

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL BAGAZO ENRIQUECIDO CON EL HONGO
(*Pleurotus ostreatus*), EN DIETAS PARA BOVINOS ESTABULADOS EN CEBA,
EN EL MUNICIPIO DE CAJIBIO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA

NATALIA LIZETTE CASTAÑO GUTIÉRREZ
PEDRO H GOYES DÍAZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2010

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL BAGAZO ENRIQUECIDO CON EL HONGO
(*Pleurotus ostreatus*), EN DIETAS PARA BOVINOS ESTABULADOS EN CEBA,
EN EL MUNICIPIO DE CAJIBIO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA

NATALIA LIZETTE CASTAÑO GUTIÉRREZ
PEDRO H GOYES DÍAZ

Trabajo de grado en la modalidad de investigación para optar al título de
Ingenieros Agropecuarios

Director
MVZ; MSc. FREDY JAVIER LÓPEZ

Codirector
MVZ; Esp. LUIS CARLOS ALBARRACÍN

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2010

Nota de aceptación:

Los directores y los jurados han leído el presente trabajo, han escuchado la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

MSc. FREDY JAVIER LÓPEZ
Director

Esp. LUIS CARLOS ALBARRACÍN
Codirector

MSc. JULIANA CARVAJAL
Presidente del jurado

Esp. JAIME FERNANDEZ
Jurado

Popayán, 17 de diciembre de 2010

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), por permitirnos realizar el Trabajo de grado en tan importante entidad, dentro del proyecto denominado “Enriquecimiento nutricional de la caña y sus productos para su inclusión en sistemas de alimentación animal de ganado de carne en zonas paneleras del Occidente de Cundinamarca y Departamento del Cauca”.

Universidad del Cauca, por brindarnos una formación integra e inculcarnos el compromiso con el desarrollo agropecuario.

Luis Carlos Albarracín, Médico Veterinario y Zootecnista; Esp. Mercadeo Agroindustrial. Investigador de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), y codirector del trabajo de grado, por su abnegado interés en el desarrollo del sector agropecuario Colombiano y orientación en el desarrollo de este trabajo

Fredy Javier López, Médico Veterinario y Zootecnista; MSc. Director del trabajo de grado, por sus valiosos aportes a favor de la investigación.

Gustavo Acosta Herrera y Héctor Uriel Sarmiento Toro, Técnicos auxiliares de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), por indispensable colaboración para la realización de este trabajo.

Integrantes de la Cooperativa Agropecuaria de Producción y Comercialización Vivas Asociados (COOAGROVIVAS), hermanos Marino, Ismael y Mario vivas y sus familiares, productores comprometidos con el proyecto, por su invaluable colaboración y apoyo durante la evaluación de campo, en la vereda la Aurelia, municipio de Cajibío.

Nuestros padres y familiares por sus innumerables esfuerzos para formarnos y el apoyo incondicional para forjar nuestro sueño a nivel profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	15
2. MARCO TEORICO	16
2.1 LA IMPORTANCIA DE LA AGROCADENA PANELERA	16
2.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL BAGAZO	17
2.2.1 Características físicas del bagazo	17
2.2.2 Características químicas del bagazo	18
2.2.3 Características bióticas del bagazo	18
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>	18
2.4 DESCRIPCIÓN MORFOLOGÍCA DEL HONGO <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
2.5 LA DEGRADACIÓN DE LOS SUSTRATOS	20
2.6 PRINCIPIOS BÁSICOS DE NUTRICIÓN PARA BOVINOS DE CARNE	21
2.6.1 Sistema digestivo	21
2.6.2 Digestión de la Energía	21
2.6.3 Digestión de la Proteína	22
2.7 USO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i>) EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	23
2.7.1 Consideraciones para el uso de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) en la alimentación de rumiantes	24
2.8 ANTECEDENTES	24

	pág.
3. METODOLOGÍA	30
3.1 LOCALIZACIÓN	30
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.2.1 Procedimiento	31
3.2.2 Elaboración del sustrato	32
3.2.3 Inoculación del hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	33
3.2.4 Preparación de instalaciones y distribución de las unidades experimentales	33
3.1.5 Fabricación del bloque nutricional a base de bagazo enriquecido	34
3.1.6 Formulación y evaluación de dietas	36
3.2 TRATAMIENTOS	37
3.3 DISEÑO ESTADÍSTICO	37
3.4 VARIABLES ANALIZADAS	38
3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO	39
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1 GANANCIA DE PESO	40
4.2 CONSUMO DE MATERIA SECA	42
4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	42
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	44
4.4.1 Costos variables	44
4.4.2 Beneficio bruto de campo	45

	pág.
4.4.3 Beneficio neto de campo o balance final	46
5 CONCLUSIONES	47
6 RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	53

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Comportamiento de novillos Nelhore que consumen dietas con diferentes niveles de bagazo	25
Tabla 2. Comportamiento de novillos Nelhore alimentados con diferentes proporciones de bagazo y puntas de caña	26
Tabla 3. Resultado de las variables evaluadas en los diferentes Tratamientos	29
Tabla 4. Costos variables de la evaluación	44
Tabla 5. Interpretación de los costos variables en porcentaje	45
Tabla 6. Beneficio bruto de campo	45
Tabla 7. Beneficio neto de campo	46

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Planta piloto para la producción de bagazo enriquecido y orellana (<i>Pleurotus ostreatus</i>). (A) Vista lateral de la planta piloto, (B) Vista entrada planta piloto	32
Figura 2. Elaboración del sustrato para la siembra del hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>). (A) Tamaño de partícula del bagazo picado., (B) Proceso de mezcla de las materias primas, (C) Pasteurización del sustrato, (D) Ecurrido del sustrato	32
Figura 3. Tubulares en etapa productiva en la planta piloto. (A) Sustrato inoculado con el hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>) (B) Fructificación de orellanas	33
Figura 4. Establos luego de la adecuación. (A) Establo 1, (B) Establo 2 y (C) Establo 3	34
Figura 5. Materias primas para la fabricación del bloque nutricional a base de bagazo enriquecido	35
Figura 6. Mezcla de materias primas	35
Figura 7. Bloque biológico a base de bagazo enriquecido con el hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>). (A) Bloque biológico apisonado, (B) Bloque biológico en condiciones de ser ofrecido a los animales	36
Figura 8. Pesaje con cinta bovinométrica	37
Figura 9. Distribución de los tratamientos y repeticiones para el diseño estadístico	38
Figura 10. Rango múltiple de Duncan para ganancia de peso	40
Figura 11. Rango múltiple de Duncan para consumo de alimento	42
Figura 12. Rango múltiple de Duncan para conversión alimenticia	43

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Calidad nutricional del bagazo de caña	17
Cuadro 2. Composición química del bagazo de caña de azúcar	18
Cuadro 3. Composición de los suplementos para las raciones de engorde de novillos criollos	27
Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia	28
Cuadro 5. Equipos, Materiales e Insumos necesarios para la ejecución de la evaluación	30

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Calidad nutricional del sustrato inoculado con el hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	53
Anexo B. Contenido nutricional de las materias primas que conforman la dieta de los machos de ceba estabulados	54
Anexo C. Balance de la dieta para machos de ceba estabulados	54
Anexo D. Registro de pesos semanal de los machos de ceba durante la evaluación	55
Anexo E. Composición Nutricional del bloque comercial (Nutrebloque PSP de Solla)	55
Anexo F. Componentes del Suplemento SUPLEBAC	56
Anexo G. Análisis nutricional del Suplemento SUPLEBAC	56
Anexo H. Valores de R-cuadrado, Coeficiente de Variación, Raíz MSE y Ganancia de peso Media, para la variable ganancia de peso	56
Anexo I. Valores de R-cuadrado, Coeficiente de Variación, Raíz MSE y Consumo Media, para la variable Consumo	56
Anexo J. Valores de R-cuadrado, Coeficiente de Variación, Raíz MSE y conversión alimenticia Media, para la variable conversión alimenticia	56
Anexo K. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso	57
Anexo L. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca	57
Anexo M. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia	57
Anexo N. Prueba del rango múltiple de Duncan para ganancia de peso	57
Anexo Ñ. Prueba del rango múltiple de Duncan para consumo de alimento	57
Anexo O. Prueba del rango múltiple de Duncan para conversión alimenticia	58

RESUMEN

El presente trabajo evaluó nutricionalmente el bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*), en dietas para bovinos estabulados en ceba, usado como suplemento, frente a una suplementación con bloque nutricional comercial y un tratamiento con ninguna suplementación. Se suministró una dieta balanceada que consistía en 18Kg de pasto King grass (*Saccharum sinense*), 6Kg de Caña (*Saccharum officinarum*), 3Kg de Cogollo de Caña (*Saccharum officinarum*), 3Kg de Gallinaza y 0.6Kg de Miel de panela, a todo los tratamientos y el suplemento ofrecido *ad libitum*. Se analizaron las variables ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, consumo de materia seca y el efecto costo beneficio de la suplementación. No se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tres tratamientos en cada una de las variables. Sin embargo los mejores valores en ganancia de peso y conversión alimenticia las obtuvo el tratamiento con la suplementación evaluada. Además este tratamiento presentó un incremento de los costos variables de solo el 8%, y su beneficio neto de campo de 58% ó 24%, cuando es tenida en cuenta o no las utilidades por la venta de orellanas producidas, siendo una estrategia nutricional económicamente viable para los productores de caña panelera.

Palabras clave: bagazo enriquecido, *ad libitum*, beneficio neto de campo.

The present study evaluated the pulp nutritionally enriched with the fungus (*Pleurotus ostreatus*) in diets for fattening cattle housed, used as a supplement, compared with a commercial nutritional supplementation block and treatment with no supplementation. Were fed a balanced diet consisting of grass 18Kg King grass (*Saccharum sinense*), 6Kg Cane (*Saccharum officinarum*), 3Kg of Cogollo Cane (*Saccharum officinarum*), 3 kg of poultry manure and Honey 0.6kg of sugar, all treatments and the supplement provided *ad libitum*. Variables were analyzed daily gain, feed conversion, dry matter intake and cost-benefit effect of supplementation. There were no significant differences ($P < 0.05$) for the three treatments in each of the variables. However the best values in weight gain and feed conversion were obtained by treatment with supplementation evaluated. Furthermore, this treatment produced an increase in variable costs of only 8% and net profit of 58% or 24%, when it is taken into account or not the profits from the sale of orellana produced, being an economically viable nutritional strategy for sugarcane producers..

Keywords: bagasse enriched, *ad libitum*, net profit field

INTRODUCCIÓN

Colombia es el segundo productor de panela en el mundo después de la India y se posicionó como la segunda agroindustria rural del país después del café, superando en extensión de cultivo a la caña de azúcar, además de participar con el 10,7% del área dedicada a cultivos permanentes¹ y contribuir con el 3,5% del PIB agrícola². Actualmente esta actividad atraviesa por una crisis, causada por la competencia del azúcar derretida y la perspectiva generada a los agricultores en la utilización de zonas paneleras, como productoras de alcohol carburante, la cual ha traído como consecuencia una sobreoferta acompañada de bajos precios, aunado a las limitantes para la incursión en los mercados internacionales. Produciendo un impacto negativo en la economía de los campesinos, de cerca de 70.000 unidades agrícolas, las cuales generan anualmente 25 millones de jornales siendo el segundo renglón generador de empleo después del café, en el país.³ Además en el departamento del Cauca, el 73% del ingreso familiar es debido al cultivo y beneficio de la caña;⁴ en el municipio de Cajibío la producción de caña panelera ocupa una extensión de 1.500 Ha, con cerca de mil productores que generan la principal fuente de empleo del municipio.⁵

En el Cauca, la producción de carne bovina enfrenta graves problemas en cuanto a productividad y competitividad, puesto que su actual rendimiento de carne por animal está debajo del promedio mundial, lo que obedece a diversos factores como la alimentación, ya que las unidades productivas poseen baja disponibilidad de alimento y los forrajes que disponen para la dieta animal son de baja calidad, además el difícil acceso a concentrados, suplementos y melaza por el aumento de los precios, no permiten que se brinde una adecuada nutrición al animal.

Teniendo en cuenta la importancia del aprovechamiento de las materias primas disponibles en la unidad productiva, para la elaboración de dietas o suplementos,

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Observatorio Agrociudades Colombia, La Cadena Agroindustrial De La Panela En Colombia, [en línea] Bogotá, 1991-2005. Disponible en Internet: URL : http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/anuario/Cadena_agroindustrial_panela.pdf

² GARCÍA, Hugo et. al. Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. 2007 11p.

