cuales se hallan la palatabilidad de la dieta.

En Ecuador al realizar la validación de la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar se estableció un periodo de tiempo superior al determinado en Cuba para el porcentaje de tiempo descansando parado alcanzando un valor de 9.60 %, cuadro 14.

e. Descansando Acostado

Los resultados obtenidos para el porcentaje de tiempo en que los bovinos se dedican a descansar acostados, se puede señalar que existieron diferencias significativas entre los 3 tratamientos, obteniéndose el porcentaje más alto con la adición 5 litros de vinaza vía ruminal, en el que el bovino dedico el 7,36% del tiempo durante todo el día para descansar acostado, mientras que en porcentajes más bajos se tiene que los tratamiento en los que se utilizo 3 y 4 litros de vinaza vía ruminal los bovinos dedicaron el 1,62% y 3,20% de tiempo en descansar acostados durante todo el día, cuadro 13.

Para esta variable en la validación de la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar en bovinos se estableció una fracción de tiempo mayor a la determinada en Cuba, de esta manera el porcentaje de tiempo que el bovino permaneció descansando acostado fue de 4.06 %, cuadro 14.

f. Rumiando Parado

Los resultados etológicos obtenidos en cuanto a la actividad de la rumia parados en los bovinos, no manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que los porcentajes de tiempo obtenidos para esta actividad fueron de: 17,02 %, 16,21 % y 15,64 % con 3, 4 y 5 litros de vinaza vía ruminal respectivamente, lo que nos indica que la actividad de rumia estando los animales de pie no fue afectada por la acción de los tratamientos que se evaluaron. Cuadro 13. En la validación, mediante la utilización de 3 L de vinaza de caña de azúcar en Ecuador se estableció un comportamiento similar al determinado en Cuba, de esta manera la fracción de tiempo que el animal utilizó para rumiar parado durante el día fue de 16.29 %, cuadro 14.

g. Rumiando Acostado

En cuanto a la actividad de la rumia acostados en los bovinos, si se presentaron diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos obteniéndose así que, con la adición de 3 litros de vinaza vía ruminal el 7,41% del tiempo durante todo el día

los bovinos permanecen en esta actividad acostados, mientras que en porcentajes más bajos con la adición de 4 y 5 litros de vinaza vía ruminal el 5,45% y 2,73% del tiempo se encuentran rumiando acostados los bovinos durante todo el día, cuadro 13. En la misma forma De Elía, M. (2005), manifiesta que el tipo dedicado a rumiar es de 20,83 %, valor que se acerca a los obtenidos en la experimentación, sumando el tiempo de rumia acostado y de pie.

En Ecuador al realizar la validación de la utilización de 3 L de vinaza se estableció un periodo de tiempo menor al determinado en Cuba para el porcentaje de tiempo rumiando acostado alcanzando un valor de 5.20 %, cuadro 14.

Cuadro 14. VALIDACIÓN DE LA CONDUCTA ALIMENTARIA EN BOVINOS, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE 3 L DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR VIA RUMINAL EN ECUADOR.

Actividades durante la Evaluación	Distribución
Consumiendo Forraje, (%)	55,69
Consumiendo Concentrado, (%)	3,70
Bebiendo Agua, (%)	1,43
Descansando Parado, (%)	9,60
Descansando Acostado, (%)	4,06
Rumiando Parado, (%)	16,29
Rumiando Acostado, (%)	5,20

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

B. CONDUCTA ALIMENTARIA DE BOVINOS CON LA INCLUSIÓN DE ALTOS NIVELES DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SUMINISTRADOS EN LA DIETA.

1. Consumo de alimento

Se determinó diferencias significativas ($P < 0.01$), para el consumo de alimento entre los diferentes tratamientos en cuanto al consumo de la dieta integral, es así que el mayor consumo total registró al utilizar 20% de vinaza en la dieta con 17.00 Kg, seguido por el nivel 10% de vinaza con 14.89 kg, posteriormente el

tratamiento control con 12.08 Kg y finalmente con menor consumo total el nivel 30% de vinaza con 5.99 Kg, cuadro 15.

