

ENSILADO DE RESIDUOS DE MANGO (*Mangifera indica* L.) PARA LA ALIMENTACION ANIMAL. CARACTERISTICAS FERMENTATIVAS

O. Guzmán¹, C. Lemus¹, J. Bugarín¹, J. Bonilla¹ y J. Ly²

¹ Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura "Amado Nervo". Tepic, Nayarit, México
email: otoniel11@hotmail.com , drclemus@yahoo.com.mx

² Instituto de Investigaciones Porcinas, Gaveta Postal No. 1. Punta Brava, La Habana, Cuba
email: jly@iip.co.cu

RESUMEN

Se evaluaron factores que pueden intervenir en cambios de las características fermentativas de ensilados de residuos de mango. Se uso un esquema factorial 2 x 6 x 6 para estudiar la influencia de la época de cosecha, junio y agosto, los tiempos de conservación, 0, 7, 14, 21, 42 y 84 días, así como seis tipos de ensilado, tres preparados con frutas maduras desechadas para el consumo humano, y tres hechos con residuo industrial de mangos, fundamentalmente compuestos por cáscara y semilla. En todos los ensilados estuvieron incluidos rastrojo de maíz (10 y 20%) con la adición o no de melaza de caña de azúcar y urea.

Se halló influencia significativa ($P<0.05$) para las interacciones época x aditivo, época x días de conservación, aditivos x días de conservación y época x aditivo x días de conservación, como en la acidez total y el contenido de AGCC. En la concentración de amoníaco solamente se encontró efecto significativo ($P<0.05$) en la interacción época x aditivo. En general los ensilados parecieron estabilizarse en los valores de pH y acidez total entre 14 y 21 días. Los ensilados preparados en agosto mostraron mejores indicadores fermentativos que los de junio, y los preparados con urea, una mayor concentración de amoníaco.

Se sugiere que es posible usar ensilados hechos con mangos maduros de desecho o con residuos industriales de esta fruta con vistas a la alimentación animal, con un contenido de rastrojo de maíz entre 10 y 20%, a los que se debe añadir urea y melaza de caña de azúcar entre 2 y 3% en base fresca. Se considera necesario hacer estudios para incluir aditivos que consigan valores de pH por debajo de 4.2 en aquellos casos en que se añade urea a los silos. Estos ensilados deben ser evaluados en pruebas de comportamiento con animales.

Palabras claves: ensilado, desechos de mango, características fermentativas

Título corto: Residuos de mango ensilados

ENSILED MANGO (*Mangifera indica* L.) RESIDUES FOR ANIMAL FEEDING. FERMENTATIVE CHARACTERISTICS

SUMMARY

Several factors which may be involved in changes of fermentative characteristics of ensiled mango residues were evaluated. A 2 x 6 x 6 factorial arrangement was used to study the influence of harvesting season, June and August, time of conservation, 0, 7, 14, 21, 42 and 84 days, as well as six different types of silage, three prepared with ripe fruits discarded for human consumption, and three made with the industrial residue of mangoes, mainly composed of peels and seeds. All silage contained maize stover (10 and 20%) with the addition or not of sugar cane molasses and urea.

There were significant ($P<0.05$) differences for season x additive, season x days of conservation, additive x days of conservation and season x additive x days of conservation interactions, either in pH of samples or in total acidity and SCFA content. Ammonia concentration was only affected by a significant ($P<0.05$) season x additive interaction. Overall, silages appeared as stable materials between 14 and 21 days from the point of view of pH and total acidity. Ensiling in August showed to account for better fermentative parameters as compared to those prepared in June. Silages containing urea had a higher concentration of ammonia.

It is suggested that it is possible to use silage prepared with either discarded ripe mangoes or industrial residues for animal feeding, otherwise containing 10 or 20% maize stover to what urea and sugar cane molasses must be added at levels of 2 and 3%, fresh basis. It is considered that studies should be carried out to add materials which determine pH values lower than 4.2 if urea is included in the silage. These silages must be evaluated in performance trials with animals.

