

# UTILIZACION DE RESIDUOS SEMISOLIDOS(FONDAJES) DE TANQUES DE FERMENTACION DE MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR, EN ALIMENTACION ANIMAL <sup>a</sup>

Refugio Velasco Mendez <sup>b</sup>

Areli Martínez del Campo <sup>c</sup>

Gabriela Saldaña Quezada <sup>d</sup>

Irma Tejada de Hernández <sup>e</sup>

## RESUMEN

Los fondajes son residuos semisólidos que quedan en los tanques de fermentación de melaza cuando se elabora alcohol etílico. Con objeto de estudiar el valor de éstos en alimentación animal, se realizaron tres trabajos. En el primero se utilizaron 80 pollos de una semana de edad, distribuidos con un criterio de bloqueo al azar en 5 tratamientos con 4 repeticiones. El calcio del carbonato de calcio adicionado a una dieta maíz-soya fue substituido en niveles de 0, 25, 50, 75 y 100 % (tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente) por el proporcionado por los fondajes. A las tres semanas de experimentación, la ganancia de peso (GP) de los animales, el consumo de alimento (CA) y la eficiencia alimenticia (EA) no mostraron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ). En el segundo trabajo, se usaron 10 borregos Rambouillet Southsuffolk con peso de 25.2 kg, distribuidos al azar en 5 tratamientos con 2 animales por corral. El diseño experimental fue un cuadrado Latino 5X5, donde las filas fueron los corrales y las columnas fueron los periodos. El calcio de una dieta maíz-rastrojo de maíz (0.55%) se substituyó por el proporcionado por fondajes (0, 25, 50, 75 y 100 %). Se evaluaron 5 periodos de 21 días, con 7 de adaptación a la dieta y 14 de toma de muestras. Los resultados a 105 días no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en ninguno de los periodos, en la ganancia de peso de los animales, consumo de alimento y eficiencia alimenticia. En el tercero se prepararon microensilajes de bagazo de caña-melaza adicionados con 10, 20, 30, 40 y 50 % de fondajes. El diseño experimental fue al azar con un arreglo factorial de 5X5 con 5 niveles de fondajes y 5 tiempos fermentación (0, 5, 10, 15 y 30 días). Los análisis químicos a los 30 días mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el contenido de fibra detergente neutro y ácido, celulosa, lignina, etanol y digestibilidad *in vitro* de la materia seca, debidos al nivel de fondajes, tiempos de fermentación e interacción de estas dos variables. Aparentemente los fondajes son una buena fuente de calcio para la alimentación animal.

**PALABRAS CLAVE:** Caña de azúcar, Melaza, Fondajes, Etanol, Borregos, Pollo en crecimiento, Alimentación animal.

**Tec. Pecu. Mex. Vol. 34 No. 1 (1996).**

## INTRODUCCION

La alimentación del ganado durante el estiaje constituye en México una limitante de la industria pecuaria, ya que la falta de forraje verde origina pérdidas considerables en el hato. Para resolver este problema primordial se aplican y constantemente se están buscando fórmulas y sistemas de alimentación que reduzcan esas deficiencias usando subproductos agrícolas e industriales regionales (1, 2, 3, 4).

En la elaboración del alcohol etílico a partir

de la melaza de caña se produjeron en el país aproximadamente 1.32 millones de toneladas de melaza y 300 millones de litros de alcohol durante 1989-1990 (5). Durante la fabricación del alcohol etílico se obtienen dos subproductos de la destilación; vinazas y fondajes. Los fondajes constituyen una masa semisólida que permanece en los tanques de fermentación después de la destilación del alcohol y que están constituidos por residuos de melaza, sales adicionadas y cuerpos celulares, principalmente levaduras.

El análisis químico de este producto revela que es rico en minerales, siendo el calcio el más abundante; y entre las sales los carbonatos y cloruros. En el Cuadro 1 se describe su composición.

En el Ingenio Emiliano Zapata, en el estado de Morelos, quedan 2000L de estos residuos por tanque, los cuales son llevados hacia

<sup>a</sup> Recibido para su publicación el 20 de octubre de 1995.

<sup>b</sup> Dirección actual Mariano Escobedo No. 407, Col. Unión Moderna, Ciudad Mendoza, Ver.