Dentro de la validación de la conducta alimentaria en bovinos, mediante la utilización del 20 % de vinaza de caña de azúcar en la dieta integral, se determinó un comportamiento similar al determinado en Cuba, de esta manera el consumo de alimento diario con el 20 % de vinaza en la dieta fue de 16.10 kg, cuadro 16.

2. Número de mordiscos

El número de mordiscos en bovinos mediante la inclusión de vinaza de caña de azúcar en la dieta presentó diferencias estadísticas ($P < 0.01$) entre los tratamientos. El mayor número de mordiscos presentó el nivel 20% de vinaza con 5074.00, seguido por el nivel 10% de vinaza con 5025.50 mordiscos, posteriormente se registró el nivel control con 4830.25 mordiscos y finalmente con menor número de mordiscos presentó el nivel 30% de vinaza en la dieta de los bovinos con 2992.25 mordiscos, cuadro 15.

En la validación de la conducta alimentaria en bovinos, mediante la utilización del 20 % de vinaza de caña de azúcar en la dieta integral, se comprobó resultados menores a los determinados en Cuba, es así que el número de mordiscos registrados diariamente con el 20 % de vinaza en la dieta fue de 4953,84 mordiscos, cuadro 16.

3. Cantidad de mordisco

El tamaño de mordiscos en bovinos mediante la inclusión de vinaza de caña de azúcar suministrados en la dieta registraron diferencias estadísticas ($P < 0.01$), entre los tratamientos en estudios, así los mayores tamaños de mordiscos se obtuvo mediante la utilización de 20% de vinaza con 3.35 g, seguido por el nivel 10% de vinaza con 2.97 g. posteriormente el nivel control con 2.5 g y finalmente con menor tamaño de mordiscos el nivel 30% con 2.00 g. Cuadro 15. Los resultados en la validación de la conducta alimentaria en bovinos, mediante la utilización del 20 % de vinaza de caña de azúcar en la dieta integral, establecieron

Cuadro 15. CONDUCTA ALIMENTARIA DE BOVINOS CON LA INCLUSIÓN DE ALTOS NIVELES DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SUMINISTRADOS EN LA DIETA.

Características	NIVELES DE VINAZA EN LA DIETA (%)								X	Prob.	Sign.
	0		10		20		30				
Consumo Total, kg	12,08	C	14,89	b	17,00	a	5,99	d	12,49	0,0001	**
Número de Mordiscos, No	4830,25	C	5025,50	b	5074,00	a	2992,25	d	4480,50	0,0001	**
Cantidad de Mordisco, g	2,50	C	2,97	b	3,35	a	2,00	d	2,70	0,0001	**

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

Letras iguales no difieren estadísticamente. Según Duncan ($P < 0.05$ y $P < 0.01$).

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

X: Media General.

*: Diferencia significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre promedios.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

un comportamiento similar al determinado en Cuba para esta variable, de esta manera el tamaño de mordisco para la utilización del 20 % de vinaza en la dieta fue de 3.25 g, cuadro 16.

Cuadro 16. VALIDACIÓN CONDUCTA ALIMENTARIA DE BOVINOS CON LA UTILIZACIÓN DE 20 % DE VINAZA DE CAÑA DE AZÚCAR SUMINISTRADOS EN LA DIETA EN ECUADOR.

Características	Valor
Consumo Total, kg	16,10
Número de Mordiscos, No	4953,84
Tamaño de Mordisco, g	3,25

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

C. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA DIETA INTEGRAL Y VINAZA DE DESTILERÍA.

La vinaza de destilería utilizada en la alimentación de bovinos, presentó el 29.31 % de Materia Seca, 7.34 % de Ceniza, 3.71 y 2.63 % de Proteína Bruta y Verdadera respectivamente, mientras que los minerales presentes como Ca, P, K y Na se hallan contenidos en 0.71, 0.07, 1.66 y 0.30 % en su orden. Por otro lado el pH y peso específico de la vinaza fue de 4.05 y 1.13 kg correspondientemente como se reporta en el cuadro 17.