³ LÓPEZ, Francisco y CASTRILLÓN Pepe. Teoría económica y algunas experiencias latinoamericanas relativas a la agroindustria. [en línea]. Manizales (Colombia). Eumed. net, Enero 2007. Disponible en Internet: URL : <http://www.eumed.net/libros/2007b/304/index.htm>

⁴ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina. [en línea]. Roma (Italia). FAO, 2004. Disponible en Internet: URL : <http://www.fao.org/AG/ags/subjects/en/agribusiness/Panela.pdf>

⁵ ACOSTA, José et al. La panela en el municipio de Cajibío. [en línea] Popayán (Cauca, Colombia) Mayo 2003. Disponible en Internet: URL : http://www.fidamerica.org/admin/docdescargas/centrodoc/centrodoc_1288.pdf.

en la alimentación animal, que permitan reducir los costos de producción, aportar los requerimientos necesarios para la nutrición animal, y utilizar eficazmente los residuos agrícolas que se generan, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), dedicada a la investigación y transferencia de tecnologías a nivel nacional, en compañía con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de acuerdo al contrato 2007G3505–473–967/2007 derivado del convenio de cooperación número 057/2007, desarrollaron el proyecto llamado “Enriquecimiento nutricional de la caña y sus productos para su inclusión en sistemas de alimentación animal de ganado de carne en zonas paneleras del Occidente de Cundinamarca y departamento del Cauca”, cuyo objetivo es evaluar alternativas para mejorar la digestibilidad de nutrientes del bagazo usado como sustrato mediante la inoculación del hongo *Pleurotus ostreatus* y enriquecimiento con otros productos del proceso de obtención de la panela, para la elaboración de bloques biológicos usados en la suplementación de la dieta en ganado bovino⁶, puesto que, luego de la transformación del cultivo de caña en panela se pueden obtener entre 40Kg y 54Kg de bagazo por cada 100Kg de tallos molidos, pero su composición nutricional posee un alto nivel de compuestos lignocelulósicos, bajo contenido en nitrógeno y baja digestibilidad.

La utilización de bagazo como combustible, ha producido problemas de contaminación atmosférica, pero con el aprovechamiento de este como sustrato para el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus*, se contribuiría a la protección del medio ambiente, reduciendo la contaminación por emisión de gases a la atmosfera y al producir orellanas, se pretende que las unidades productivas que adopten esta alternativa, puedan afrontar la crisis del sector panelero y disponer de un suplemento para bovinos de ceba.

El presente trabajo tiene como propósito evaluar nutricionalmente el bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*), en dietas para bovinos de ceba estabulados, en términos de consumo, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, además establecer el efecto costo beneficio de la suplementación con bagazo enriquecido y brindar estrategias nutricionales para bovinos de ceba a los productores de panela.

⁶ CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. Enriquecimiento nutricional de la caña y sus productos para su inclusión en sistemas de alimentación animal de ganado de carne en zonas paneleras del Occidente de Cundinamarca y Departamento del Cauca.2007.

1. OBJETIVOS

General

Evaluar nutricionalmente el bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*), en dietas para bovinos de ceba estabulados, en el Municipio de Cajibío.

Específicos:

Determinar el efecto nutricional del suplemento a base de bagazo enriquecido, con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) en dietas para bovinos de ceba estabulados, en términos de consumo, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

Establecer el efecto costo beneficio de la suplementación con bagazo enriquecido, con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) de bovinos en la fase de ceba.

Brindar estrategias nutricionales en la alimentación de bovinos a productores de panela, para el aprovechamiento adecuado del bagazo.

2. MARCO TEORICO

El presente trabajo se enmarca dentro del ámbito de la nutrición animal, específicamente en el uso del bagazo de caña, subproducto del sector panelero, para su aprovechamiento en la alimentación de bovinos de ceba, mediante la inoculación del hongo (*Pleurotus ostreatus*). Por lo cual es relevante conocer la importancia de la agroindustria panelera, la composición nutricional del bagazo, sus características físicas, químicas y bióticas, como también comprender la acción del hongo sobre el bagazo de caña, identificarlo taxonómicamente y morfológicamente; además enterarse sobre el procedimiento para la inoculación del mismo y considerar los principios básicos de nutrición en bovinos de ceba. Por consiguiente se presentan las siguientes temáticas, que permitirán un mayor entendimiento sobre la presente evaluación.

2.1 LA IMPORTANCIA DE LA AGROCADENA PANELERA

Colombia ocupa el segundo puesto después de la India en producción de panela o azúcar no centrifugado en el mundo, la extensión ocupada por el cultivo de la caña panelera, supera al de la caña de azúcar, participando con el 10,6% del área dedicada a cultivos permanentes, destacándose en el quinto lugar, después de café, maíz, arroz y plátano.⁷

Las fincas productoras de caña panelera, son alrededor de 70.000 predios y constituye la base económica de 236 municipios en 12 departamentos; el número de trapiches asciende a 15.000 establecimientos, en donde se procesa panela y miel de caña (cuyos volúmenes de producción oscilan entre 100 y 300 kilogramos de panela procesada por hora); la producción de panela es intensiva en el uso de mano de obra, puesto que emplea permanentemente a más de 350.000 personas, equivalente a 25 millones de jornales (12% del total de la población económicamente activa del sector agrario). El consumo de panela es principalmente por los estratos populares, quienes consumen más de 34,2 kilogramos por año y su participación en el gasto representa el 2,18% de las erogaciones alimentarias de las familias consumidoras.

Las principales zonas productoras de panela, están ubicadas en la hoya del río Suárez, Cundinamarca, Antioquia y Nariño; regiones que a su vez cumplen las condiciones para el establecimiento de distritos agroindustriales; teniendo una cobertura de mercado de carácter local, regional y en algunos casos de alcance

⁷ LÓPEZ, y CASTRILLÓN, Op cit, p.68.

nacional, pero con una restricción determinada por la elasticidad en el ingreso de la demanda, ya que la panela es catalogada como un bien inferior; su incursión en los mercados internacionales presenta limitantes como la presentación del producto, presencia de residuos, empaques poco atractivos y la calidad inadecuada, derivada de un mal manejo en la logística de transporte y almacenamiento.⁸

2.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL BAGAZO

El bagazo de caña es un subproducto obtenido en la molienda de la caña donde ocurre la de extracción de sacarosa del jugo de caña y constituye entre un 40-50% de la caña fresca, la humedad que posee luego de la molienda es cercana a 50 y 60%, pero al ser almacenado en las bagaceras alcanza una humedad inferior a 30%⁹; posee un alto contenido de fibra y bajo de proteína, composicionalmente predominan los carbohidratos estructurales, ricos en lignina, que limitan su digestibilidad y aporte de energía. La digestibilidad de la materia seca es en algunos casos de solo 25%, existiendo diferencias entre individuos; el 20 – 25% de los nutrientes digestibles lo aportan las fibras más cortas del bagazo.¹⁰

Cuadro 1. Calidad nutricional del bagazo de caña

Componente	Contenido (%)
Proteína Bruta	1,12
Materia seca	61,20
Sacarosa	2,85
Fibra Bruta	53,65

Fuente: Albarracín C., Luís C., CORPOICA – C.I. Tibaitatá, 2003, citado por GARCÍA et al, 2007.

2.2.1 Características físicas del bagazo. El bagazo, “constituye aproximadamente el 15% en peso y físicamente es un manojo de hebras fibrosas de la corteza mezcladas con haces de fibra y polvillo de médula.”¹¹ Su composición física, es casi constante a pesar de las diferentes clases de caña que se emplean para la molienda, la humedad promedio es el 45% de su peso, contiene azúcares residuales en una proporción de 3 a 5%, constituyendo un rico

⁸ Ibid., p.68.

⁹ GARCÍA, Op. cit., p.51.

¹⁰ Ibid., p. 51,97.

¹¹ ACEVEDO, 1989, citado por CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, Enriquecimiento nutricional de la caña y sus productos para su inclusión en sistemas de alimentación animal de ganado de carne en zonas paneleras del Occidente de Cundinamarca y Departamento del Cauca.2007.

sustrato para el crecimiento y desarrollo de microorganismos, el 2 al 3% de sólidos solubles tales como, ceras, pectinas, ácidos grasos, y el 50% de agua.¹²

2.2.2 Características químicas del bagazo. Químicamente las fibras corticales y los haces fibrovasculares son prácticamente iguales, aunque el grado de condensación de lignina es mayor en las primeras; la médula es un tejido esponjoso que une estas fibras y que en la planta viva forma las paredes de las células donde se depositan los jugos de las plantas,¹³ su composición se enuncian en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del bagazo de caña de azúcar

Componente	Bagazo Integral (%)	Fracción Fibrosa (%)	Fracción Médula (%)
Celulosa	45	47,7	41,2
Pentosanos	25	25	25
Lignina	20,7	19	21,7
Extractivos alcohol-benceno	2,7	2,4	2,9
Solubilidad en agua caliente	4,1	3,4	4,3
Solubilidad agua fría	2,2	2,2	3
Solubilidad NaOH (1%)	34,9	32	36
Cenizas	2,6	1,4	5,5

Fuente: Correa, 1988 citado por CORPOICA, 2007.

2.2.3 Características bióticas del bagazo. Entre los microorganismos presentes en el bagazo se encuentran bacterias como *Bacillus sp*, *Staphylococcus sp*, *Micrococcus sp*, *Streptomyces sp*, *Clostridium sp*; y hongos del género *Pichia* (especies *membranofaciens*, *biovar polimorfa*); *Debarvomices* (especies *nicotineae*, *subgloboeus*, *kloekeri*); *Aspergillus* (especies *wenti*, *glaucus*, *terreu*); del mismo modo se encuentran *Hansenula sp*, *Monilia sitophila*, *Cladosporium herbarum* y *Aleurisma carnis*.¹⁴

2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

El hongo comestible *Pleurotus ostreatus*, especialista en la degradación de sustratos lignocelulósicos y utilizado ampliamente en la cocina internacional, por su calidad gastronómica; taxonómicamente pertenece a:

¹² CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA., Op. cit.

¹³ ICA, 1993, citado por Ibíd.

¹⁴ Ibíd.

Reino: Fungi
Subreino: Fungi superior
División: Basidiomycota
Subdivisión: Basidiomycotina
Clase: Himenomycetes
Orden: Agaricales
Familia: Tricholomataceae
Género: *Pleurotus*

Entre las numerosas especies existentes, las más conocidas son *ostreatus*, *sajor caju*, *florida*, *cornucopiae*, *eryngii*, *tuber regium*, *pulmonaris*, y *djamour*¹⁵.

2.4 DESCRIPCIÓN MORFOLOGÍA DEL HONGO *Pleurotus ostreatus*

El hongo *Pleurotus ostreatus* es un típico hongo agarical saprófito; a menudo se encuentra recubierto de una capa miceliar en la base¹⁶ y presenta carne delgada y blanca; al principio el píleo tiene forma de lengua y cuando madura adquiere forma de concha; las láminas son blancas o de color crema, en las cuales se disponen los basidios no tabicados con cuatro basidiosporas blanquecinas elípticas.

El píleo, donde se encuentran las lamelas o laminillas, es excéntrico cuando crece en superficies verticales y es central cuando crece en camas, de superficie lisa y brillante, y un poco viscosa en tiempo húmedo¹⁷, el estípite es corto y excéntrico; las lamelas son blancas, decurrentes y espaciadas ampliamente; las esporas en masa son blanquecinas o de color gris-blanquecino. Posee regularmente de 4 a 13 cm de diámetro, aunque ocasionalmente puede presentar tamaños mayores de acuerdo a las condiciones de fructificación; la superficie superior presenta color variable según la intensidad de la luz, con tonos entre blanquecinos, grises o azulados, según sea la iluminación; su margen es suave, delgado, ondulado y ocasionalmente enrollado. Presenta pie corto de 2 a 3 cm de longitud por 1 a 2 cm de grueso, y fibras de color crema claro¹⁸.

¹⁵ MENDAZA & DÍAZ 1981. Las setas. Bilbao, Alexopoulos & Mims 1995, Introductory mycology, Pardo 1995, Hongos fitopatógenos de Colombia, Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2000, Hongos y musgos del Valle de Aburrá, citados por CARDONA, Luis. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Medellín (Antioquia, Colombia) En: Crónica Forestal y del Medio Ambiente No. 16, 2001, p. 102.

¹⁶ MENDAZA & Díaz, 1981 Las setas. Bilbao, Op. cit., p.102.

¹⁷ CADAVID, J. & CARDONA, C. 1996. Evaluación y optimización técnica económica de las instalaciones de un cultivo de hongos (*Pleurotus ostreatus*) utilizando como sustrato pulpa de café, citado por Ibid., p. 102.

¹⁸ STAMETS, P. & CHILTON, J.S, Op.cit., p.102.

2.5 LA DEGRADACIÓN DE LOS SUSTRATOS

El sustrato es el material sobre el cual crecen los hongos y lo degradan para su alimentación; por tal motivo, la naturaleza química del sustrato, está en relación directa con las necesidades de crecimiento del hongo; hay hongos que necesitan más nitrógeno que otros, como el champiñón, en donde *Pleurotus* y otros hongos no podrían crecer; además de la naturaleza química están los factores físico-químicos, como el pH y textura del mismo y factores ambientales, como la humedad y la temperatura.