<sup>c</sup> Parte de este trabajo fue la tesis para obtener el título de Licenciada en Nutrición y Ciencia de los Alimentos Universidad Iberoamericana.

<sup>d</sup> Dirección actual Universidad Estatal de Michigan, Lansing MI, USA.

<sup>e</sup> CENID-Microbiología INIFAP Carretera México-Toluca, Km 15.5 Palo Alto, México, D.F. 05100 Proyecto Micotoxinas.

corrientes de agua, creando problemas de contaminación. La utilización de subproductos de la caña de azúcar, bagazo y fondajes además de resolver un problema de contaminación de tierras y agua, ofrecería una alternativa más para la alimentación de animales, durante épocas de carencia de forrajes.

Es reconocido que el contenido total de un elemento mineral en un ingrediente particular o en una ración completa, tiene poco significado, a menos que se indique la disponibilidad biológica del elemento en el animal; es decir se califique su habilidad para promover crecimiento, calcificación ósea y otros procesos metabólicos (6, 7).

El objetivo esencial para conservar forrajes y otros subproductos fibrosos por fermentación natural es obtener condiciones anaeróbicas y acidificación, la que se logra por fermentación con bacterias lácticas, las cuales van a crecer a costa de los nutrimentos que proporciona el material ensilado. El principal objetivo de usar aditivos en los ensilajes, es asegurar que las bacterias lácticas dominen la fermentación, lo que resulta en un producto bien

preservado. La calidad de un ensilaje se puede estimar por su composición química. Un ensilaje láctico se caracteriza por tener un pH bajo, usualmente entre 3.7 y 4.2 y contener una alta concentración de ácido láctico. Ensilajes de pastos pueden tener concentraciones de ácido láctico de 80-120 g/kg, materia seca 19 %, ácido acético 36 g/kg MS, ácido propiónico 2 g/kg MS, etanol 12 g/kg MS. (8, 9).

El objetivo del trabajo fue estudiar el valor de los fondajes de los tanques de fermentación de melaza en la alimentación animal. El estudio se dividió en tres trabajos, en el primero se evaluó la disponibilidad del calcio de los fondajes para pollo de engorda, en el segundo el valor nutritivo de los fondajes para el borrego y en el tercero se estudió *in vitro* como fuente de azúcares solubles y minerales para microensilajes de bagazo de caña-melaza.

## MATERIALES Y METODOS

Los fondajes estudiados fueron tomados de diferentes tanques de fermentación a diferente profundidad, en la fábrica de alcohol del Ingenio Azucarero Emiliano

**CUADRO 1. COMPOSICION QUIMICA DE LOS FONDAJES**

	Tal como se recibe %	Base sec %
Humedad	61.3	---
Proteína cruda	4.3	11.1
Extracto etéreo	0.5	1.3
Cenizas totales	23.6	61.50
Fibra cruda	4.7	12.1
Energía bruta Mcal/kg	2.76	7.81
Calcio	5.46	14.10
Fósforo	0.10	0.28
Sulfatos <sup>1/</sup>	0.77	1.99
Carbonatos <sup>1/</sup>	1.21	3.13
Cloruros <sup>1/</sup>	7.71	19.92
Alcohol etílico	7.15	---
pH	6.0	---

<sup>1/</sup> Analizado en Ingenio Emiliano Zapata.

Zapata en Zacatepec, Mor. Los fondajes se adicionaron tal como se obtuvieron, sin secar, con objeto de no aumentar el costo de este subproducto.

### **Estudio en pollos**

Se utilizaron 80 pollos de una semana de edad, distribuidos en 5 tratamientos bajo un diseño de bloques al azar. El criterio de bloques fue el peso inicial de las aves. Se contó con 4 repeticiones y 4 animales por repetición. Los animales se alojaron en una criadora controlada eléctricamente con comederos y bebederos de acero inoxidable. Agua y alimento se proporcionaron a voluntad. En las dietas experimentales con base en maíz-soya, el calcio del carbonato de calcio de la dieta testigo fue substituido por el de los fondajes en niveles de 0, 25, 50, 75 y 100 % ( Cuadro 2).