Cuadro 17. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LA VINAZA.

COMPONENTE	CONTENIDO
Materia Seca, %	29,31
Ceniza, %	7,34
PB, %	3,71
PV, %	2,63
Ca, %	0,71
P, %	0,07
K, %	1,66
Na, %	0,30
Ph	4,05
P. Específico, kg	1,13

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

En cuanto a la composición bromatológica de las dietas integrales que fueron evaluadas para determinar la respuesta conductual de los bovinos, se aprecian contenidos similares en las dietas en las cuales se utilizó el 20 y 30 % de vinaza en la dieta con promedios de 20.23 y 19.87 % mientras que la utilización del 10 % de vinaza y grupo control presentaron promedios de 19.26 y 11.64 % de ceniza, cuadro 18.

Con respecto a la cantidad de Proteína Bruta de la dieta se ha determinado que a medida que se incrementa el nivel de vinaza la proteína es menor, de esta manera en las dietas en las cuales se utilizó 0 y 10 % de vinaza se alcanzó promedios de 18.41 y 17.04 % mientras que la utilización del 20 y 30 % de vinaza provocaron una presencia de proteína bruta de 14.22 y 13.89 %, cuadro 18.

Así mismo el contenido de Fibra Bruta es mayor a medida que se incrementa el nivel de vinaza en la dieta, de esta manera en las dietas en las cuales se utilizó 0 y 10 % de vinaza se obtuvo promedios de 23.56 y 26.52 % mientras que con la utilización del 20 y 30 % de vinaza el contenido de fibra bruta se incrementa a 27.06 y 28.69 % respectivamente, cuadro 18.

Cuadro 18. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LAS DIETAS INTEGRALES.

Nivel de Vinaza	COMPONENTES					
	Ceniza %	Ca %	P %	PB %	FB %	pH
0 %	11,64	0,91	0,70	18,41	23,56	6,03
10 %	19,26	1,03	0,61	17,04	26,52	5,95
20 %	20,23	1,08	0,55	14,22	27,06	5,88
30 %	19,87	1,14	0,50	13,89	28,69	5,76

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

D. COSTOS DE LA UTILIZACIÓN DE VINAZA EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS.

Dentro del cálculo de costos de la utilización del 20 % de vinaza en la elaboración de dietas integrales para bovinos se ha determinado un costo de 2.54 USD/animal/día que en la práctica representa un costo de 0.127 USD/kg de dieta, que resulta económico ante las dietas convencionales utilizadas en bovinos que en el mejor de los casos llega a 0.45 USD/kg, lo que demuestra la viabilidad de su aplicación, considerando que se utiliza vinaza de destilería que constituye un contaminante del medio, resolviendo a parte del problema económico un aspecto ambiental, cuadro 19.

Cuadro 19. COSTOS DE LA UTILIZACIÓN DEL 20 % DE VINAZA EN DIETAS INTEGRALES PARA BOVINOS.

INGREDIENTES	%	Kg.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Heno de Gramíneas	60	12	0,067	0,80
Vinaza	20	4	0,170	0,68
Zeolita	6	1,2	0,240	0,29
CINa.	3	0,6	0,400	0,24
Norgold	8	1,6	0,200	0,32
Fosfato Dicalcico	1	0,2	0,250	0,05
Cal	2	0,4	0,400	0,16
Total, USD				2,54

Fuente: Caisaguano, R. (2010).