La pared celular de los tejidos vegetales está compuesta de celulosa, además de hemicelulosa y lignina, que son sustancias químicas muy complejas, difíciles de degradar y que solamente los hongos y las bacterias descomponen debido a que poseen enzimas que rompen tales moléculas liberando a la celulosa y hemicelulosa de la lignina; siendo esta la más difícil de degradar; dependiendo de cómo los hongos la ataquen, se clasifican en hongos de pudrición blanca y hongos de pudrición oscura; los primeros tienen la capacidad de metabolizar totalmente la lignina, como el caso de *Pleurotus*, *Lentinus*, *Volvariella* y *Auricularia* por ello son especies llamadas lignocelulolíticas.¹⁹

La degradación de lignina por el hongo *Pleurotus ostreatus* la realiza mediante un sistema enzimático lignolítico caracterizado por la producción de enzimas como lacasa, manganeso peroxidasa (MnP) y veratril alcohol oxidasas, excepto lignina peroxidasa (LiP) producida por otros hongos de pudrición blanca;²⁰ la enzima lacasa cataliza la ruptura alquil-fenil y C_α-C_β de dímeros fenólicos de la lignina,²¹ por otra parte el alcohol veratrílico es un metabolito aromático secretado por el hongo, que posibilita la oxidación de la lignina polimérica actuando eficientemente como quelante del ion metálico Mn³⁺,²² principal producto de la oxidación que cataliza la MnP por el H₂O₂.²³ Este quelante se unen a el Mn³⁺ facilitando su disociación de la enzima MnP y lo estabilizan, pudiéndose difundir en el medio de reacción llegando a los compuestos fenólicos donde la enzima MnP no puede

¹⁹ MALDONADO, Arnulfo. Curso De Capacitación Sobre Cultivo De Hongo Seta [en línea]. Tláhuac. . Dirección General de Desarrollo Económico y Rural de la Delegación de. Tláhuac (México). Disponible en Internet: URL : <http://www.geocities.com/agrotlahuac/cursohongo.html>

²⁰ RODRÍGUEZ, S et. al. Purificación de la enzima lacasa a partir del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en medios residuales. EN: Revista cubana de ciencias químicas. [en línea]. Vol. XIV, No. 3, 2002; p.83. Disponible en Internet: URL : <http://site.ebrary.com/lib/biblioucaucasp/docDetail.action?docID=10293942&p00=pleurotus>

²¹ RODRÍGUEZ, Op. Cit, p.83

²² KIRK y FARRELL, 1987; KUAN y TIEN, 1993; WARIISHI et al., 1992 citados por RUIZ DUEÑAS, Francisco. Caracterización molecular de un nuevo tipo de peroxidasa ligninolítica. [en línea] Madrid, 1998, 164 p. Tesis doctoral (Bilología). Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Disponible en Internet: URL : <http://site.ebrary.com/lib/biblioucaucasp/docDetail.action?docID=10124590&p00=pleurotus>

²³ GLENN et al., 1986 citado por Ibíd.

acceder, formando un radical fenólico que produce rupturas alquil-fenil; en conjunto la MnP/Mn oxida las unidades fenólicas de la lignina a CO₂, así los fragmentos de lignina producidos durante la degradación son asimilados rápidamente por el hongo evitándose su repolimerización²⁴, como consecuencia de este proceso, en el sustrato el pH irá cambiando de alcalino a ácido.

Las especies de *Pleurotus* tienen la capacidad degradar muchos sustratos, como son los esquilmos y los desechos agro-industriales catalogados como basura, tales como pajas, rastrojos, pulpas, bagazos, forestales, tamo de maíz, fibra de coco, hojas y tallos de plátanos, como también desechos de industria textil.²⁵

2.6 PRINCIPIOS BÁSICOS DE NUTRICIÓN PARA BOVINOS DE CARNE

Teniendo en cuenta que el ganado bovino pertenece a la clase de animales denominados rumiantes, es determinante conocer el funcionamiento de su sistema digestivo, y en particular los procesos de digestión de proteína y energía, para la obtención de nutrientes utilizados para su mantenimiento, producción y reproducción.

2.6.1 Sistema digestivo. Los rumiantes tienen un sistema digestivo de gran capacidad (de hasta 200 L), que les permite utilizar los forrajes como una fuente importante de nutrientes, debido principalmente al rumen, el cual contiene microorganismos como: bacterias, hongos y protozoarios, los cuales realizan gran parte de la digestión inicial de los alimentos, teniendo la capacidad para descomponer la celulosa y la hemicelulosa, componentes principales de los forrajes y otros elementos de la dieta del animal, como la proteína y el almidón.

El retículo es un órgano que almacena los alimentos después que estos han pasado del esófago; el omaso es un órgano que absorbe el agua desde la digestión (mezcla de alimentos y fluidos) antes de que estos lleguen al abomaso donde las enzimas digestivas propias de animal descomponen el alimento y luego en el intestino delgado, se da la absorción de nutrientes.

2.6.2 Digestión de la Energía. En el rumen, la digestión microbiana de la celulosa y la hemicelulosa de los forrajes y el almidón de los granos de cereales da como resultado la producción de subproductos ricos de energía llamados

²⁴ LEISOLA y GARCÍA, 1989 citado por Ibid, p. 18

²⁵ MALDONADO, Op. Cit.

ácidos grasos volátiles (AGV), que son absorbidos por el animal a través de la pared del rumen, siendo la fuente más importante de energía para el animal; pero algunos almidones no son digeridos en el rumen y pasan al abomaso y al intestino delgado donde son descompuestos por las enzimas del animal y finalmente absorbidos. Las especies de microorganismos del rumen se especializan en su capacidad para descomponer los almidones o la celulosa, cuando la dieta es alta en forrajes²⁶, los microorganismos que digieren la celulosa como las bacterias *Fibrobacter succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus*, *Clostridium lochheadii*, *Ruminococcus flavifaciens* y *Clostridium polysaccharolyticum*; y hongos del género *Epidinium*²⁷ se multiplican tornándose en dominantes, pero cuando la ración es alta en granos de cereales, los microorganismos que digieren los almidones como las bacterias *Clostridium polysaccharolyticum*, *Bacteroides ruminicola*, *Ruminobacter amylophilus*, *Selenomonas ruminantium*, *Succinomas amylolytica* y *Streptococcus bovis*, hongos ciliados del género *Entodiniomorphes* y protozoarios²⁸; se tornan dominantes multiplicando su número; por ello los cambios en la composición de una ración deben hacerse gradualmente para permitir el tiempo suficiente para que la población microbiana se pueda adaptar al cambio, siendo necesaria una semana de tiempo para realizar cambios importantes en los ingredientes de una ración.²⁹

2.6.3 Digestión de la Proteína. La proteína cruda incluye la proteína verdadera y al nitrógeno no proteico (NNP), la digestión de la proteína en particular depende en gran medida de la facilidad de disolverse en el fluido ruminal, pues la altamente soluble es más probable que sea descompuesta antes por los microorganismos del rumen que la proteína insoluble, pero en cuanto al nitrógeno no proteico las bacterias del rumen son capaces de utilizar estas fuentes para su multiplicación volviéndolas 100% solubles. Los microorganismos están continuamente siendo movidos con la masa digestiva hacia la vía digestiva más baja, en donde ellos son digeridos y absorbidos por el animal con la mayoría de la proteína que no es soluble en el rumen ó proteína by pass que pasa sin cambiar al intestino delgado, donde es descompuesta por las enzimas del animal y absorbida, siendo utilizada eficientemente, convirtiéndose en un componente importante en las raciones para terneros de ceba de alto crecimiento.³⁰

La actividad de los microorganismos del rumen en la descomposición y recomposición de la proteína dietética tiene implicaciones importantes para los

²⁶ HAMILTON, Tom. Basic Beef Cattle Nutrition. [en línea]. Ontario Canadá. [Citada en 15 de septiembre, de 2009]. Disponible en Internet: URL : http://www.geocities.com/raydelpino_2000/sistemadigestivovaccarne.html

²⁷ MONTALBETTI, Andrea. Microbiología del rumen. [en línea] El Cid Editor, 2009. 19 p. [Citado en 11 de junio de 2009] Disponible en Internet: URL : <http://site.ebrary.com/lib/bibliucaucasp/docDetail.action?docID=10311777&p00=microorganismos+del+rumen>

²⁸ *Ibid.*

²⁹ HAMILTON, Op. cit.

³⁰ *Ibid.*

rumiantes; puesto que pueden aprovechar dietas que contienen proteínas de baja calidad y bajo costo (en comparación con los monogástricos), ya que los microorganismos del rumen mejoran la calidad de la proteína fabricando los aminoácidos limitantes; y utilizando el nitrógeno no proteico en su ración como un sustituto de la proteína.

Para un óptimo rendimiento, se requiere un balance de la proteína soluble en el rumen (NNP) y la proteína by pass, en el caso de raciones con niveles altos de proteína soluble y/o NNP pueden no suplir las cantidades adecuadas de proteína al intestino delgado, por el contrario dietas con niveles altos de proteína by pass pueden ser incapaces de abastecer las cantidades adecuadas de nitrógeno a los microorganismos del rumen para una eficiente digestión microbiana de crecimiento y digestión de los alimentos; las dietas óptimas deben contener 30-40% proteína disponible de by pass, 60-70% de proteína soluble en el rumen y menos del 30% de la proteína total debe ser en forma de NNP, incluyendo suficientes carbohidratos solubles para que los microorganismos del rumen puedan utilizar el NNP.³¹

2.7 USO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

El uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación animal, en zonas productoras de panela, ha sido ampliamente investigada en el país por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), buscando modelos en los cuales se puedan aprovechar tanto los subproductos del cultivo como los generados por la producción de panela.³²

La importancia de la caña en la alimentación animal, se debe porque en comparación con otras gramíneas, esta posee alta capacidad fotosintética, gran área foliar, aumenta su valor nutritivo con la edad por la acumulación de sacarosa, se adapta a diferentes zonas agroecológicas, tiene buena capacidad de rebrote, es resistente a plagas y enfermedades y preserva la fertilidad del suelo al incorporar materia orgánica, además se puede suministrar en cualquier época del año y en especial en épocas de sequía.³³

³¹ *Ibíd.*

³² GARCÍA et. al, Op. cit., p. 93.

³³ *Ibíd.*

En la alimentación animal la caña de azúcar puede ser usada de diferentes formas, cultivada para producción de forraje; el jugo puede ser suministrado en forma directa o elaborando miel, el bagazo o el bagacillo para forraje basto o portador de la melaza, el cogollo como un pienso el cual posee un buen contenido nutricional y la melaza como fuente energética.³⁴

2.7.1 Consideraciones para el uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación de rumiantes. Aunque cualquier variedad de caña se puede utilizar en la alimentación de rumiantes, es preferible utilizar cañas blandas (bajo contenido de fibra), con alta producción de biomasa y energía por unidad de superficie, buena digestibilidad y que presente características agronómicas como, gran poder de germinación y macollamiento, precocidad, alta relación hoja/tallo, amplia distancia entre nidos, bajo deshoje, bajo espigamiento, carencia de pelusa y de borde aserrado. También se debe tener en cuenta en la alimentación de rumiantes, son los limitantes de carácter nutricional y fisiológico, tales como el bajo contenido de proteína bruta, estrecha relación entre los carbohidratos estructurales y solubles los cuales inhibe la destrucción de la celulosa en el rumen, desbalance en el contenido de minerales, bajo contenido de grasa y almidón, alto contenido de fibra lo que implica mayor tiempo de rumia, lenta reducción del tamaño de la fibra y mayor tiempo de permanencia en el retículo rumen.³⁵

Adicionalmente, las tres cuartas partes del bagazo son carbohidratos potencialmente digestibles por los rumiantes pero impiden su digestión, el grado de asociación con la lignina, cuyo porcentaje es alto; además esta es indigestible y con bajo contenido de nitrógeno.³⁶

2.8 ANTECEDENTES

En el estudio sobre la suplementación con el ensilaje de bagazo de caña de azúcar enriquecido (EBCE) en el engorde de toretes pardo suizo, la mezcla estudiada fue bagazo de caña 90%, urea 3%, melaza 6%, sales minerales 1%, los tratamientos fueron T1 (2.0 Kg EBCE); T2 (2.5 Kg EBCE); T3 (3 Kg EBCE); para la fase inicial (1 a 60 días) y la fase final (61 a 120 días) T1 (2.5 Kg EBCE) T2 (3.0 Kg EBCE) T3 (3.5 Kg EBCE), en el experimento se encontró mejores ganancias de peso en todos los tratamientos en los que se utilizo el EBCE; correspondiendo la mayor ganancia al T1 (0.572 Kg) incluso observándose un mayor consumo, a

³⁴ *Ibíd.*

³⁵ *Ibíd.*, p. 93-94.

³⁶ MARTÍN, Pedro. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. La Habana. Cuba, 2004. p.99.

este tratamiento le corresponde la mayor conversión alimenticia (15.365), de la misma manera tanto el T2 como el T3 tienen el mejor B/C con (1.655 y 4.67 Kg ganancia de peso). En cuanto al engorde de toretes pardo suizo se estudiaron niveles de 0, 10, 15 y 20% de BCE, encontrándose que los tratamientos con niveles de BCE entre 10 y 20 % dieron las mayores ganancias diarias de peso entre 0.522 Kg a 0.631 Kg, así mismo las mejores conversiones alimenticias fueron con los tratamientos que contenían 15 y 20% de BCE (15.035 y 15.046), correspondiéndole al tratamiento con 20% de BCE el mayor B/C con 1,25 lográndose reducir los costos de producción con 0.51 centavos por cada 1 Kg de ganancia de peso.