Key words: silage, mango residues, fermentation, chemical composition

Short title: Ensilado mango residues

INTRODUCCION

En los últimos años, el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) ha experimentado un incremento en la producción mexicana de esta fruta. México ocupa el cuarto lugar de la producción mundial de mangos y el primer lugar en exportación. La región Pacífico-Centro, integrada por los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, es una de las más importantes en la producción y exportación de este fruto, donde se cultivan 49 000 ha, contando con 48 empacadoras, y la variedad cultivada predominante es la Tommy Atkins. En esta zona de México se producen anualmente unas 485 000 t, y el 71 % es exportado (SIAP 2008). Esto ha permitido el establecimiento de empresas industrializadoras de esta fruta, las cuales generan volúmenes importantes de desechos o residuos anualmente que lejos de aprovecharse en la alimentación de animales rumiantes, representan una fuente de contaminación. Debido a la estacionalidad de producción de esta fruta tropical, y por consiguiente la de los desechos generados en su industrialización, surge la necesidad de aprovecharlos en forma ensilada.

Una alternativa viable que ha demostrado preservar desechos agroindustriales similares, es la técnica de ensilado, con la cual se ha logrado conservar desechos de la industria cítrica (Llano et al. 2008) y de la piña (Herrera et al. 2009), entre otras frutas. Existen antecedentes dentro de México en la utilización de residuos de mango (Scotillo 1984; Aguilera et al 1997; Guzmán et al 2010a,b), así como en otros países (Vincent 2003; Filho et al 2006, 2010; Sá et al 2007; Vieira et al. 2008; Rego et al 2010) en cuanto a la utilización de residuos generados en el procesamiento del mango, así como también frutas maduras desechadas las cuales no tiene un valor para la alimentación humana pero sí para la animal.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características fermentativas de seis ensilados a base de residuo agroindustrial y fruta de desecho de mango con la adición de dos niveles de rastrojo de maíz sin grano, melaza de caña de azúcar y urea agrícola.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en las instalaciones de la Unidad Académica de Agricultura, de la Universidad. Otros detalles sobre la localización de la Unidad se informaron anteriormente (Guzmán et al 2010). El clima en este sitio es semicálido o subtropical húmedo, de acuerdo con la clasificación de Köppen. El régimen pluviométrico es mayor que 1 300 mm anuales, y el mes de máxima precipitación es el de julio, con 370-280 mm, mientras que el de menor incidencia es mayo, con 30 mm. La temperatura media anual varía de 20 a 29°C. Los meses más cálidos están entre junio y setiembre, con una temperatura media de 23-24°C, mientras que los más fríos (16-17°C) corresponden a diciembre y enero (García 1983). Tepic se encuentra a aproximadamente 1 000 msnm.

Se evaluaron factores que pueden intervenir en cambios de las características fermentativas de ensilados de residuos de mango. Se usó un esquema factorial 2 x 6 x 6 para estudiar la influencia de la época de cosecha, junio y agosto, los tiempos de conservación, 0, 7, 14, 21, 42 y 84 días, así como seis tipos de ensilado, tres preparados con frutas maduras desechadas para el consumo humano, y tres hechos con residuo industrial de mangos, fundamentalmente compuestos por cáscara y semilla. En todos los ensilados estuvieron incluidos rastrojo de maíz (10 y 20%) con la adición o no de melaza de caña de azúcar y urea. La composición de los ensilados siguió en lo fundamental las sugerencias hechas por Aguilera et al. (1997).

Tres de los microsilos se prepararon con mangos maduros de desecho, sin uso en alimentación humana, y que no cumplían con las exigencias que establecen las empresas para su industrialización. Los otros tres microsilos fueron hechos con el residuo industrial de mangos, compuesto principalmente por cáscara y semilla, de una planta local procesadora de frutas tropicales. En ambos casos la variedad cultivada usada fue la de Tommy Atkins. Como aditivos fue utilizado rastrojo de maíz sin grano de procedencia local, al igual que la melaza de caña de azúcar y urea agrícola. En la tabla 1 se listan los detalles de los silos confeccionados.