V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

1. Se ha determinado que a medida que se incrementan los niveles de vinaza vía ruminal en bovinos, disminuye el tiempo de consumo de forraje y tiempo empleado en la rumia, mientras que se incrementa el periodo de descanso.
2. El pH ruminal es estable en los diferentes tratamientos evaluados, mientras que la concentración de amoníaco se incrementa y la concentración de AGV disminuye a medida que se incrementan los niveles de vinaza vía ruminal en bovinos.
3. Dentro del comportamiento alimentario de bovinos ante el suministro de dietas integrales con la inclusión de vinaza, se determinó el mayor consumo con la utilización del 20% de vinaza con un consumo de 17 kg/día, con el mayor tamaño y número de mordiscos.
4. Se ha determinado un contenido de Materia Seca de 29.31 y 3.71 % de Proteína Bruta en la vinaza de destilería, el mismo que afecta al contenido de proteína de la dieta integral para bovinos a medida que se incrementa el nivel de vinaza de destilería.
5. En la validación del suministro de 3 litros de vinaza vía ruminal y 20% de utilización de vinaza en dietas integrales en el Ecuador se determinó respuestas a nivel ruminal y conductas alimentarias similares a los determinados en Cuba.
6. El costo de la utilización del 20 % de vinaza en la elaboración de dietas integrales para bovinos es de 2.54 USD/animal/día lo que representa un costo de 0.127 USD/kg de dieta elaborada.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Realizar otras investigaciones donde se evalúe el efecto productivo de la utilización de entre 10 y 30% de vinaza de destilería en dietas para bovinos en las diferentes cuentas.
2. Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación a fin de que los mejores resultados puedan ser utilizados por técnicos y productores de bovinos, como alternativa para disminuir los costos de producción.
3. Transferir los resultados obtenidos a los productores a través de los gobiernos provinciales y cantonales de los lugares de mayor producción vinaza, para establecer diferentes estrategias que permitan el aprovechamiento de este subproducto en la alimentación animal y disminuyendo la contaminación ambiental.

VII. LITERATURA CITADA

1. ANGULO, R. (2005). El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 17, Art. #67. Retrieved August 28, 2005, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/6/angu17067.ht>
2. BECERRA, C. GÓMEZ, D. MARRIAGA, N. 2006. Tratamiento de vinazas. Escuela de Ingeniería Química. Universidad del valle. Colombia. p. 30.
3. BONDI, A. 2001. Metabolism of protein in ruminant animals. A review. *Nutritional Report Intern*. N°23. pp 993 – 1002.
4. CARRO, M., RANILLA, M. (2006). Effects of malate on diet digestibility, microbial protein synthesis, plasma metabolites, and performance of growing lambs fed a high-concentrate diet *J. Anim. Sci.* 84:405-410.
5. CASTRO, F. 2007. Reflexiones del Comandante en Jefe “Lo que Aprendimos del VI Encuentro Hemisférico de La Habana. Cuba. Instituto de Ciencia Animal. p. 16.
6. CHAVES, M. 2004. La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). p. 57.
7. CONCHA, C. 2008. Utilización de subproductos de destilería de la industria vinícola en la alimentación de ganado de carne tesis de grado previa la obtención del título de: ingeniero zootecnista. Riobamba - Ecuador 2009. ESPOCH:

8. CONTRERAS, A. 1999. Revista Centro Azúcar -Contaminación ambiental de la industria azucarera en Villa Clara, 1a ed, Villa Clara, Cuba. Edit. ICCAP. pp. 12-13.
9. DE LA CRUZ, S. 2002. Aplicaciones del Análisis Complejo de procesos en el estudio de alternativas de integración de un Complejo Agroindustrial Azucarero con una planta de alcohol. Tesis presentada para la opción del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV.
10. DE ELÍA, M. 2005. Etología y Comportamiento del Bovino.
11. DORE, J. y GOUET, P. 2001. Microbial interactions in the rumen. In: Jouany J P (editor). Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. INRA Editions. Paris, Cedex. Pp 71-88.
12. ESTÉVEZ, R. 2000. Manual de Operaciones de las plantas de levadura de Vinazas. 2a ed, La Habana, Cuba. Edit. Martí. pp. 20, 21, 23.
13. FRANZOLIN, R. y FRANZOLIN, M. 2000. Rumen ciliate protozoa and degradability in buffalo and zebu cattle fed a sugar cane based diet. Rev. Bras. Zootec., nov./dic. 2000, vol.29, no.6, p.1853-1861.
14. GARCÍA, A y ROJAS, C. 2006. Posibilidades de Uso de la Vinaza en la Agricultura de acuerdo con su Modo de Acción en los Suelo. Nota Técnica. Técnicaña. p. 4.
15. GIL, S. 2004. Sistema de producción de carne bovina: Engorde intensivo (feedlot). Elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente.
<<http://www.ingenieroambiental.com/new3informes/feedlot.htm>>[Fecha de consulta: 4 de agosto de 2004].