La prueba tuvo una duración de 3 semanas, llevándose registro semanal del peso de los pollos y consumo de alimento. Al final del período experimental, se sacrificaron, por dislocación cervical 8 animales por tratamiento, 2 por jaula y se les extrajeron las tibias izquierdas, las cuales fueron limpiadas de tejido muscular con agua caliente. Un vez limpios los huesos, se les eliminó la grasa por medio de dos extracciones sucesivas con alcohol y éter etílico y se determinaron las cenizas (10). Las variables estudiadas fueron ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, cenizas en tibia y porcentaje de calcio en hueso. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y la comparación de medias fue de acuerdo al método de Tuckey (11).

### **Estudio en borregos**

Se utilizaron 10 borregos hembras Rambouillet Southsuffolk, con peso promedio de 25.2 kg que se distribuyeron al azar en 5 tratamientos con 2 animales por corral. El diseño experimental empleado fue un cuadro latino 5X5, en el que las filas fueron los corrales y las columnas los períodos. Se preparó una dieta testigo con

base en maíz, en la cual el calcio del carbonato de calcio de la dieta se substituyó por el proporcionado por los fondajes, a niveles de 0, 25, 50, 75 y 100 %. El experimento evaluó 5 períodos de 21 días, siendo los primeros 7 días de cada período de adaptación a la dieta. Los parámetros considerados fueron: ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia. En el Cuadro 3 se describe la composición de las dietas.

Las dietas se formularon de acuerdo a lo sugerido por el NRC (12). Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y la comparación de medias fue de acuerdo al método de Tuckey (11).

### **Estudio *in vitro***

Se prepararon 5 mezclas para ensilar con base en bagazo de caña-melaza, en las cuales los fondajes se adicionaron en niveles de 10, 20, 30, 40 y 50 % (Cuadro 4).

El diseño experimental fue un arreglo factorial 5X5 completamente al azar con 5 niveles de fondajes, 5 tiempos de fermentación con 3 repeticiones por tratamiento.

Se prepararon 75 microensilajes en frascos de vidrio de boca ancha, con capacidad de 2 kg con tapas de rosca, a las cuales se adaptaron tubos de látex para salida de gases.

Tres frascos de cada tratamiento se abrieron a los 0, 5, 10, 15 y 30 días de fermentación, se tomaron muestras y se congelaron hasta su análisis. Los análisis químicos realizados fueron humedad por arrastre con tolueno (Hum), contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa (Hem), celulosa (Cel), lignina (Lig), sílice (Si), ácidos grasos volátiles, acético, propiónico y butírico (AGV), ácido láctico (L), etanol (E) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (10, 13).

## **RESULTADOS**

### **Estudio en pollos**

En el Cuadro 5 se da el resultado de la prueba

**CUADRO 2. COMPOSICION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES. ESTUDIO CON POLLOS (BASE HUMEDA).**

Ingrediente %	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
Maíz-soya	87.51	84.45	77.44	78.38	75.37
Fondajes	----	3.57	7.14	10.71	14.28
Carbonato de calcio	2.05	1.54	1.02	0.51	----
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2.52	2.52	2.48	2.48	2.43
Otros <sup>1/</sup>	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92
Análisis %					
Proteína cruda 2/	23.1	22.9	22.9	22.7	22.7
Calcio 2/	0.98	0.96	1.00	1.10	1.00
Humedad 2/	8.4	10.3	11.9	14.1	16.1
EM, Kcal/kg 3/	3406	3367	3303	3310	3218

<sup>1/</sup> % de la ración: Aceite de maíz, 6.0; dl-metionina, 0.12; mezcla de vitaminas, 0.6 mezcla de minerales, 1.2. Mezcla de vitaminas por kg de ración: Vitamina A, 1500 UI; Vitamina D<sub>3</sub>, 200 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K, 0.05 mg; Clorhidrato de tiamina, 1.8 mg; Riboflavina, 3.6 mg; Pantotenato de calcio, 10 mg; Niacina, 27 mg; clorhidrato de piridoxina, 3 mg; Biotina, 0.15 mg; Colina, 1300 mg; Folacina, 0.55 mg; Vitamina B<sub>12</sub>, 0.009 mg; BHT, 10 mg.