Tabla 1. Características de los materiales en el momento de cerrar los microsilos (día 0 de ensilado)

	Fruta entera, %			Residuo industrial, %		
	75	80	85	75	80	85
Composición, % en base fresca						
Fruta entera	75	80	85	-	-	-
Residuo	-	-	-	75	80	85
Rastrojo de maíz	20	20	10	20	20	10
Urea	2	-	2	2	-	2
Melaza	3	-	3	3	-	3
Análisis, % en base seca						
MS	40.4	40.3	34.5	42.7	37.1	43.2
FDN	55.9	63.8	52.5	58.1	65.4	53.5
FDA	33.1	39.0	30.3	31.3	34.3	30.7
Hemicelulosa	22.2	24.7	22.2	26.7	31.1	22.7
Celulosa	23.8	27.2	22.1	22.6	25.2	21.5
Lignina	9.3	11.7	8.2	8.6	9.0	9.2
Nx6.25	12.7	5.1	15.0	9.1	4.3	11.9
pH	5.17	4.86	4.72	5.97	5.28	5.31

La preparación de los microsilos fue realizada durante la cosecha nayarita de 2009. Los detalles de la preparación de los ensilados fue detallada en otro trabajo (Guzmán et al 2010b). Brevemente, tanto el residuo industrial de mangos como las frutas desechadas fueron molidos con un molino mixto provisto de cuchillas y martillo, con la finalidad de obtener muestras más homogéneas y facilitar el proceso de ensilado. De igual manera fue hecho el picado del rastrojo de maíz, a través de una criba de 2.5 cm, para obtener un tamaño de partícula con las mismas dimensiones. Los microsilos se prepararon de forma manual a escala de laboratorio, con cuatro repeticiones por cada tiempo de conservación en los seis tratamientos. El material a ensilar se introdujo en bolsas de polietileno, a razón de 5 kg en cada una, se compactaron para después cerrarlos herméticamente con la ayuda de una bomba de vacío, para garantizar su conservación. Los microsilos se almacenaron bajo techo en donde se registró diariamente la temperatura ambiental en dos horarios: 9:00 am y 3:00 pm.

El contenido de humedad (100 – MS) en los ensilados se determinó por gravimetría (AOAC 1990). Para las determinaciones químicas de pH (potencial de hidrógeno), AT (acidez total), NH₃ (amoníaco) y AGCC (ácidos grasos de cadena corta) totales se preparó un extracto acuoso, mediante suspensión y mezcla del material ensilado con agua, en la proporción 1:4 en peso (Domínguez y Ly 1978). Al material ensilado se le analizó el pH y AT mediante un electrodo de vidrio y por valoración con NaOH 0.01N (Domínguez y Ly 1978), respectivamente. El contenido de NH₃ y AGCC se determinó siguiendo la metodología de Phimmasan et al (2004). Todas las determinaciones fueron hechas por duplicado.

Las medias fueron contrastadas por la técnica del análisis de varianza de acuerdo con las recomendaciones de Steel et al (1997) y en los casos en donde se encontraron diferencias significativas (P<0.05), estas medias se compararon por la dócima de rango múltiple de Tukey. El paquete estadístico (SAS 2003) para computadoras fue empleado en todos los análisis a ejecutar.

RESULTADOS

Generalidades

Durante el proceso de almacenamiento, la temperatura ambiental promedio durante el transcurso del experimento fue de 27.5 y 38.5°C a las 9:00 a.m. y 3:00 p.m. respectivamente. En el momento de la apertura de los microsilos, nunca se notó la presencia de alcohol ni síntoma alguno de putrefacción. Todos los microsilos tenían un olor agradable y en ningún caso fue necesario retirar la capa superficial por la presencia de hongos.