16. HAKUV, O. 1990. Conservacao de Energíá ná industria do Açúcar é do alcool. Manual de Recomendaciones (IPT), Apéndice G. pp. 471-487.
17. HERNÁNDEZ, L., R. A. y COL. 2005. Cogeneración durante todo el año en la Industria azucarera usando caña energética como segundo combustible. Proyecto de Investigación. Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales, Sede Universitaria de Sancti Spíritus.
18. <http://www.cincae.com/laboratorios.htm>. 2006. La Industria Azucarera en el Ecuador. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. CINCAE. Una división de la Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador (FIADE).
19. <http://www.sica.gov.ec/censo/docs/nacionales/tabla14.htm>. 2003. Tabla 14. Cultivos Permanentes: Superficie, producción y ventas. INEC-MAG-SICA.
20. <http://www.etsia.upm.es/fedna/publi.htm>. 2008. FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición animal.
21. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/smpm2.htm>. 2005. Perdigón, S; De la Cruz, R; Obregón, J; Curbelo, I. Las vinazas de los jugos de caña energética más miel final y su impacto sobre el medio ambiente en la destilería Paraíso de la Provincia de Santi Spíritus. Cuba.
22. http://www.clayuca.org/clayucanet/edicion10/presentaciones/01ufrgs_2007.pdf 2007. Tecnologías Modernas para alimentación animal: Uso de efluentes agroindustriales de plantas de procesamiento de Caña de Azúcar y Yuca en suplementos Nutricionales. Colombia.
23. JORDÁN, V. 2008. Utilización de vinaza en ganado bovino bajo condiciones tropicales. Instituto de ciencia animal (ICA-Cuba). p. 7.

24. LARA, F. 2006. Consumo voluntarios y digestibilidad del pasto estrella de Santo Domingo suplementado con tres niveles de vinaza. Lara. Editorial Orbe. Edición 1, p. 104.
25. LENG, R. A. 2001. Applications of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. FAO. UN. Rome – Italia. N°90 . p 146.
26. MINAZ. 2003. CD – ROM. Seminario a Especialistas de Ciencia y Técnica del MINAZ. CNCA. La Habana.
27. ORSKOV, E. R. AND RYLE, .M. 2000. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publishers. LTD. London – England. p 149.
28. ORTIZ, G 2001. Digestibilidad Aparente de dietas con diferentes niveles de vinaza. Editorial, CENID. Edición 2, p. 199.
29. PÉREZ, O. 2006. Utilización de la Vinaza de Caña de Azúcar en dietas para novillos en engorda. Veracruz-Córdoba. México. p.2.
30. PERDIGÓN, S. 2005. Impacto sobre el medio ambiente de las vinazas de jugos de caña energética mas miel final en la destilería Paraíso. Tesis presentada en opción del grado de Máster en Gestión Ambiental y Protección de los Recursos Naturales, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba. pp. 24-25-26.
31. PRINS, R. 2000. The rumen ciliates and their functions. In: Jouany J P (editor). Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. INRA Editions. Paris, Cedex. Pp 39-52.