Con relación al bagazo de caña de azúcar con diferentes niveles de gallinaza en el engorde de toretes holstein mestizos se estudiaron niveles de 10, 20 y 30 % de BCE correspondiendo a las mejores ganancias de peso los niveles 20 y 30% (0.55, 0.57 Kg/día respectivamente), así mismo estos tratamientos obtuvieron los menores costos 1 Kg ganancia de peso (1.54 - 1.55 centavos de dólar) reduciendo los costos de producción a 0.20 centavos de dólar con relación al tratamiento solo balanceado.³⁷

El uso de bagazo sin tratar se ha realizado diversamente en la Habana, Cuba donde se han probado mezclas de bagazo y melaza, que han podido constituir el 70 al 44% de las raciones en dietas suministradas en forma de harinas³⁸ y de pellets³⁹; al brindar 20-30% de bagazo en raciones con 20% de melaza, entre 2,0 y 8,5% de harina de pescado y 35 - 56% de maíz, minerales y vitaminas; sostuviéndose en todos los tratamientos ganancias de peso superiores a 1Kg/día⁴⁰. La adición de bagazo sin tratamiento en novillos Nelhore entre 15 y 27% de la ración, se obtuvieron los resultados de la tabla 1.⁴¹

Tabla 1. Comportamiento de novillos Nelhore que consumen dietas con diferentes niveles de bagazo

Bagazo, % BS	15.0	21.0	27.0
Sorgo, % BS	41.2	37.4	33.8
Pulpa de cítrico , % BS	28.2	25.6	23.0

³⁷ ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS (ESPOCH). Evaluación de la Producción de Ganado Lechero con Suplemento a Base de Bagazo de Caña de Azúcar. [en línea]. Quito (Ecuador). 2003. Disponible en Internet: URL : <http://www.mag.gov.ec/promsa/Resumen%20IQ-CV-060.htm>

³⁸ BEAMES citado por MARTÍN, Pedro. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. La Habana. Cuba, 2004, p.96.

³⁹ KIRT et al citado por Ibid., p. 96.

⁴⁰ RANDEL 1970, citado por Ibid., p. 96.

⁴¹ Leme et al, 2001. Citado por Ibid., p. 96.

Tabla 1. (Continuación)

Bagazo, % BS	15.0	21.0	27.0
H. Soya, % BS	13.6	14.0	14.2
Ganancia, Kg/d	1.506	1.490	1.383
Consumo MS, Kg/d	8.32	7.91	7.54
Peso canal, Kg	247.0	246.0	235.7
Rendimiento, %	58.3	58.2	56.7

Fuente: Leme et al, 2001. Citado por MARTÍN, 2004.

Como se muestra fueron excelentes ganancias de peso, el periodo evaluado fue de 270kg de peso hasta los 423Kg, a medida que se elevó el nivel de bagazo, disminuyó la ganancia de peso⁴², los protozoarios en el rumen⁴³ y contenido de sorgo en la raciones.⁴⁴

En un estudio con bagazo hidrolizado a presión continua, a diferentes proporciones de bagazo hidrolizado y puntas de caña (cogollo) en el engorde de novillos Nelhore, presentó los resultados de la siguiente tabla.⁴⁵

Tabla 2. Comportamiento de novillos Nelhore alimentados con diferentes proporciones de bagazo y puntas de caña

Suplemento proteico	Levadura			Harina de carne + Nutrigen		
	20	30	40	20	30	40
Bagazo, %	20	30	40	20	30	40
Puntas, %	40	30	20	40	30	20
Ganancia, Kg/día	0.420	0.342	0.234	0.420	0.454	0.516

Fuente: Magalhaes, et al. 1999 citado por MARTÍN, 2004.

La tabla anterior muestra que el mejor comportamiento lo tuvieron los novillos alimentados con levadura y el menor nivel de bagazo hidrolizado, en cambio con la harina de carne más nutrigen el comportamiento fue inverso.⁴⁶

En dietas de bagazo tratado a presión con tres niveles de concentrado (30, 45 y 60%), se obtuvieron ganancias de 0.860, 1.080 y 1.150Kg/día respectivamente, no

⁴² Ibid., p. 97.

⁴³ MACHADO, 2001 citado por Ibid., p. 97.

⁴⁴ Ibid., p. 97.

⁴⁵ MAGALHAES et al. (1999) citado por Ibid., p.103

⁴⁶ Ibid., p.102

alcanzaron las informadas de 1.2Kg/día con 50-60% de bagazo tratado a presión.⁴⁷

Por otra parte, en la ciudad de Maracay, Venezuela se experimentó sobre el uso del bagazo, melaza de caña de azúcar y urea, como ingredientes de raciones, utilizando veinticuatro novillos Criollos, de 202 kg de peso promedio y alimentados con forraje picado, mediante un modelo estadístico factorial (2 x 2), evaluando cuatro suplementos (Cuadro 3) estos se constituían por 50% bagazo melacificado, 20% de ajonjolí o su equivalente de urea, 1% sal mineral y bagazo y yuca para completar el 100%, variando las cantidades de ambos para que fueran isoenergéticos con 2,0 Mcal EM /kg, isoproteicos con 18% de proteína y con el mismo contenido de fibra cruda (13%), estos eran ofrecidos a razón de 6 kg/animal/día y pasto Guinea (*Panicum maximun*), el cual contaba con una composición de 6,5% proteína cruda, 2,0 Mcal EM /kg y 33,3% fibra cruda.

Cuadro 3. Composición de los suplementos para las raciones de engorde de novillos criollos

Ingredientes	Afrecho de trigo		Bagazo melanificado	
	Ajonjolí	Urea	Ajonjolí	Urea
Afrecho de trigo %	50	50	24	32
Bagazo melanificado ^a %	4	21	50	50
Bagazo %	20	18	3	7,7
Harina de ajonjolí %	2,0	-	22	-
Urea ^b %	-	3	-	3,3
Harina de yuca %	5	7	-	6
Sal mineral %	1	1	1	1
Total	100	100	100	100
Proteína cruda %	18,2	18,4	18,1	18,2
Fibra cruda %	12,5	12,7	12,8	12,6

a. 30% bagazo y 70% melaza.

b. Urea con 45% nitrógeno.

c. Sal mineral comercial con 70% sal común, 20% harina de hueso y 10% minerales trazas.

Fuente. CARNEVALI, A. A, et al. 1976

La duración del ensayo fue de 136 días y cada 28 días se realizaban los pesajes; los animales se encontraban en corrales con comederos techados y los suplementos se brindaron la primera semana a razón de 2 kg/ animal/día; en la segunda semana 4 kg/ animal/ día y a partir de los 15 días se suministró la cantidad completa de 6 kg/animal/día.

⁴⁷ NUSSIO (1983) citado por Ibid., p.116

Los aumentos diarios de peso (Cuadro 4), fueron 0.830, 0.778, 0.708 y 0.672 Kg/animal/día para cada uno de los suplementos los cuales no presentaron diferencias significativas entre tratamientos; el consumo de los suplementos a base de bagazo melacificado fue relativamente más lento, especialmente el suplemento de urea y bagazo melacificado, al compararse con los suplementos a base de afrecho de trigo; la eficiencia de conversión en cuanto a kilos de materia seca/kilo ganancia de peso vivo para el mismo orden de los tratamientos fueron de 10.8, 11.6, 12.7 y 13.4 sin diferencias significativas entre promedios.⁴⁸

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia

Observaciones	Afrecho de trigo		Bagazo melanificado	
	Ajonjolí	Urea	Ajonjolí	Urea
Peso inicial, Kg	203 ^a	202 ^a	202 ^a	202 ^a
Peso final, Kg	316 ^a	308 ^a	298 ^a	293 ^a
Ganancia diaria, gr	830 ^a	778 ^a	708 ^a	672 ^a
Forraje, Kg MS/día	3,3 ^a	3,4 ^a	3,5 ^a	3,3 ^a
Suplemento, Kg MS/día	6	6	6	6
Conversión, Kg MS/Kg ganancia de peso vivo	10,8 ^a	11,6 ^a	12,7 ^a	13,4 ^a
a. Promedio de seis animales por tratamiento. Fuente. CARNEVALI, A. A, et al. 1976				

También en la ciudad de Monagas, Venezuela, se realizó un ensayo con el objeto de estudiar el uso de bagazo de caña fortificada, como única fuente de forraje en la formulación de suplementos para la ceba de toretes en confinamiento y su alcance económico, con una duración de 75 días, utilizando 24 animales machos enteros y mestizos distribuidos al azar en cuatro tratamientos, con un peso promedio de 287 Kg y 24 meses de edad aproximadamente; los que recibieron dietas a base de bagazo de caña fortificada en los niveles de 40, 30, 20 y 0%.

Obteniendo como resultados, consumos de materia seca de 9.525, 8.247, 7.850, 7.984 Kg MS/día; ganancias diarias de peso de 1.619, 1.51, 1.505, 0.974 Kg/animal/día; y conversiones alimenticias de 5.883, 5.454, 5.216, 8.197 Kg MS/Kg de peso ganado; siendo la ganancia diaria de peso de los animales que recibieron el bagazo de caña (P 0,01) superiores al grupo control. El análisis económico reportó baja rentabilidad para todos los tratamientos al final del ensayo,

⁴⁸ CARNEVALI, A. A, et al. Bagazo, melaza y urea en raciones de engorde para bovinos. [en línea]. Maracay (Venezuela). . Disponible en Internet: URL : <http://www.fao.org/docrep/003/s8850e/S8850E12.htm#ch13a>

siendo estas de 5.77, 7.19, 4.81 y 6.10% para los tratamientos con los niveles de 40, 30, 20 y 0% de bagazo de caña fortificado respectivamente.⁴⁹

A su vez en la escuela agrícola panamericana de Honduras, evaluó mediante un diseño completamente al azar, el comportamiento de 20 toretes alimentados con residuos de la molienda de Caña y bajo una suplementación estratégica en el engorde de ellos, ofreciendo *ad libitum* una dieta que contenía bagazo de caña (80%) y cogollo (20%), suplementados con 0.3% del peso vivo de heno de pasto transvala (*Digitaria eriantha*), 13% de urea *ad libitum* y cuatro niveles crecientes de suplementación estratégica que representan los tratamientos 1, 2, 3 y 4, los cuales contaban con 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 Kg/novillo/día de la mezcla que contenía 70% de semolina de arroz, 20% harina de maní y 10% de melaza; donde se midieron variables como ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS), conversión alimenticia (CA) y consumo de bloque multinutricional (CBM). Los resultados se presentan en la tabla 3.⁵⁰

Tabla 3. Resultado de las variables evaluadas en los diferentes tratamientos

Variables	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Peso inicial (Kg)	279 ± 20 ^a	279 ± 23 ^a	279 ± 27 ^a	279 ± 29 ^a
Peso final (Kg)	359 ± 26 ^a	362 ± 23 ^a	363 ± 30 ^a	369 ± 23 ^a
GPD (Kg/día)	0.95 ± 0.09 ^a	0.99 ± 0.11 ^a	1.01 ± 0.1 ^a	1.07 ± 0.14 ^a
CMS (Kg/100 Kg PV)	1.95 ± 0.04	1.90 ± 0.04	2.01 ± 0.04	1.92 ± 0.04
CA (Kg MSC* / GDP)	7.59 ± 0.23	7.09 ± 0.23	7.32 ± 0.23	6.99 ± 0.23
CBM (Kg/día)	0.96 ± 0.12	1.10 ± 0.12	0.80 ± 0.12	0.84 ± 0.12

*MSC= Materia seca consumida ^a Las medidas en la misma fila seguidas por la misma letra no difieren (P=0.05). Fuente: Apolo, L, 1997.

Según la tabla anterior, no se obtuvieron diferencias para la ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia, pero en el caso del consumo los bloques multinutricionales este disminuía a medida que se aumentaba la suplementación estratégica y las ganancias de peso.⁵¹

⁴⁹ SÁNCHEZ, R. Bagazo de caña fortificado en raciones completas en ceba de toretes estabulados. [en línea]. Disponible en Internet: URL : http://biblioteca.monagas.udo.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Descriptor=Ganado+Vacuno-Alimentaci%F3n+y+Alimentos&Nombrebd=bmoudo&Idioma=1 &Sesion=168886359

⁵⁰ APOLO, P. Leandro A., Residuos de la molienda de caña y suplementación estratégica en el engorde de toretes. Honduras. 1997.

⁵¹ *Ibid.*

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación, se llevó a cabo en el municipio de Cajibío, el cual posee una extensión de 747 Km², la precipitación varía entre 2000 y 2700mm anuales, la temperatura media es de 19 °C, se encuentra ubicado entre las cordilleras occidental y central; la mayor parte de su territorio es quebrado y de montaña en la zona de cordillera y en la de ladera, posee accidentes geográficos poco pronunciados.