Índices fermentativos

En la tabla 2 se presenta las interacciones encontradas para los índices fermentativos.

Se halló influencia significativa (P<0.05) para las interacciones época x aditivo, época x días de conservación, aditivos x días de conservación y época x aditivos x días de conservación

tanto el pH de las muestras, como la acidez total y el contenido de AGCC. Igualmente ocurrió con la humedad (100 – MS). En la concentración de amoníaco solamente se encontró efecto significativo (P<0.05) en la interacción época x aditivo. Otros detalles relativos al efecto de las interacciones en los índices fermentativos fueron expuestos por Guzmán (2010).

Tabla 2. Interacciones en índices fermentativos de productos de mangos ensilados

Interacciones	MS	pH	AT	NH ₃	AGCC
Época x aditivo	*	*	*	*	*
Época x días ¹	*	*	*	NS	*
Aditivo x días	*	*	*	NS	*
Época x aditivo x días	*	*	*	NS	*

¹ Tiempo de conservación de los microsilos

* P<0.05

Efecto de época

Los valores de las medias para las características fermentativas de los ensilados, considerando la temporada de cosecha, se muestran en la tabla 3. Sólo se hallaron diferencias significativas (P<0.05) para la concentración de MS y amoníaco en los microsilos, que fueron superiores en junio con respecto a agosto.

Tabla 3. Índices fermentativos en ensilados de mangos nayaritas. Efecto de época

	Junio	Agosto	EE ±
n	72	72	-
Humedad, %	66.85	70.77	0.75*
pH	4.55	4.24	0.07*
Índices/100 g material fresco			
Acidez total, mequiv NaOH	26.75	24.77	1.61
NH ₃ , mmol	1.32	0.74	0.18*
AGCC, mmol	21.20	20.27	1.73

* P<0.05

Efecto del tiempo de conservación

En la tabla 4 se listan los datos correspondiente a la variación de los índices fermentativos de acuerdo con el tiempo de conservación. El contenido de humedad varió muy poco, entre 65.4 y 70.1%. Aparentemente, entre 0 y 7 días, el valor del pH de los microsilos fue significativamente diferente (P<0.05) del de los otros tiempos de conservación, pero de ahí en adelante, se notó poca variación en este indicador.

La acidez total pareció alcanzar un máximo a los 14 días de conservación, y la concentración de AGCC lo hizo a los 21 días. Hubo efecto significativo (P>0.05) en la concentración de NH₃ por efecto de tiempo de conservación, pero siempre la magnitud del nivel de este metabolito fue bajo

Tabla 4. Índices fermentativos en ensilados de mangos nayaritas. Efecto del tiempo de Conservación

	Días de ensilado						EE±
	0	7	14	21	42	84	
n	24	24	24	24	24	24	-
Humedad, %	65.40 ^a	69.50 ^b	69.46 ^b	70.19 ^b	69.07 ^b	69.23 ^b	3.71*
pH	4.89 ^a	4.43 ^b	4.31 ^{bc}	4.29 ^b	4.23 ^b	4.21 ^b	0.25*
Índices/100 g MS							
Acidez total, meqv NaOH	18.12 ^c	23.23 ^b	29.61 ^a	28.70 ^a	28.42 ^a	29.47 ^a	0.44*
NH ₃ , mg	0.72 ^b	0.69 ^b	0.94 ^{ab}	1.19 ^{ab}	1.18 ^{ab}	1.44 ^a	0.57*
AGCC, mmol	13.53 ^e	16.91 ^{de}	18.78 ^{cd}	23.61 ^b	22.56 ^{bc}	29.02 ^a	4.67*

*P<0.05

^{abc} Medias en la misma fila sin letra en común difieren significativamente (P<0.05) entre sí

Efecto de aditivos

El efecto de tratamiento con aditivos sobre los índices fermentativos se presenta en la tabla 5. Hubo diferencias significativas (P<0.05) en el contenido de humedad de los ensilados, y en general, los ensilados hechos con residuo industrial de mango tuvieron un menor contenido de humedad, en contraste con los que se confeccionaron con frutas enteras.