32. QUINTERO, R. CADENA, S. BRICEÑO, C. 2006. Proyectos de Investigación sobre uso y manejo de vinazas. Cenicaña. Colombia.
33. ROSERO, E. 2007. Propuesta de Comercialización de Etanol en el Ecuador. Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Subsecretario de Energías Renovables y Eficiencia Energética.
34. SATTER, L. D. AND SLYTER, L. L. 2001. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. British Journal Nutrition. London – England. N°32. pp 194 – 208.
35. SLYTER, L. L., SATTER, L. D. AND DINUS, D. A. 2001. Effects of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. Journal Animal Science. N°48. p 906.
36. WHEELER, W. E. 2000. Influence of cement klin dust on reticulorumen parameters of beef steers fed complete diets. Journal Animal Science. Year 49, N°5. pp 1364 - 1370

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de los indicadores ruminales y conducta alimentaria mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar en bovinos vía rumen a las 0 horas.

a. ph

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.01133333			
Tratamiento	2	0.00103333	0.00051667	0.15	0.8664
Error	3	0.01030000	0.00343333		
	%CV	DS	MM		
	0.831917	0.058595	7.043333		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	7.05500	2	3		
A	7.05000	2	4		
A	7.02500	2	5		

b. AGV (mmol/L)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.28048333			
Tratamiento	2	0.04603333	0.02301667	0.29	0.7642
Error	3	0.23445000	0.07815000		
	%CV	DS	MM		
	0.293931	0.279553	95.10833		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	95.1800	2	3		
A	95.1600	2	4		
A	94.9850	2	5		

c. NH3 (meq/L)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.01740000			
Tratamiento	2	0.00120000	0.00060000	0.11	0.8984
Error	3	0.01620000	0.00540000		
	%CV	DS	MM		
	0.895063	0.073485	8.210000		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	8.23000	2	5		
A	8.20000	2	4		
A	8.20000	2	3		

Anexo 2. Análisis de varianza de los indicadores ruminales y conducta alimentaria mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar en bovinos vía rumen a las 6 horas.

a. pH

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.04833333			
Tratamiento	2	0.04333333	0.02166667	13.00	0.0333
Error	3	0.00500000	0.00166667		
	%CV	DS	MM		
	0.617000	0.040825	6.616667		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	6.70000	2	4		
A	6.65000	2	5		
B	6.50000	2	3		

b. AGV (mmol/L)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	1213.739733			
Tratamiento	2	1212.834133	606.417067	2008.89	<.0001
Error	3	0.905600	0.301867		
	%CV	DS	MM		
	0.737548	0.549424	74.49333		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	94.6000	2	3		
B	64.4400	2	4		
B	64.4400	2	5		

c. NH3 (meq/L)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	33.86748333			
Tratamiento	2	33.18323333	16.59161667	72.74	0.0029
Error	3	0.68425000	0.22808333		
	%CV	DS	MM		
	5.630741	0.477581	8.481667		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	11.3400	2	5		
B	8.5250	2	4		
C	5.5800	2	3		

Anexo 3. Análisis de varianza de los indicadores ruminales y conducta alimentaria mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar en bovinos vía rumen a las 12 horas.

a. ph

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.03500000			
Tratamiento	2	0.01000000	0.00500000	0.60	0.6037
Error	3	0.02500000	0.00833333		
		%CV	DS	MM	
		1.393696	0.091287	6.550000	
Duncan	Media	N	Niveles		
A	6.60000	2	5		
A	6.55000	2	3		
A	6.50000	2	4		

b. AGV (mmol/L)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	960.8683500			
Tratamiento	2	959.3989000	479.6994500	979.34	<.0001
Error	3	1.4694500	0.4898167		
		%CV	DS	MM	
		0.808863	0.699869	86.52500	
Duncan	Media	N	Niveles		
A	104.2400	2	3		
B	79.7850	2	4		
C	75.5500	2	5		

c. NH3 (meq/L)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	2.09913333			
Tratamiento	2	0.32693333	0.16346667	0.28	0.7757
Error	3	1.77220000	0.59073333		
		%CV	DS	MM	
		13.23637	0.768592	5.806667	
Duncan	Media	N	Niveles		
A	6.1200	2	5		
A	5.7400	2	4		
A	5.5600	2	3		

Anexo 4. Análisis de Varianza de las características conductuales mediante la utilización de altos niveles de inclusión de vinaza de caña de azúcar en bovinos vía rumen.