El área de influencia del trabajo, está ubicado en la vereda la Aurelia, finca de la cooperativa agropecuaria de producción y comercialización Vivas asociados, con una altitud media de 1.827 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), esta cuenta con diferentes sistemas de producción tanto agrícolas como pecuarios; estos son café, plátano, guadua, vacas de leche, caña panelera, cerdos de ceba y peces.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del trabajo se necesitaron los equipos, materiales e insumos especificados en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Equipos, materiales e insumos necesarios para la ejecución de la evaluación

ITEM	Cantidad
Unidad experimental	
Machos de ceba	9
Equipos	
Computador	1
Molino Forrajero triturador con motor eléctrico	1
Cinta bovinometrica	1
Pica pastos	1
Materiales e Insumos	
Semilla hongo (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	8 Kg
Gallinaza cernida	49 Bultos
Pasto King grass (<i>Saccharum sinense</i>)	15 Toneladas

Cuadro 5. (Continuación)

ITEM	Cantidad
Materiales e Insumos	
cogollo de caña (<i>Saccharum officinarum</i>)	2.5 Toneladas
caña (<i>Saccharum officinarum</i>)	5 Toneladas
Bagazo caña	80 Kg
Bloque SUPLEBAC	12
Bloque comercial Nutrebloque	5
Miel de panela	648 Kg
Sal mineralizada	2 Bultos
Azufre	25 Kg
Salvado de trigo	24 Kg
Carbonato de Calcio.	2.1 Kg
Bolsas 10cm x 16cm de calibre 2"	140
Micropore	4 Rollos
Cautín	1
Tijeras	1
Cauchos	1 Kg
Guantes	18
Cofia	6
Tapabocas	6
Bata desechables	6
Toallas desechables	2 Rollos
Jabón Antibacterial	1
Hipoclorito de sodio	2 Galón
Alcohol 70%	2 Galón
Ivermectina	1
Guadua	125
Plástico de invernadero	5 Metros

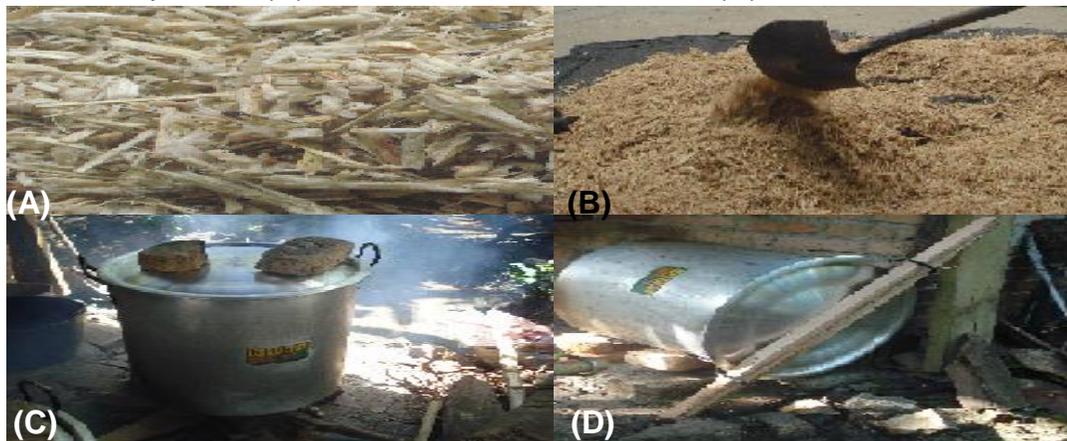
3.2.1 Procedimiento. Para la evaluación del bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) en dietas para bovinos estabulados en ceba, se debió elaborar el sustrato en el cual se inoculó el hongo mensualmente, este proceso fue realizado por los integrantes de la Cooperativa Agropecuaria de Producción y Comercialización Vivas Asociados (COOAGROVIVAS), en la planta piloto para la producción de bagazo enriquecido y orellana (*Pleurotus ostreatus*) (Figura 1), instalada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), en el municipio de Cajibío.

Figura 1. Planta piloto para la producción de bagazo enriquecido y orellana (*Pleurotus ostreatus*). (A) Vista lateral de la planta piloto, (B) Vista entrada planta piloto



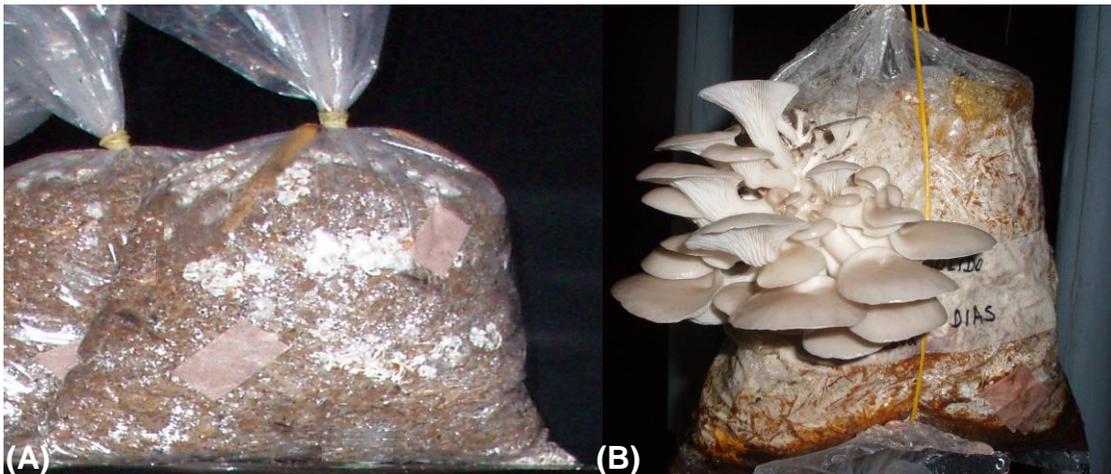
3.2.2 Elaboración del sustrato. Para fabricar el sustrato, se debió picar el bagazo a un tamaño de partícula de aproximadamente 5 cm (Figura 2A) y remojarlo por 48 horas, cambiando el agua cada 12 horas, luego se dejó secar el bagazo por 12 horas, y se procedía a realizar la mezcla del 75% de bagazo, con el 23% de salvado de trigo y 2% de carbonato de calcio (CaCO_3) sobre base seca, revolviendo con agua hasta obtener una humedad del 60% - 70% aproximadamente (Figura 2B), en seguida se ponía una olla llena hasta un tercio (1/3) de su capacidad con agua, se introducía la mezcla, cubriendo con un plástico negro, y se aseguraba la tapa de la olla, dejándose hervir por 5 horas para pasteurizar el sustrato (Figura 2C) así aumentar su efectividad biológica (proporción de sustrato capaz de convertirse en hongos útiles para el consumo). Después de la pasteurización del sustrato, se fijaba la tapa y se dejaba escurrir (Figura 2D), por 24 horas sin destapar la olla, lo que evitaba la contaminación del sustrato.

Figura 2. Elaboración del sustrato para la siembra del hongo (*Pleurotus ostreatus*). (A) Tamaño de partícula del bagazo picado, (B) Proceso de mezcla de las materias primas, (C) Pasteurización del sustrato, (D) Escurrido del sustrato



3.2.3 Inoculación del hongo (*Pleurotus ostreatus*). Pasadas 24 horas de escurrido, se procedía a la inoculación o siembra del hongo (*Pleurotus ostreatus*), con la colaboración de integrantes de CORPOICA y COOAGROVIVAS, de la siguiente manera, se abría la bolsa 10cm x 16cm de calibre 2", se esparcía homogéneamente una capa de semilla comercial de *Pleurotus ostreatus* (teniendo en cuenta que por tubular el total de semilla a inocular era de 80gr de correspondiente al 10% de la mezcla total del sustrato en base seca, puesto que la calidad nutricional del sustrato al terminar el ciclo depende de la cantidad de semilla inoculada Ver Anexo A), seguida por una capa de sustrato, así sucesivamente hasta obtener un peso de 2 Kg, finalizando con una capa de semilla, luego se sacaba el aire de la bolsa aplastando el sustrato sobre la mesa y se cerraba con una banda de caucho, luego con el cautín previamente calentado, se abrían cuatro orificios de aproximadamente 2 cm de largo y se cubrían con cinta micropore; finalmente se marcaban los tubulares y se llevaban al cuarto de incubación (Figura 3), donde duraban aproximadamente 30 días; después de este periodo sucedía la aparición del micelio secundario y primordios, al alcanzar estos un largo de aproximadamente 0,5 a 1 cm, se trasladaban las bolsas o tubulares al área de fructificación, donde se dejaban por una semana, para el desarrollo de las orellanas y su posterior cosecha (Figura 3). En seguida de esta, se llevaban las bolsas nuevamente al área de incubación donde empezarían el segundo y tercer ciclo para obtener una nueva cosecha a los 45 y 60 días después la siembra.

Figura 3. Tubulares en etapa productiva en la planta piloto. (A) Sustrato Inoculado con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (B) Fructificación de orellanas.



3.2.4 Preparación de instalaciones y distribución de las unidades experimentales. Dos semanas antes de finalizar el ciclo productivo del sustrato, se procedió a adecuar las instalaciones con la ayuda de COOAGROVIVAS, donde se alojarían los machos de ceba, en cuanto a infraestructura se habilitaron

corrales de 10 m² por animal, realizarán los respectivos comederos, saladeros y se dispuso la cama a base de bagazo seco.

Figura 4. Establos luego de la adecuación. (A) Establo 1, (B) Establo 2 y (C) Establo 3



Luego se realizó la compra de los 9 machos de ceba, con un peso promedio de 284Kg aproximadamente por parte de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), se les aplicó ivermectina para el control de ectoparásitos y endoparásitos, y vacunas, posteriormente se ubicaron en los respectivos habitáculos según la distribución al azar indicada posteriormente (figura 9).

3.2.5 Fabricación del bloque nutricional a base de bagazo enriquecido. La elaboración de los bloques a base de bagazo enriquecido cumplió con una de las actividades planteadas dentro del proyecto “Enriquecimiento nutricional de la caña y sus productos para su inclusión en sistemas de alimentación animal de ganado de carne en zonas paneleras del Occidente de Cundinamarca y departamento del Cauca” desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), la cual consistía en la producción de sustrato enriquecido en planta piloto para la elaboración del suplemento para bovinos de

ceba denominado SUPLEBAC, el proceso para la fabricación de este, consistió en mezclar el 35 % de sustrato enriquecido el cual finalizó su ciclo productivo, 40% de miel panelera, 10 % de Urea, 5% de minerales y 10% de cemento (Figura 5 y 6), para realizar bloques nutricionales de aproximadamente seis kilogramos que se suministraron *ad libitum* al tratamiento correspondiente (Figura 7). Al inicio se dio una semana de acostumbramiento para la adaptación de los microorganismos del rumen al suplemento.

Figura 5. Materia primas para la fabricación del bloque nutricional a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*)



Figura 6. Mezcla de materias primas



Figura 7. Bloque biológico a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*). (A) Bloque biológico apisonado, (B) Bloque biológico en condiciones de ser ofrecido a los animales del tratamiento tres



3.2.6 Formulación y evaluación de dietas. Teniendo en cuenta la composición nutricional y los aportes nutricionales de las materias primas, así como los requerimientos nutricionales de los animales proyectándose una ganancia diaria de peso de 800gr (ver Anexo B), se procedió a formular y balancear (Ver Anexo C), para luego ser evaluadas. Se inició la recolección de datos la cual duró cuatro meses, luego de una semana de acostumbramiento al bloque biológico, las dietas fueron ajustadas dependiendo del peso de cada animal, y divididas en dos raciones, la primera a las 7 AM con 15.6Kg, la segunda a las 4 PM con 15 Kg, lo que equivaldrían a el 100% de la ración. La suplementación con el bloque comercial y a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (SUPLEBAC), fue constante durante los cuatro meses y brindada *ad libitum*. Antes de proporcionar las raciones se pesó el material no consumido a cada animal, así registrar el consumo diario e individual, además se registró su peso cada 8 días, los cuales se realizaron con cinta bovinométrica y en ayunas (Figura 8), lo que permitió obtener un peso real (Ver Anexo D), para luego calcular ganancia de peso y conversión alimenticia.

Finalmente, luego de cuatro meses de investigación se procedió a realizar el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, mediante el sistema de análisis estadístico (S.A.S).

Figura 8. Pesaje con cinta bovinométrica



3.3 TRATAMIENTOS

T1: Pasto King grass (*Saccharum sinense*) 18Kg + caña Panelera RD7511 (*Saccharum officinarum*) 6 Kg + cogollo de caña (*Saccharum officinarum*) 3Kg + Gallinaza 3Kg+ Miel de panela 0.6 Kg + 30gr Azufre + sal mineralizada a voluntad.