Mezcla de minerales por kg de ración: K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 7.07 g; NaHCO<sub>3</sub>, 1.93 g; NaCl, 2.47g; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 31.4 mg; KI, 0.46 mg; FeSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, 398 mg; MgCO<sub>3</sub>, 2.08, mg; MnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O, 184 mg; NaSeO<sub>3</sub>, 0.33 mg; ZnCO<sub>3</sub>, 77 mg.

<sup>2/</sup> Análisis determinado, base seca.

<sup>3/</sup> Análisis calculado, base seca.

obtenidos a la tercera semana. El análisis estadístico de los resultados no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia, cenizas en tibia y contenido de calcio en hueso.

**Estudio en borregos**

Los resultados obtenidos a los 105 días de experimentación, no mostraron diferencias en la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia ( $p > 0.05$ ), demostrando que los fondajes pueden incorporarse en las raciones hasta niveles de 6.8 % BH. El Cuadro 6 describe estos resultados. La adición de los fondajes mejoró la apariencia de las raciones, aunque el olor y el sabor no fue diferente. Aparentemente el color de los alimentos cambió ligeramente para ser más amarillos, pero esto no afectó el consumo de alimento.

calcio de la dieta testigo.

**Estudio *in vitro***

En los Cuadros 7 y 8 se describen los resultados de análisis de los microensilajes durante los 30 días de fermentación. El contenido de proteína y de hemicelulosa en base seca no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), debidas al nivel de fondajes, aunque si se detectaron diferencias ( $p \leq 0.01$ ), por el tiempo de fermentación. FDN, CC, FDA, Cel, Lig y Si, mostraron diferencias entre tratamientos ( $p \leq 0.011$ ), debidas al nivel de fondajes, días de fermentación y a la interacción de estos efectos. FDN y FDA mostraron una tendencia a disminuir a medida que se incrementó el nivel de fondajes y el tiempo de fermentación.

Los resultados indican que se obtienen mejores resultados

**CUADRO 3. COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES. ESTUDIO EN BORREGOS (BASE HUMEDA).**

	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
Fondajes 1/	----	1.70	3.40	5.11	6.80
Rastrojo de maíz	57.74	56.19	54.65	53.07	51.53
Maíz de grano	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70
Urea	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
CaCO <sub>3</sub>	0.56	0.42	0.27	0.14	----
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.70	0.69	0.68	0.68	0.67
Sal mineralizada 2/	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Análisis					
Materia seca	90.7	90.0	80.5	89.0	88.3
Proteína cruda (BS <sup>3/</sup> )	13.02	13.07	13.04	13.36	13.26
EM (Mcal/kg 3/)	2.091	2.093	2.096	2.097	2.10
Ca total % (B.S.) <sup>3/</sup>	0.55	0.55	0.56	0.56	0.57
P Total % (B.S.)	0.35	0.34	0.35	0.35	0.35

1/ Composición de los fondajes: Humedad ,64.6 %; proteína cruda ,2.9 %; minerales totales, 26.5%; Ca, 3.25%, alcohol, 6.5 g/100 ml, pH 4.53, en base tal como se obtuvo). El valor de energía metabolizable (EM) de los fondajes fue calculado utilizando la siguiente Formula : EM (Mcal/kg MS)= (Total de nutrientes digestibles % X 44.09) X 0.82 (12).

2/ Sal mineralizada, g o kg /T de alimento: NaCl, 1.15 kg; MgCO<sub>3</sub>, 2.08 kg; K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 8.85 kg, Azufre flor, 2.10 kg. FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, 199 g ; CuSO<sub>4</sub> 5 H<sub>2</sub>O, 19.63 g ; CoSO<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O, 92.25 g, ZnO 53.84 g

3/ Calculado

**CUADRO 4. COMPOSICION DE LOS MICROENSILAJES (BASE HUMEDA).**

	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
Fondajes	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00
Bagazo de caña	76.51	66.85	57.14	47.35	37.65
Urea	1.90	1.66	1.45	1.25	1.05
Melaza	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.59	0.48	0.41	0.40	0.30
Análisis calculado % (BS)					
Materia seca	84.71	79.05	73.40	67.75	62.09
Proteína cruda	8.13	8.11	8.05	8.10	8.21
E. bruta, Mcal/kg	3.90	4.36	4.51	4.50	5.0
Calcio total	0.54	1.02	1.50	1.99	2.81
Fósforo total	0.34	0.34	0.35	0.35	0.34

<sup>1/</sup> Se agregó agua para igualar todos los tratamientos a 30% de materia seca.