a. CONSUMIENDO FORRAJE

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	282.7641500			
Tratamiento	2	278.5939000	139.2969500	100.21	0.0018
Error	3	4.1702500	1.3900833		
	%CV	DS	MM		
	2.117299	1.179018	55.68500		
	Duncan	Media	N	Niveles	
	A	62.910	2	3	
	B	57.595	2	4	
	C	46.550	2	5	

b. CONSUMIENDO CONCENTRADO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.02735000			
Tratamiento	2	0.01720000	0.00860000	2.54	0.2261
Error	3	0.01015000	0.00338333		
	%CV	DS	MM		
	1.574193	0.058166	3.695000		
	Duncan	Media	N	Niveles	
	A	3.76500	2	3	
	A	3.68500	2	4	
	A	3.63500	2	5	

c. BEBIENDO AGUA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	0.64793333			
Tratamiento	2	0.63223333	0.31611667	60.40	0.0038
Error	3	0.01570000	0.00523333		
	%CV	DS	MM		
	5.070686	0.072342	1.426667		
	Duncan	Media	N	Niveles	
	A	1.82000	2	3	
	B	1.43500	2	4	
	C	1.02500	2	5	

d. DESCANSANDO PARADO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	231.1695333			
Tratamiento	2	230.8766333	115.4383167	1182.37	<.0001
Error	3	0.2929000	0.0976333		
	%CV	DS	MM		
	3.255957	0.312463	9.596667		
	Duncan	Media	N	Niveles	
	A	18.3650	2	5	
	B	5.4500	2	4	
	B	4.9750	2	3	

e. DESCANSANDO ACOSTADO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	35.24993333			
Tratamiento	2	35.23243333	17.61621667	3019.92	<.0001
Error	3	0.01750000	0.00583333		
	%CV	DS	MM		
	1.882734	0.076376	4.056667		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	7.36000	2	5		
B	3.19500	2	4		
C	1.61500	2	3		

f. RUMIANDO PARADO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	3.07735000			
Tratamiento	2	1.92360000	0.96180000	2.50	0.2296
Error	3	1.15375000	0.38458333		
	%CV	DS	MM		
	3.808092	0.620148	16.28500		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	17.0150	2	3		
A	16.2050	2	4		
A	15.6350	2	5		

g. RUMIANDO ACOSTADO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	5	22.59755000			
Tratamiento	2	22.14430000	11.07215000	73.29	0.0028
Error	3	0.45325000	0.15108333		
	%CV	DS	MM		
	7.482087	0.388694	5.195000		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	7.4100	2	3		
B	5.4500	2	4		
C	2.7250	2	5		

Anexo 5. Análisis de varianza de las características conductuales alimentarias en bovinos con la inclusión de altos niveles de vinaza de caña de azúcar en la dieta.

a. CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO (kg/día)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	274.2517000			
Tratamiento	3	273.7309500	91.2436500	2102.59	<.0001
Error	12	0.5207500	0.0433958		
	%CV	DS	MM		
	1.668202	0.208317	12.48750		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	16.9950	4	20		
B	14.8875	4	10		
C	12.0750	4	0		
D	5.9925	4	30		

b. NÚMERO DE MORDISCOS (No)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	11945974.00			
Tratamiento	3	11945921.50	3981973.83	910165	<.0001
Error	12	52.50	4.38		
	%CV	DS	MM		
	0.046683	2.091650	4480.500		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	5074.000	4	20		
B	5025.500	4	10		
C	4830.250	4	0		
D	2992.250	4	30		

c. TAMAÑO DE MORDISCO (g)

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	4.09979375			
Tratamiento	3	4.07661875	1.35887292	703.62	<.0001
Error	12	0.02317500	0.00193125		
	%CV	DS	MM		
	1.624996	0.043946	2.704375		
Duncan	Media	N	Niveles		
A	3.35000	4	20		
B	2.96500	4	10		
C	2.50000	4	0		
D	2.00250	4	30		