T2: Pasto King grass (*Saccharum sinense*) 18Kg + caña Panelera RD7511 (*Saccharum officinarum*) 6 Kg + cogollo de caña (*Saccharum officinarum*) 3Kg + Gallinaza 3Kg + Miel de panela 0.6 Kg + 30gr Azufre + sal mineralizada a voluntad + bloque nutricional comercial (Solla). (Ver Anexo E)

T3: Pasto King grass (*Saccharum sinense*) 18Kg + caña Panelera RD7511 (*Saccharum officinarum*) 6 Kg + cogollo de caña (*Saccharum officinarum*) 3Kg + Gallinaza 3Kg + Miel de panela 0.6 Kg + 30gr Azufre + sal mineralizada a voluntad + bloque nutricional a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (SUPLEBAC) (Ver Anexo F y G)

3.4 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se implementó un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. A los resultados obtenidos, se les efectuó análisis de varianza y la prueba de promedios de Duncan, mediante el sistema de análisis estadístico (S.A.S); el modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_j.$$

Donde:

μ = media general

T_i = efecto del tratamiento

E_j = efecto del error

La distribución de los tratamientos es la siguiente:

Figura 9. Distribución de los tratamientos y repeticiones para el diseño estadístico

T2R2	T1R1	T3R2
T3R1	T2R1	T1R2
T3R3	T2R3	T1R3

3.5 VARIABLES ANALIZADAS

- **Consumo diario**

Su fórmula es la siguiente:

Consumo diario = Kg de dieta ofrecida - Kg de dieta no consumida.

- **Ganancia de peso**

Tiene la siguiente fórmula:

Ganancia de peso = $\frac{\text{Peso vivo Final (Kg)} - \text{Peso vivo Inicial (Kg)}}{\text{Número de días}}$

- **Conversión alimenticia (CA)**

La cual se expresa de la siguiente manera

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (Kg)}}{\text{Ganancia de peso (Kg)}}$$

3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la realización del análisis económico, se utilizó el método de Presupuestos parciales (Costo/beneficio), que permite interpretar los resultados obtenidos comparando el tratamiento control con los demás tratamientos, determinando su viabilidad en términos económicos; para la realización de esta metodología, no se incluyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba.⁵²

En la ejecución de este método, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos:

Costos variables (\$/Kg. de carne): para cada tratamiento (control, bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) y bloque comercial), el precio de Kg. de la dieta balanceada por la cantidad consumida.⁵³

Beneficio bruto de campo (\$/Kg. de carne): equivale al kilogramo de carne producida durante el experimento, multiplicando por el precio promedio del Kg. de carne, al momento del análisis.⁵⁴

Beneficio neto de campo o balance final (relación costo/beneficio) (\$/Kg. carne): se constituye en la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables.⁵⁵ Para determinar el costo/beneficio se tiene en cuenta el valor del incremento de peso (Kg. ganados x precio de venta en pie) y los costos del alimento consumido para cada tratamiento.⁵⁶

⁵² LOPEZ. Fredy, suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas holsteín en lactancia. Popayán. 2002.67p. Tesis maestría. Universidad Nacional. Sede Palmira. Citado por MOSQUERA. Mari luz y PORTILLA. Sandra, evaluación del efecto nutricional de Quinoa (*Chenopodium quinoa willdonow*) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. Popayán. 2008. 37p. Tesis para optar al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad del Cauca.

⁵³ *Ibíd.*

⁵⁴ *Ibíd.*

⁵⁵ *Ibíd.*

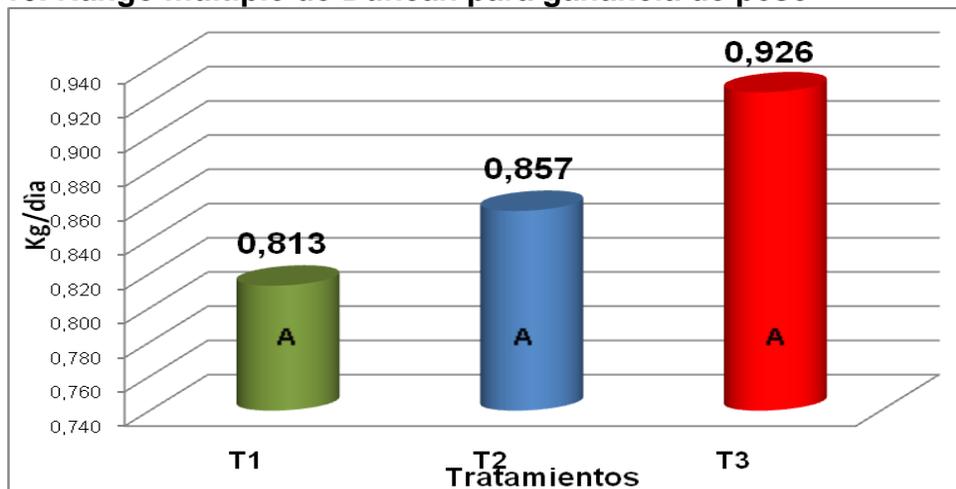
⁵⁶ *Ibíd.*

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 GANANCIA DE PESO

El análisis de varianza en la variable ganancia de peso no presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tres tratamientos evaluados (ver ANEXO H), a pesar de ello, la prueba de promedios de Duncan (Figura 10), agrupa en primer lugar a el tratamiento 3, el cual tenía suplementación con el bloque a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (SUPLEBAC), sobresaliendo con una ganancia de peso de 0.926Kg/día, y le otorga la última posición a el tratamiento 1 con 0.813Kg/día. Durante los 4 meses de evaluación se obtuvo una ganancia de peso promedio de 0. 865Kg/animal/día.

Figura 10. Rango múltiple de Duncan para ganancia de peso



Los anteriores resultados están cercanos a los obtenidos por (Randel 1970), quien alcanzó ganancias de peso de 1Kg/día, al dar 20-30% de bagazo en raciones para novillos con 20% de melaza.

Con respecto a las ganancias obtenidas por (Leme et al, 2001), en su trabajo utilizó niveles de bagazo entre 15 y 17% en dietas para novillos, donde las ganancias de peso estuvieron entre 1,506Kg/día para el nivel de inclusión más alto y de 1.383 Kg/día para el más bajo, siendo estas mayores a las alcanzadas en la presente evaluación.

En cambio, las ganancias de peso logradas (0.9260Kg/día, 0.8567Kg/día y 0.8130Kg/día) en este ensayo, fueron mayores a las reportadas por (Magalhaes, et al. 1999) de 0.420, 0.342 y 0.234 Kg/día al ofrecer diferentes proporciones de bagazo 20, 30 y 40% respectivamente, con levadura como suplemento proteico.

Del mismo modo, los resultados obtenidos son mayores a los aumentos diarios de peso en la evaluación realizada por (Carnevali A, et al. 1976) en novillos criollos, las cuales fueron de 0.830, 0.778, 0.708 y 0.672 Kg/animal/día para suplementos a base de afrecho de trigo con ajonjolí y urea; y bagazo melanificado con ajonjolí y urea respectivamente, cada uno de los cuales no presentaron diferencias significativas entre tratamientos; es necesario resaltar que con la suplementación realizada con bagazo melanificado y urea, solo se lograron 672 gr/animal/día, en cambio con una suplementación similar en este ensayo, con bagazo enriquecido (SUPLEBAC) se obtuvieron ganancias diarias de 0.926 Kg/animal/día más alta que la anterior.

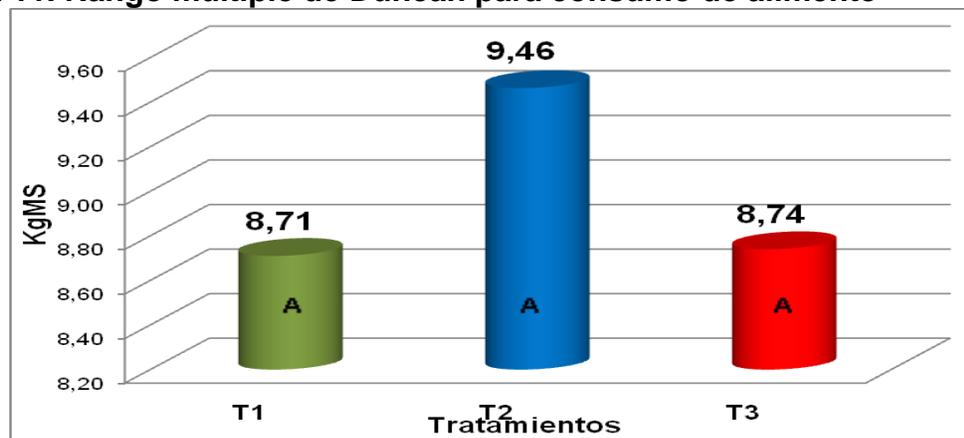
De igual manera los resultados de ganancia de peso del presente trabajo, fueron más altos que los reportados por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en el ensayo que proporcionaba diferentes niveles de inclusión de Ensilaje de Bagazo de Caña Enriquecido (EBCE) donde el mejor tratamiento obtuvo 0.572 Kg/día con 2.0 Kg de EBCE en su dieta. También son mayores que las ganancias entre 0.522 a 0.631 Kg/día logradas en otra evaluación donde se utilizaba Bagazo de Caña Enriquecido (BCE) con niveles de 10 y 20%, y; de igual forma las ganancias obtenidas fueron más altas que las alcanzadas con niveles de 10, 20 y 30 % de BCE y diferentes porcentajes de inclusión de gallinaza en el engorde de toretes holstein mestizos, donde las mejores ganancias de peso de 0.55 y 0.57 Kg/día se obtuvieron con los niveles 20 y 30% respectivamente.

En comparación con (Apolo L, 1997) quien utilizó una dieta que contenía bagazo de caña (80%) y cogollo (20%), suplementados con heno de pasto transvala (*Digitaria eriantha*), 13% de urea *ad libitum* y cuatro niveles crecientes de la mezcla que contenía 70% de semolina de arroz, 20% harina de maní y 10% de melaza evaluada por *ad libitu*; logró ganancias de peso de 0.95 ± 0.09 ; 0.99 ± 0.11 ; 1.01 ± 0.1 y 1.07 ± 0.14 Kg/animal/día para cada uno de los tratamientos respectivamente, siendo más altas que las ganancias de peso en la presente evaluación de 0.9260Kg/día, 0.8567Kg/día y 0.8130Kg/animal/día. Igualmente, (Sánchez, 1977), alcanzó ganancias diarias de peso de 1,619; 1,51; 1,505, 0,974 Kg/animal/día; usando bagazo de caña fortificada, como única fuente de forraje en la formulación de suplementos para la ceba de toretes en confinamiento, resultados más altos con respecto a las ganancias obtenidas en el presente trabajo.

4.2 CONSUMO DE MATERIA SECA

El análisis de varianza para la variable consumo de materia seca (CMS), no obtuvo diferencias significativas ($P < 0.05$) en (ver ANEXO I) para los tres tratamientos, pero en la prueba de promedios de Duncan (Figura 11), se observa que el tratamiento que presentó mayor CMS fue el tratamiento 2 con un consumo medio de 9.4633 Kg de materia seca, mientras que el tratamiento 1 registró el menor CMS con 8,7133 Kg. El consumo promedio en el periodo de evaluación fue de 8.972 Kg de materia seca.

Figura 11. Rango múltiple de Duncan para consumo de alimento



Los resultados de consumo de materia seca alcanzados, fueron más altos que los obtenidos por (Leme, et al 2001) de 7.54, 7.91 y 8.32, en las dietas con porcentajes de 27, 21 y 15% de inclusión de bagazo respectivamente.

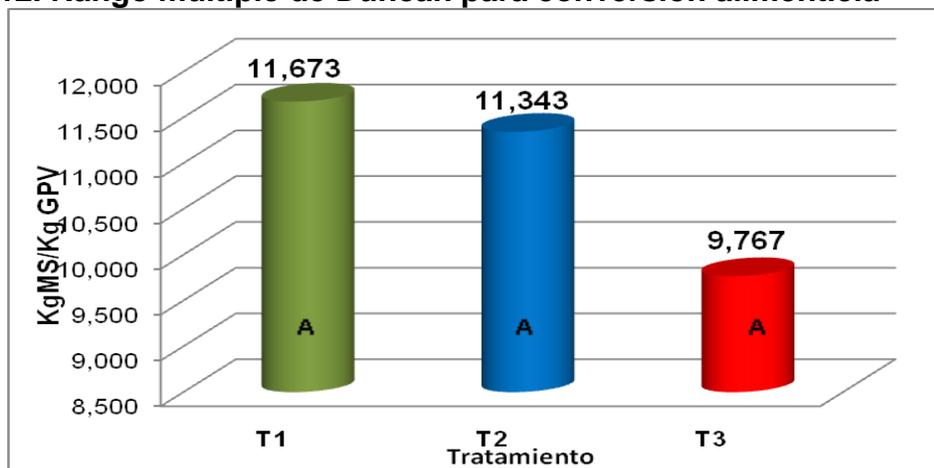
En cambio los consumos de materia seca logrados por (Sánchez, 1977) de 9,525; 8,247; 7,850; 7,984 Kg MS/día; para dietas a base de bagazo de caña fortificada en los niveles de 40, 30, 20 y 0%; son cercanos a los obtenidos en el presente trabajo, en especial los registrados para los niveles de 40 y 30% de bagazo de caña fortificada.