**CUADRO 5. GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTOS, EFICIENCIA ALIMENTICIA, CENIZAS EN HUESO Y CALCIO EN HUESO DE LOS POLLOS EN 3 SEMANAS.**

	TRATAMIENTOS					EEM
	1	2	3	4	5	
Ganancia de Peso ,g	622	603	542	595	595	22.12
Consumo de alimento, g	1245	1213	1238	1437	1372	53.19
Eficiencia alimenticia GP/CA	0.50	0.50	0.44	0.41	0.37	0.05
Cenizas en hueso % <sup>1,2/</sup>	54.2	59.7	58.2	54.2	54.5	2.80
Calcio en hueso % <sup>2/</sup>	32.6	33.0	33.3	33.3	31.3	1.63

a) No se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p>0.05$ ) en las variables estudiadas.

**CUADRO 6. GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL Y EFICIENCIA ALIMENTICIA DE BORREGOS ALIMENTADOS CON DIETAS CON FONDAJES, DURANTE LOS CINCO PERIODOS EXPERIMENTALES (105 DIAS).**

	TRATAMIENTOS					EEM
	1	2	3	4	5	
Ganancia de Peso, kg.	10.6	13.9	14.2	11.5	18.15	1.2767
Consumo de alimento kg	154.6	147.7	150.3	157.4	159.2	1.9862
Eficiencia alimenticia GP/CA	0.068	0.094	0.094	0.097	0.11	0.0436

No se detectaron diferencias estadísticas ( $p>0.05$ ) en las variables estudiadas.

( $p\leq 0.05$ ) debidas al nivel de fondajes; sin embargo, acético y láctico señalan diferencias estadísticas debido al tiempo de fermentación y solo láctico mostró diferencias ( $p<0.01$ ) debidas a la interacción de esos efectos. El contenido de etanol mostró diferencias significativas ( $p<0.01$ ) debidas al nivel de fondajes adicionados, tiempo de fermentación y su interacción.

Los análisis de pH y de humedad por arrastre con tolueno, señalaron diferencias estadísticas debidas al nivel de fondajes y al tiempo de fermentación ( $p\leq 0.01$ ).

El análisis de los microensilajes, aparentemente muestra un incremento en la calidad nutritiva de la mezcla bagazo-fondajes a medida que avanza la fermentación y responde favorablemente a la adición de mayores niveles de fondajes. La

digestibilidad *in vitro* de la materia seca mejoró a medida que se adicionaron los fondajes.

## DISCUSION

Los resultados obtenidos en la prueba con pollos muestran que el calcio de los fondajes es tan disponible como el proporcionado por el  $\text{CaCO}_3$  de la dieta testigo; lo que concuerda con lo observado por otros autores (14, 15, 16) e indica que, probablemente los fondajes tienen un bajo valor de energía metabolizable y de proteína; sin embargo, la disponibilidad del calcio para el pollo en crecimiento es buena (14, 15, 16). En el estudio con borregos, desafortunadamente no se usó otra medida de la disponibilidad del calcio de los fondajes, que la ganancia de peso y la

**CUADRO 7. PROTEINA CRUDA, FIBRA DETERGENTE NEUTRO, CONTENIDO CELULAR, FIBRA DETERGENTE ACIDO, HEMICELULOSA, CELULOSA, LIGNINA Y SILICE DE MICROENSILAJES DE BAGAZO DE CAÑA-FONDAJES DURANTE 30 DIAS DE FERMENTACION. CONSTITUYENTE % BS 1/**