Se observó que tanto en la fruta entera como en el residuo industrial, la concentración de AGCC y el pH fueron más altos (P<0.05) cuando estos productos eran el 75% de la mezcla en comparación con los otros tratamientos en los que los mismos estaban a 80 y 85%.

Los tratamientos sin aditivos de melaza y urea mostraron un valor mínimo y máximo (P<0.05) para la concentración de NH₃ y la acidez total de las muestras, en ese mismo orden.

Tabla 5. Índices fermentativos en ensilados de mangos nayaritas. Efecto del tipo de aditivo

	Fruta entera, %			Residuo industrial, %			EE±
	75	80 ¹	85	75	80 ¹	85	
n	24	24	24	24	24	24	-
Humedad, %	67.94 ^b	72.97 ^c	73.38 ^c	65.59 ^a	67.02 ^{ab}	66.95 ^{ab}	0.18*
pH	4.45 ^{bc}	4.06 ^d	4.14 ^{cd}	4.92 ^a	4.24 ^{bcd}	4.54 ^b	0.44*
Índices/100 g MS							
Acidez total, mequiv NaOH	26.52 ^{ab}	32.65 ^a	25.57 ^{ab}	19.44 ^b	30.46 ^a	22.91 ^b	0.45*
NH ₃ , mg	1.47 ^a	0.08 ^b	1.30 ^a	1.88 ^a	0.07 ^b	1.36 ^a	0.51*
AGCC, mmol	23.77 ^{ab}	20.34 ^{ab}	16.12 ^c	24.36 ^a	20.10 ^{ab}	19.72 ^{bc}	1.87*

¹ No contienen urea y melaza de caña. Para detalles, ver tabla 1

* P<0.05

^{abc} Medias sin letra en común en la misma fila difieren significativamente (P<0.05) entre sí

DISCUSION

Interacciones entre efectos principales

Es complicado dar una interpretación a los resultados de este experimento debido a la complejidad de las interacciones encontradas (Guzmán 2010), que por otra parte, son generalmente observadas en estudios de residuos convencionales de plantas procesadoras de alimentos, como Serena y Bach Knudsen (2007), quienes hallaron un efecto importante de época en el contenido de cenizas, y en consecuencia, de materia orgánica, en distintos coproductos de la industria alimentaria. Serena y Bach Knudsen (2007) han sugerido que cambios en el proceso tecnológico pueden ser la causa de las diferencias encontradas en los residuos o coproductos alimentarios. Igualmente, en un estudio más específico de índices fermentativos en ensilados de mango

con niveles variables de distintos aditivos fibrosos, Filho et al (2010) informaron que existieron interacciones significativas para el contenido de MS, FDN, FDA y lignina cuando determinaron la composición química en muestras de 70 días de conservación. En lo que sigue, se discuten los efectos principales correspondientes a las medidas evaluadas en la presente investigación.

Efecto de temporada

Merece destacarse que aparentemente los ensilados preparados en agosto mostraron una mejor calidad que los de junio, al menos desde el punto de vista fermentativo, sobre todo por presentar menores valores de pH y de amoníaco. A este respecto, McDonald et al (1991) han sugerido que los ensilados de buena calidad deben tener un pH por debajo de