4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

El análisis de varianza para la variable conversión alimenticia (CA), no presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tres tratamientos evaluados (ver ANEXO J), sin embargo en la prueba de promedios de Duncan (Figura 12), se

nota que el tratamiento 3 presenta el mejor índice de CA, con un valor de 9.767 Kg MS/Kg ganancia de peso vivo (GPV), puesto que a menor valor mejor es la eficiencia de el alimento, frente a el tratamiento 1 con un índice de 11.673 Kg MS/Kg GPV siendo el más bajo del ensayo. En el transcurso del ensayo se presentó una conversión alimenticia promedio de 10.92778 Kg MS/Kg GPV.

Figura 12. Rango múltiple de Duncan para conversión alimenticia



Los índices de conversión alimenticia presentados en la evaluación 9.767, 11.343 y 11.673 Kg MS/Kg GPV por los tratamientos 3, 2 y 1; son mayores a el índice de conversión alimenticia de 13,4 Kg MS/Kg GPV obtenido por (Carnevali A, et al. 1976) en novillos criollos, en el tratamiento fue suplementado a base de bagazo melanificado y urea; en especial cabe resaltar el índice de conversión alimenticia del tratamiento 3, comparado con 9.767 Kg MS/Kg GPV del ensayo citado, deja en evidencia la influencia de la suplementación con bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (SUPLEBAC), lo que resalta la eficiencia de esta dieta, donde el animal requiere consumir menor cantidad de materia seca para obtener un mayor peso final.

Así mismo los resultados de la presente evaluación son más altos que las mejores conversiones alimenticias alcanzadas por la escuela superior politécnica de Chimborazo, en el ensayo que proporcionaba diferentes niveles de inclusión de BCE para el engorde de toretes pardo suizo con 15.035 y 15.046 Kg MS/Kg GPV para los tratamientos que contenían 15 y 20% de BCE; como también son mayores que a la máxima conversión alcanzada de 12.825 Kg MS/Kg GPV, en la evaluación con EBCE.

Mientras que en la dieta ofrecida por (Apolo, L, 1997), se alcanzaron conversiones alimenticias de 7.59 ± 0.23 , 7.09 ± 0.23 , 7.32 ± 0.23 y 6.99 ± 0.23 Kg MS/Kg GPV,

para cada uno de los tratamientos, siendo estas mayores a las conseguidas en la presente evaluación las cuales fueron de 9.767, 11.343 y 11.673 Kg MS/Kg GPV para los tratamientos 3, 2 y 1 respectivamente.

De la misma manera (Sánchez, 1977), logró conversiones alimenticias de 5.883; 5.454; 5.216; 8.197 Kg MS/Kg GPV, en su estudio sobre el uso de bagazo de caña fortificada con los niveles de 40, 30, 20 y 0%, como única fuente de forraje en la formulación de suplementos para la ceba de toretes en confinamiento; siendo estos resultados más altos que los obtenidos en la presente evaluación.

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó tomando un mes del periodo de evaluación, lo que permitió establecer la viabilidad económica del tratamiento control y los demás tratamientos, teniendo en cuenta los siguientes parámetros.

4.4.1 Costos variables

Estos se establecieron, realizando la sumatoria de los precios del kg de las materias primas para obtener el precio del kilogramo de materia seca de la dieta balanceada, para cada uno de los tratamientos, luego este se multiplico por la cantidad de materia seca consumida (Kg) en un mes de la evaluación (Tabla 4 y 5); el valor unitario de los tratamientos se obtuvo a partir de los precios reales en el momento de la compra por parte de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) de las materias primas, más el precio del Kg calculado de otras materias primas necesarias para la dieta balanceada, obtenidas en la finca de los productores, subproductos de la elaboración de panela.

Tabla 4. Costos variables de la evaluación

ITEM	Valor unitario (\$/Kg MS)	Cantidad consumida MS (Kg)	Total (\$)
Tratamiento 1	181	784	142.003
Tratamiento 2	205	851	174.239
Tratamiento 3	196	787	153.977
TOTAL			470.219

Fuente: Los autores. 2010

Tabla 5. Interpretación de los costos variables en porcentaje

ITEM	Total costo (\$)	Porcentaje (%)	Aumento de costo (%)
Tratamiento 1	142.003	100	0
Tratamiento 2	174.239	123	23
Tratamiento 3	153.977	108	8

Fuente: Los autores. 2010

La suplementación en la dieta balanceada con el bloque comercial Nutrebloque PSP, se incrementan los costos de esta en un 23% con respecto a la dieta balanceada sin suplementación, en cambio si se realiza el suplemento a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (SUPLEBAC), se tiene un incremento de solo el 8%, además se está utilizando eficientemente un subproducto de la elaboración de la panela, se evita que el bagazo sea utilizado como combustible para las hornillas impidiendo la emisión de CO₂ a la atmosfera y de esta manera propender por el cuidado del medio ambiente; adicionalmente se genera un beneficio económico por la comercialización de la orellana como subproducto para la obtención del sustrato enriquecido.

4.4.2 Beneficio bruto de campo

El beneficio bruto de campo para cada uno de los tratamientos, resulta de la multiplicación del total de kilogramos de carne en pie ganados en un mes teniendo en cuenta cada una de las ganancias de peso por el precio promedio del kilogramo de carne en pie que se maneja en el mercado (Tabla 6). En contraste en se presenta el beneficio bruto de campo teniendo en cuenta la suma de las ganancias obtenidas en el tratamiento 3, por la venta de orellanas producidas en el sustrato que luego fue utilizado en el bloque biológico para la suplementación.

Tabla 6. Beneficio bruto de campo

ITEM	Total Kg de carne en pie	Precio Kg en pie	Beneficio bruto de campo (\$)	Diferencia (%)	Venta de orellanas (\$)	Beneficio bruto de campo (\$)	Diferencia (%)
*Tto 1	73	3.000	219.510	0		219.510	0
*Tto 2	77	3.000	231.390	5		231.390	5
*Tto 3	83	3.000	250.020	14	26.400	276.420	26
TOTAL			700.920			727.320	

*Tto = Tratamiento Fuente: Los autores. 2010

El beneficio bruto de campo indica que el tratamiento 3 posee un beneficio de 26% y 14% más con respecto al tratamiento 1, cuando es tenido en cuenta o no la venta de orellana respectivamente; el tratamiento 2 obtiene un 5% de beneficio en comparación con el tratamiento 1; lo que significa que al realizar la suplementación con el bloque biológico a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) (SUPLEBAC), se obtiene un mayor beneficio económico con respecto a los tratamientos 1 y 2.

4.4.3 Beneficio neto de campo o balance final

Para establecer el tratamiento más rentable en cuanto a la utilización de la dieta balanceada con la diferente suplementación, se realiza la diferencia entre el beneficio bruto de campo (\$) y los costos variables (\$), cuyo resultado obtiene el beneficio neto de campo o balance final (Tabla 7).

Tabla 7. Beneficio neto de campo

ITEM	Beneficio bruto de campo (\$)	Costos variables (\$)	Beneficio neto de campo (\$)	Eficiencia (%)	Beneficio bruto de campo (\$)	Beneficio neto de campo (\$)	Eficiencia (%)
*Tto 1	219.510	142.003	77.507	0	219.510	77.507	0
*Tto 2	231.390	174.239	57.157	-26	231.390	57.157	-26
*Tto 3	250.020	153.977	96.043	24	276.420	122.443	58
TOTAL	700.920	470.219			727.320		

Fuente: Los autores. 2010

El beneficio neto de campo, determinó que el tratamiento 3 es 58% y 24% más eficiente que el tratamiento 1, cuando es tenido en cuenta o no la venta de orellana respectivamente; lo que indica que la utilización del suplemento a base de bagazo enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*), posee mayor beneficio económico con respecto a los demás tratamientos, representado en mejores ganancias para el productor.

5. CONCLUSIONES

El efecto nutricional del suplemento a base de bagazo enriquecido, con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) en dietas para bovinos de ceba estabulados, en términos de ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y consumo de materia seca, fue similar a los demás tratamientos, ya que estadísticamente no mostraron diferencias significativas, debido el adecuado aporte de los requerimientos nutricionales a cada uno de los animales por medio de las dietas balanceadas.

El mejor efecto costo beneficio se da en el tratamiento 3, el cual contaba con la suplementación a base de bagazo enriquecido, con el hongo (*Pleurotus ostreatus*), ya que se obtiene un incremento de los costos variables de solo el 8%, y su beneficio neto de campo es de 58% y 24%, cuando es tomada en cuenta o no las utilidades por la venta de orellanas producidas; lo que se expresa en beneficio económico para los productores de caña panelera.

La utilización del bagazo enriquecido, con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) en la suplementación de bovinos en la fase de ceba, es una buena estrategia nutricional para los productores de panela, que además de aprovechar adecuadamente del bagazo, brinda la opción de obtener un suplemento económico para bovinos de ceba, amigable con el medio ambiente, disponible y que da la posibilidad de producir el hongo (*Pleurotus ostreatus*) para su comercialización y consumo, el cual posee una proteína de alto valor biológico y medicinal.

6. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones con bloques biológicos a base de bagazo enriquecido (SUPLEBAC), en bovinos de ceba en sistemas de pastoreo extensivo, preferiblemente en condiciones de veranos intensos, lo cual permitiría medir y aprovechar el potencial del suplemento.

Efectuar evaluaciones nutricionales en bovinos de ceba, utilizando el sustrato enriquecido con el hongo (*Pleurotus ostreatus*) acompañado de miel de panela, como un componente representativo de la dieta, para aprovechar todos los beneficios nutricionales que este posee en cuanto a proteína y energía.

Evaluar los bloques biológicos a base de bagazo enriquecido (SUPLEBAC), en ganado de leche.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, José et al. La Panela en el Municipio de Cajibío. [en línea] Popayán (Cauca, Colombia) Mayo 2003. [Citada en 26 de enero, de 2009]. Proyecto piloto para generación y fortalecimiento de las Microempresas Rurales, con el apoyo de PADEMER (Proyecto de Apoyo al Desarrollo de la Microempresa Rural) y la Fundación SMURFIT Cartón de Colombia. Disponible en Internet: URL : http://www.fidamerica.org/admin/docdescargas/centrodoc/centrodoc_1288.pdf

ALBARRACÍN et al, caña de azúcar ensilada una alternativa de alimentación para ganado bovino en confinamiento. [en línea] Cundinamarca 2000. [Citada en 20 de marzo, de 2009]. Artículo científico CORPOICA. Disponible en Internet: URL : <http://200.75.42.3/SitioWeb/Archivos/oferta/CAADEAZCAR.pdf>

ALMANZA. I, Arley. Manual Práctico de Producción de orellanas, Corporación Minuto de Dios. Proyecto "Acciones de ayuda: Convivencia, Productividad, Equidad Social, un Modelo de trabajo para el apoyo a las poblaciones desarraigadas de Cartagena, Barranquilla, Malambo, Soledad y Bogotá D.C., 2007. p 13

APOLO, P. Leandro A., Residuos de la molienda de caña y suplementación estratégica en el engorde de toretes. Honduras. 1997. [Citada en 12 de mayo, de 2010] Tesis presentada como requisito para optar al título de ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de zootecnia. Disponible en Internet: URL : http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/1997/T783.pdf

CARDONA U, Luis F. Anotaciones acerca de la bromatología y el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Medellín (Antioquia, Colombia) En: Crónica Forestal y del Medio Ambiente No. 16, 2001

CARNEVALI, A. A, et al. Bagazo, melaza y urea en raciones de engorde para bovinos. [en línea]. Maracay (Venezuela). . [Citada en 22 de mayo, de 2010]. Instituto Investigaciones Zootécnicas, CENIAP. Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. Disponible en Internet: URL : <http://www.fao.org/docrep/003/s8850e/S8850E12.htm#ch13a>

CASTAÑO, Natalia. Apoyo al funcionamiento de la planta piloto para la producción de bagazo enriquecido y orellana (*Pleurotus ostreatus*), ubicada en el Municipio de Cajibío, Popayán, 2009. p.49. Informe final de semestre práctico (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca Facultad de Ciencias Agropecuarias.

COLOMBIA. CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. (CORPOICA). Enriquecimiento nutricional de la caña y sus productos para su inclusión en sistemas de alimentación animal de ganado de carne en zonas paneleras del Occidente de Cundinamarca y Departamento del Cauca. Colombia: CORPOICA, 2007. CD ROM.

COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (DANE), Boletín de prensa: Comercio exterior. [en línea] Bogotá, (Colombia) Abril de 2010 [Citada en 18 de mayo, de 2010]. Disponible en Internet: URL : http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol_exp_abr10.pdf

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Observatorio Agrocadenas Colombia, la cadena de azúcar en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica, documento de trabajo No. 88. [en línea] Bogotá, 1991-2005. . [Citada en 1 de febrero, de 2009]. Disponible en Internet: URL http://www.agrocadenas.gov.co/azucar/documentos/caracterizacion_azucar.pdf

----- Observatorio Agrocadenas Colombia, la cadena agroindustrial de la panela en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica, documento de trabajo No. 57. [en línea] Bogotá, 1991-2005. [Citada en 26 de enero, de 2009]. Disponible en Internet: URL : http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/anuario/Cadena_agroindustrial_panela.pdf

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS (ESPOCH). Evaluación de la Producción de Ganado Lechero con Suplemento a Base de Bagazo de Caña de Azúcar. [en línea]. Quito (Ecuador). 2003. [Citada en 8 de marzo, de 2009]. Proyecto IQ-CV-060. Disponible en Internet: URL : <http://www.mag.gov.ec/promsa/Resumen%20IQ-CV-060.htm>

GARCÍA, Hugo et. al. Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. 2007 93-105p.