TRATAMIENTOS	PC	FDN	CC	FDA	HEM	CEL	LIG	Si
EFECTOS PRINCIPALES <sup>2/</sup>								
NIVEL FONDAJES %								
10	12.05	83.49	16.51	69.20	14.29	46.55	23.63	2.61
20	13.71	84.54	15.46	65.30	19.23	43.28	23.36	3.33
30	13.77	78.15	21.85	63.20	19.96	41.03	21.82	2.93
40	12.36	72.15	27.71	57.17	14.98	39.18	19.77	2.80
50	11.71	70.02	29.31	52.50	17.46	33.94	17.29	2.38
DIAS DE FERMENTACION								
0	10.70	83.93	16.07	63.16	20.77	41.06	23.84	2.25
5	14.00	76.80	23.06	63.58	13.22	44.25	24.83	2.29
10	14.39	76.45	23.55	64.48	11.97	40.43	23.64	2.99
15	12.11	77.36	21.97	61.31	16.05	39.68	19.77	3.07
30	12.41	73.81	26.18	54.90	18.91	38.57	13.80	3.45
EEM	2.93	2.95	3.14	3.39	5.77	2.69	2.44	0.51

ANDEVA

G L

PROBABILIDADES

Tratamientos	24	NS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Nivel fondajes	4	NS	0.01	0.01	0.01	NS	0.01	0.01	0.01
Días Ferment.	4	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fondajes X día	16	NS	0.05	0.05	0.05	0.01	0.05	0.05	0.01

1/ PC. Proteína cruda; FDN, Fibra Detergente Neutro; CC. Contenido Celular; FDA, Fibra Detergente Acido; HEM. Hemicelulosa; CEL. Celulosa; LIG, Lignina; Si. Sílice.

2/ Promedio de tres repeticiones

eficiencia alimenticia y estas variables no son indicadores muy sensibles de disponibilidad de calcio (7, 17, 18, 20). Los resultados obtenidos en ganancia de peso no revelaron diferencias entre tratamientos debido, tal vez, a que la adición de fondajes se hizo esencialmente a costa del rastrojo de maíz de la dieta.

La adición de fondajes a ensilajes de bagazo y melaza de caña mejoran las condiciones de fermentación, aunque posiblemente las levaduras remanentes, utilizadas para la fermentación de la melaza retrasan la fermentación láctica. Además que el alcohol residual de los fondajes, que permanece en

los ensilajes, podría disminuir el consumo por los animales, ya que el etanol es un depresor del apetito (22).

El incremento observado en la DIVMS, la reducción del contenido de paredes celulares (FDN) y complejo lignocelulósico (FDA) a medida que se aumentó el nivel de fondajes podría indicar un efecto hidrolizante de los fondajes. Efecto debido, quizá, a su acidez y a su alta salinidad (Cuadro 1). Se ha demostrado que el bagazo hidrolizado tiene una mayor digestibilidad *in vivo* en novillos (21). El nivel de ácido láctico parece adecuado para este tipo de ensilajes (8, 9). El contenido de etanol mostró las diferencias

CUADRO 8 DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA, ACIDOS ACETICO, PROPIONICO, BUTIRICO, LACTICO, ETANOL, pH, HUMEDAD POR ARRASTRE CON TOLUENO Y MATERIA SECA DE MICROENSILAJES DE BAGAZO DE CAÑA-FONDAJES DURANTE 30 DIAS DE FERMENTACION.

CONSTITUYENTE % 1/

TRATAMIENTOS	DIV	AC	PRO	BUT	LAC	EOH	pH	HUM	MS
EFECTOS PRINCIPALES <sup>2/</sup>									
NIVEL FONDAJES %									
10	24.51	0.36	0.07	0.003	0.55	0.17	4.91	66.2	33.8
20	31.92	0.32	0.04	0.005	0.58	0.11	4.72	69.6	30.4
30	33.41	0.44	0.06	0.005	0.59	0.32	4.49	71.7	28.3
40	31.61	0.44	0.06	0.005	0.51	0.36	4.30	72.9	27.1
50	35.73	0.23	0.03	0.008	0.74	0.49	3.88	73.6	26.4
DIAS DE FERMENTACION									
0	35.34	0.08	0.02	0.001	0.34	0.03	5.85	71.5	28.5
5	30.20	0.41	0.04	0.002	0.47	0.28	4.37	72.2	27.8
10	30.27	0.31	0.04	0.012	0.63	0.34	4.03	72.4	27.6
15	32.02	0.25	0.08	0.005	0.59	0.37	4.15	69.2	30.8
30	29.35	0.74	0.09	0.008	0.95	0.43	3.91	68.7	31.3
EEM	3.06	0.38	0.09	0.014	0.29	0.19	0.42	3.44	3.64

ANDEVA

GL

PROBABILIDADES

Tratamientos	24	0.01	0.05	NS	NS	0.01	0.01	0.01	0.01	NS
Nivel de fondajes	4	0.01	NS	NS	NS	NS	0.01	0.01	0.01	0.01
Días de ferment.	4	0.01	0.01	NS	NS	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fondajes X días	16	0.01	NS	NS	NS	0.05	0.05	NS	NS	NS

1/ DIV, Digestibilidad in vitro ;AC, Acido acético; PRO, Acido propiónico; BUT, Acido butírico; LAC, Acido láctico; EOH, Etanol; HUM, Humedad y MS, Materia Seca.

2/ Promedio de tres repeticiones.

esperadas, ya que los fondajes contienen alcohol residual (Cuadro 1). El pH mostró valores ligeramente altos para ensilajes de buena calidad (8), en los ensilajes con 40 y 50 % de fondajes el pH fue el adecuado.

El contenido de la materia seca de los ensilajes con 40 y 50% de fondajes fue adecuado (8), los resultados obtenidos muestran que es posible ensilar bagazo de caña adicionado con fondajes hasta el 50%. Los fondajes además de proporcionar proteína cruda a los ensilajes, incrementan el contenido de calcio de la ración. El agua adicionada con los fondajes mejora las

condiciones de fermentación durante el ensilaje, lo cual puede aumentar la gustosidad de éstos.

Resumiendo los resultados obtenidos en los tres trabajos, puede concluirse que los fondajes son una buena fuente de calcio para la alimentación de pollos y borregos. Como aditivo en ensilajes de bagazo y melaza de caña parece ser de utilidad al mejorar las condiciones de fermentación. La utilización de los fondajes en las zonas aledañas a los ingenios azucareros evitaría que sean llevados a las corrientes de agua, contaminando así el ambiente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la participación del personal de la fábrica de alcohol del Ingenio Emiliano Zapata en Zacatepec, Morelos. Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero de CONACYT (PUT/AI/NAL/85/3138).

## UTILIZATION OF THE SEMISOLID RESIDUES FROM SUGARCANE MOLASSES FERMENTATION TANKS FOR ANIMAL FEEDING.

### SUMMARY

In the molasses fermentation tanks to obtain ethanol, remain semisolid residues (Fondajes) which are discarded to water streams. Three experiments to study the nutritive value of fondajes were conducted. In the first one 80 one week-old chicks (Hubbard) were randomly divided into five groups. Calcium from calcium carbonate of a control diet was substituted by calcium from fondajes at 25, 50, 75 and 100 % levels. Total weight gain (WG), feed intake (FI) and feed efficiency (FE), tibial ash and tibial calcium content were the studied variables. At three weeks, there were no differences between treatments ( $p>0.05$ ).

In experiment two, 10 Rambouillet-Southsuffolk ewes, average weight 25.2 kg, were randomly distributed to five treatments, two animals per corral. The experimental design used was a latin square 5X5, with 5 periods and 5 treatments. Calcium of a control diet (corn grain -corn stover) was substituted by calcium from fondajes to levels of 0, 25, 50, 75 and 100 % . Periods of 21 days with 7 days for diet adaptation were evaluated. The studied variables were WG, FI and FE. Results at 105 days, did not show significant ( $p>0.05$ ) for any of the treatments.

In the third experiment mixtures of sugarcane bagasse and sugarcane molasses were added with fondajes. The mixtures were ensiled in 2 liter glass bottles using a completely randomized design in a 5X5 factorial arrangement with five levels of fondajes (10, 20, 30, 40, 50 %) and five levels of fermentation (0, 5, 10, 15 and 30 days).

Chemical analysis at 30 days of fermentation did not show differences ( $p>0.05$ ) in crude protein, hemicellulose, volatile fatty acids, and lactic acid due to fondajes level. Neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, lignin, silica, IVDM, ethanol, pH and moisture, showed statistical differences ( $p<0.05$ ) due to fondajes level, fermentation time and their interaction. Apparently, fondajes are good source of calcium for animal feeding.