HAMILTON, Tom. Basic Beef Cattle Nutrition. [en línea]. Ontario Canadá. [Citada en 15 de septiembre, de 2009]. Disponible en Internet: URL : http://www.geocities.com/raydelpino_2000/sistemadigestivovaccarne.html

MALDONADO, Arnulfo. Curso De Capacitación Sobre Cultivo De Hongo Seta [en línea]. Tláhuac. . Dirección General de Desarrollo Económico y Rural de la Delegación de. Tláhuac (México). [Citada en 3 de marzo, de 2009]. En: Agrotláhuac: órgano de difusión agropecuaria. Disponible en Internet: URL : <http://www.geocities.com/agrotlahuac/cursohongo.html>

MARTÍN, Pedro. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos. La Habana. Cuba, 2004. Editorial del instituto de ciencia animal, edica. 193p

------. Bagazo como alimento para rumiantes. [en línea] La Habana (Cuba). [Citada en 13 de marzo, de 2010] . Disponible en Internet: URL : <http://www.fao.org/docrep/003/s8850e/S8850E12.htm#ch13a>

MONTALBETTI, Andrea. Microbiología del rumen. [en línea] El Cid Editor, 2009. 19 p. [Citado en 11 de junio de 2009]. Disponible en Internet: URL : <http://site.ebrary.com/lib/biblioucaucasp/docDetail.action?docID=10311777&p00=microorganismos+del+rumen>

MOSQUERA, Mari luz y PORTILLA, Sandra. Evaluación del efecto nutricional de Quinoa (*Chenopodium quinoa willdonow*) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. Popayán, 2008, 37p. Tesis para optar al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

LÓPEZ, Francisco y CASTRILLÓN Pepe. Teoría económica y algunas experiencias latinoamericanas relativas a la agroindustria. [en línea]. Manizales (Colombia). Eumed. net, Enero 2007. [Citada en 1 de febrero, de 2009]. Libro en formato pdf, edición electronica gratuita. Disponible en Internet: URL : <http://www.eumed.net/libros/2007b/304/index.htm>

RODRÍGUEZ, S et. al. Purificación de la enzima lacasa a partir del cultivo de *Pleurotus ostreatus* en medios residuales. EN: Revista cubana de ciencias químicas. [en línea]. Vol. XIV, No. 3, 2002; p.83. [Citada en 17 de julio, de 2009] Disponible en Internet: URL : <http://site.ebrary.com/lib/biblioucaucasp/docDetail.action?docID=10293942&p00=pleurotus>

RUIZ DUEÑAS, Francisco. Caracterización molecular de un nuevo tipo de peroxidasa ligninolítica. [en línea] Madrid, 1998, 164 p. Tesis doctoral (Biología). Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. [Citada en 17 de Junio, de 2009] Disponible en Internet: URL : <http://site.ebrary.com/lib/biblioucaucasp/docDetail.action?docID=10124590&p00=pleurotus>

SANCHEZ, R. Bagazo de caña fortificado en raciones completas en ceba de toretes estabulados. [en línea]. Monagas (Venezuela). Universidad de Oriente, [Citada en 3 de mayo, de 2010] Mayo de 1977 Disponible en Internet: URL : http://biblioteca.monagas.udo.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Descriptor=Ganado+Vacuno-Alimentaci%F3n+y+Alimentos&Nombrebd=bmoudo&Idioma=1&Sesion=168886359

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Buenas prácticas de manufactura (BPM) de la panela como industria de alimentos. FAO, 2005. [Citada en 11 de marzo, de 2009]. Disponible en Internet: URL : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s06.pdf>

------. Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina. [en línea]. Roma (Italia). FAO, 2004. [Citada en 11 de marzo, de 2009]. Disponible en Internet: URL : <http://www.fao.org/AG/agr/subjects/en/agribusiness/Panela.pdf>

VÁZQUEZ, Adelina. Para Que el Bagazo No Contamine. [en línea]. Cuba. El Habanero, noviembre de 2002. [Citada en 9 de marzo, de 2009]. Reportaje sobre el trabajo que realizó un equipo interdisciplinario de Cuba, el cual mereció el premio Academia a su autora. Disponible en Internet: URL : http://www.idict.cu/UserFiles/File/Boletines/Novedades/boletin22_2002/bagazo.htm

VELAZQUEZ, Héctor et al. Mejorando la Producción de Panela en Colombia. En: LEISA: Revista de Agroecología. Vol. 21, No. 1 (Junio, 2005); p.32-34.

ANEXOS

Anexo A. Calidad nutricional del sustrato inoculado con el hongo (*Pleurotus ostreatus*)

Tratamientos	Proteína cruda (%)	FDA (%)	FDN (%)	Lignina (%)	DIVMS (%)	MS (%)
Bagazo Molido 5%* de semilla, 30 días	10,98	75,37	47,536	3,233	26,603	16,09
Bagazo Molido 5% de semilla 45 días	10,33	60,806	49,93	5,86	36,476	16,606
Bagazo Molido 5% de semilla 60 días	8,45	59,366	58,273	6,573	40,653	15,966
Bagazo Molido 15% de semilla 30 días	10,273	67,713	47,95	6,233	51,323	17,103
Bagazo Molido 15% de semilla 45 días	10,546	68,5	46,89	5,406	33,146	16,226
Bagazo Molido 15% de semilla 60 días	10,646	70,766	50,88	5,07	37,876	17,143
Bagazo Molido 20% de semilla 30 días	9,69	70,866	49,633	5,096	48,046	18,213
Bagazo Molido 20% de semilla 45 días	11,893	66,883	45,906	5,633	49,053	16,736
Bagazo Molido 20% de semilla 60 días	12,32	67,013	47,636	4,88	42,736	18,69
Bagazo Entero 5% de semilla 30 días	9,246	79,51	51,99	3,116	29,276	14,646
Bagazo Entero 5% de semilla 45 días	8,07	64,713	53,073	3,75	16,933	14,563
Bagazo Entero 5% de semilla 60 días	7,82	53,516	66,36	5,743	41,68	15,413
Bagazo Entero 15% de semilla 30 días	11,533	69,173	42,576	4,903	31,236	17,506
Bagazo Entero 15% de semilla 45 días	10,863	64,13	47,65	7,746	45,263	16,116
Bagazo Entero 15% de semilla 60 días	9,933	74,476	50,06	4,236	36,066	16,876
Bagazo Entero 20% de semilla 30 días	10,773	68,846	45,746	6,153	45,913	16,866
Bagazo Entero 20% de semilla 45 días	11,9	64,69	44,89	3,616	42,406	17,293
Bagazo Entero 20% de semilla 60 días	12,083	63,766	44,73	2,363	53,316	17,616

Fuente: Albarracín C., Luís C., CORPOICA – C.I. Tibaitatá, 2009.

*Porcentaje de semilla del hongo (*Pleurotus ostreatus*) inoculado en el sustrato, sobre la proporción total de la mezcla del sustrato en materia seca.

Nota: Resultados obtenidos por CORPOICA – C.I. Tibaitatá, 2009, antes de determinar el porcentaje de semilla a inocular para la presente evaluación.

Anexo B. Contenido nutricional de las materias primas que conforman la dieta balanceada de los machos de ceba estabulados

Materias primas	MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal/Kg)
King grass (<i>Saccharum sinense</i>)	18	9,3	42,1	67,9	1,95
Cogollo de Caña (<i>Saccharum officinarum</i>) RD 7511	25	4,74	28,46	53,85	1,89
Miel de trapiche	75	0,7	-	-	2,85
Nutrebloque PSP (Solla)	87	10	-	-	-
Caña(<i>Saccharum officinarum</i>)	19	4,02	29,74	52,55	2,27
SUPLEBAC	92,47	35,54	-	-	2,69
Gallinaza	87	16	-	-	2,08

Anexo C. Balance de la dieta para machos de ceba estabulados

Materias primas	Cantidad (Kg)	MS (%)	MS (Kg)	PC (Kg)	EM (Mcal/kg)
King grass (<i>Saccharum sinense</i>)	18	18	3,24	0,30132	6,318
Cogollo de Caña (<i>Saccharum officinarum</i>)	3	25	0,75	0,03555	1,4175
Caña (<i>Saccharum officinarum</i>)	6	19	1,14	0,045828	2,5878
Gallinaza	3	87	2,61	0,4176	5,4288
Miel de trapiche	0,6	75	0,45	0,00315	1,2825
Requerimientos	36		7,5	0,866	17,9
Aporte	30,6		8,19	0,803448	17,0346
Balance	-5,4		0,69	-0,06255	-0,8654

Anexo D. Registro de pesos semanal de los machos de ceba durante la evaluación

FECHA	T1R1 Kg	T1R2 Kg	T1R3 Kg	T2R1 Kg	T2R2 Kg	T2R3 Kg	T3R1 Kg	T3R2 Kg	T3R3 Kg
^a 26/11/09	245	292	214	310	320	383	271	264	256
03/12/09	266	292	218	320	333	392	292	266	264
10/12/09	276	300	222	320	344	401	298	281	264
17/12/09	281	304	222	320	349	406	310	286	266
24/12/09	281	304	227	323	349	407	314	292	281
04/01/10	292	310	227	333	361	427	314	298	298
14/01/10	298	323	264	349	361	427	320	304	310
22/01/10	304	333	264	349	381	440	320	310	314
29/01/10	314	333	266	355	387	445	333	320	314
07/02/10	333	339	266	355	387	447	335	323	320
14/02/10	339	339	281	355	389	447	339	323	333
20/02/10	339	339	292	381	392	461	345	333	333
*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06/03/10	349	344	310	386	408	470	349	344	344
*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/03/10	355	361	323	392	420	484	361	355	349
27/03/10	361	368	338	408	433	492	361	361	368
3/04/10	368	374	338	420	433	516	381	375	375

*No fue posible el desplazamiento a la zona para la realización del pesaje de unidades experimentales por problemas de orden público.

^a Peso de inicial de las unidades experimentales e inicio de la semana de acostumbramiento al Suplemento SUPLEBAC.

Anexo E. Composición Nutricional del bloque comercial (Nutrebloque PSP de Solla)

Nutriente	Composición
Proteína mínimo	10 %
Equivalente proteico del nitrógeno no proteico máximo	23 %
Grasa mínimo	2.5%
Cenizas máximo	15 %
Fibra máximo	10 %
Humedad máximo	13 %

Anexo F. Componentes del Suplemento SUPLEBAC

Componente	Porcentaje (%)
Sustrato enriquecido	35
Miel panelera	40
Urea	10
Minerales	5
Cemento	10

Anexo G. Análisis nutricional del Suplemento SUPLEBAC

Componente	Contenido
Humedad (%)	7,53
Proteína Cruda (%)	35,54
Fibra Cruda (%)	8,87
Energía cal/gr	2690,83

Fuente: Albarracín C., Luís C., CORPOICA – C.I. Tibaitatá, 2010.

Anexo H. Valores de R-cuadrado, Coeficiente de Variación, Raíz MSE y Ganancia de peso Media, para la variable ganancia de peso

R-cuadrado	Coeficiente de Variación	Raíz MSE	Ganancia de peso Media
0.099896	19.76949	0.171050	0.865222

Anexo I. Valores de R-cuadrado, Coeficiente de Variación, Raíz MSE y Consumo Media, para la variable Consumo

R-cuadrado	Coeficiente de Variación	Raíz MSE	Consumo Media
0.142404	11.63869	1.044249	8.972222

Anexo J. Valores de R-cuadrado, Coeficiente de Variación, Raíz MSE y conversión alimenticia Media, para la variable conversión alimenticia

R-cuadrado	Coeficiente de Variación	Raíz MSE	Conversión de Alimento Media
0.233011	16.91795	1.848756	10.92778

Anexo K. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F valor	Pr > F
Tratamiento	2	0.01948289	0.00974144	0.33	0.7293
Error	6	0.17554867	0.02925811		
Total corregido	8	0.19503156			

Anexo L. Análisis de varianza para la variable Consumo de materia seca

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.08642222	0.54321111	0.50	0.6307
Error	6	6.54273333	1.09045556		
Total corregido	8	7.62915556			

Anexo M. Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia

Fuente	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F valor	Pr > F
Tratamiento	2	6.23015556	3.11507778	0.91	0.4512
Error	6	20.50740000	3.41790000		
Total corregido	8	26.73755556			

Anexo N. Prueba del rango múltiple de Duncan para ganancia de peso

Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	0.9260	3
A	0.8567	2
A	0.8130	1

Anexo Ñ. Prueba del rango múltiple de Duncan para consumo de alimento

Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	9.4633	2
A	8.7400	3
A	8.7133	1

Anexo O. Prueba del rango múltiple de Duncan para conversión alimenticia

Agrupamiento	Media	Tratamiento
A	9.767	3
A	11.343	2
A	11.673	1