**KEY WORDS:** Sugar cane molasses, Fondajes, Ethanol, Sugarcane byproducts. Animal Feeding (broiler, sheep).

### REFERENCIAS

1. Preston T R. Sugarcane by products as livestock feed in Recent advances in Animal Nutrition in Australia. DJ Farrel and Pran Vohra (eds) University of New England, Armidale, Australia. 1983, 150-166.
2. Reta R. Aguilar A, Ojeda T J C. Empleo de subproductos de la Industria azucarera en la alimentación de bovinos en

- Córdoba, Ver. IMPA Centro Nacional de Investigaciones Azucareras Córdoba, Ver. 1989, 15.
3. Rojas S W, Reategui J, Vargas J, Olvera L, Carrasco F, Lotizabal L. -Resúmenes de trabajo 1ª Reunión Internacional sobre la utilización de la caña de azúcar en la alimentación animal. CONACYT-INIP, Gobierno Edo. de Veracruz 7 al 9 de junio de 1976, 25.
4. IMPA-GEPLACEA/PNUD; Subdirección de Investigación Tecnológica del Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar (IMPA) México y Grupo de países Latinoamericanos y del Caribe exportadores de azúcar (GEPLACEA) Octubre, 1988; 2.
5. Azúcar S.A. de C.V. Resultados operacionales de campo y fábrica, Informe Final, agosto 1990; 25.
6. Thompson D J. What are feed phosphates?. International Minerals & Chemical Corporation, Technical Services Department Livertyville, 1972; 1-20.
7. Thompson D J. Biological Availability of macroelements in Latin America. Symposium on mineral nutrition research with grassing ruminants. Proceedings held in Belo Horizonte, Brasil march 22-26 1976 Univ. of Florida Gainesville, 1978; 127-
8. Mc Donald P. The Biochemistry of Silage. John Wiley and sons, Chichester, 1981; 226.
9. Woolford M K. The Silage Fermentation. Marcel Dekker Inc. New York, 1984; 350.
10. Tejada de H I. Control de calidad y Análisis de Alimentos para Animales. Sistema de Educación Continua en producción Animal, A.C., 1992; 397.
11. Steel R G, Torrie J H. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ª Ed. México. Mc Graw-Hill, 1986; 622
12. NRC Nutrient Requirements of Sheep. 6th Revised Edition. National Academy Press, Washington, D. C. USA, 1985; 99.
13. Minson D J, McLeod. The *in vitro* technique its modification for estimating digestibility of large numbers of Tropical pasture samples. Division of Tropical Pastures. Technical paper No.8. Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia, 1972; 25.
14. Muir F V, Harris P C, Genny R W. The comparative value of five calcium sources for laying hens. Poult. Sci., 1989; 55:1046.
15. Roush W R, Mylet M, Rosenberg J L and Derr J. Investigation of calcium and available phosphorus requirements for laying hens by response surface methodology. Poult. Sci. 1986; 65:964.
16. Vandepopuliere J M, Wallon H V and Cotterill O J. Nutritional evaluation of eggshell meal. Poult. Sci. 1975; 54:131.
17. Allen L H. Calcium bioavailability and absorption. Review. Am. J. Clin. Nutr. 1982; 35:783.
18. Linser J R. Guidelines for evaluation of mineral. Proc. 38th Annual Florida Nutr. Conference. The Challenge of Life. St Petersburg Beach Florida, 1982; 111-119.
19. Preston T R, Leng R A. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics. Penambul Books Armidale, Australia, 1978; 245.
20. Whittemore C T, Thomson A, Atherthon D. The determination by four methods of the availability and utilization of calcium and phosphorus in rats given diets containing different amounts of the elements. Br. J. Nutr. 1973; 30:425.
21. Zedillo L E, Arriaga G, Baitazar E, Aguilar A. Resultados de un proyecto de investigación a nivel planta piloto para la producción de bagazo para la alimentación animal. IMPA-GEPLACEA/PNUD, 1989; 5.
22. Shimada A S. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México AC. México, 1983; 375.