4.2, como los hallados aquí fundamentalmente en agosto. Los valores de pH por encima de 4.2 pudieran estar indicando un proceso fermentativo sin predominio de bacterias lácticas, que son fundamentales para la acidificación efectiva del medio. Sin embargo, a juzgar por los bajos contenidos de amoníaco en los ensilados, muy por debajo del 12% del total del N, es permitido suponer que en ningún caso ocurrió una degradación notable de los compuestos nitrogenados por bacterias del género *Clostridium* (Jonsson 1989). Un contenido de nitrógeno amoniacal por encima del 12% del total es síntoma inequívoco de una menor calidad de los silos (McDonald et al 1991). Es posible que en estos resultados hubiera cierto grado de influencia de la urea añadida a la mezcla, que contribuiría a elevar el pH, sobre todo en los momentos iniciales del proceso fermentativo, a los tiempos de 0 y 7 días. Aguilera et al (1997) informaron que en ensilados de mangos similares a los confeccionados en este experimento mostraron valores de pH más altos, entre 5.0 y 4.9 cuando la urea estaba incluida en la fórmula, en comparación con el caso en que estaba ausente, con cifras de entre 4.9 y 4.4. Esto estuvo evidentemente asociado con dos hechos, la capacidad amortiguadora de la urea y la concentración de amoníaco generado por esta misma urea, que fué aproximadamente ocho veces superior en el ensilado que contenía urea con respecto al ensilado sin urea.

Se ha sugerido que los ensilados tropicales pueden tener un pH más alto que los de un clima templado (Cathpoole y Hentzel 1971), entre 4.2 y 5.0 de acuerdo con McDonald (1981). De acuerdo con este criterio, se han informado ensilados tropicales con pH por encima de 4.2 (Sujatha.Panditharadne et al 1986; Rojas-Bourrillon et al 1998).

Los factores que pudieran estar relacionados con estas diferencias no están claros. Los cambios en las características fermentativas, y también químicas (Guzmán et al 2010b) de los ensilados de ambas épocas de cosecha, es posible que estuvieran influidos por la naturaleza de las frutas utilizadas, que mostraron ciertas diferencias según se cosecharan en junio o en agosto (Guzmán et al 2010a). La temperatura ambiental pudiera ser un factor que podría haber modificado el proceso fermentativo (McCullough 1975; McDonald et al 1991), pero aún así, en la presente investigación no hubo evidencia de cambios notables en la temperatura ambiental entre días aunque sí la hubo en el ciclo diario (vide supra). Se sabe que existen factores de manejo agronómico que pueden verse reflejado en el rendimiento y características de las frutas (Yeshitela et al 2005; Quijada et al 2009), lo que no fue objeto de la presente investigación. Igualmente pudieran existir factores inherentes a cambios en el proceso de extracción de la parte de interés económico en las frutas (Serena y Bach Knudsen 2007).

De hecho, en la actualidad no se cuenta con antecedentes útiles en el caso de la variedad de fruta examinada. Esto puede ser atribuible al período relativamente corto de la duración de la estacionalidad de esta fruta, la cual se circunscribe a tres meses, que va del mes de junio al de agosto en Nayarit. En la Florida, lugar de origen de la variedad cultivada examinada, se ha referido que junio y julio son los meses de maduración de los mangos Tommy Atkins, aunque en algunas temporadas ello puede ocurrir en agosto (Campbell 1973; Campbell y Campbell 1993). Este período de tiempo es similar al indicado en el sur de Sinaloa, al norte de Nayarit, por

Guzmán-Estrada (1997) o en el mismo Nayarit (Pérez et al 2006, 2009).

Efecto de tiempo de conservación

Es importante destacar que en general todos los ensilados se estabilizaron a partir de los 14 y 21 días de su conservación, en sus índices fermentativos. Es interesante señalar que el pH cayó al principio para parecer estabilizarse a los 14 días, pero la concentración de amoníaco junto con la de AGCC se fue elevando paulatinamente hasta el final del tiempo de ensilado evaluado. Un comportamiento parecido fue observado anteriormente por Aguilera et al (1997) en los ensilados de mangos hechos en México. En este sentido, Rego et al (2010) hallaron que aún con valores de pH oscilando en un rango apropiado, el amoníaco fue alto, más allá del 12% del N total. Whittenbury et al (1967) asociaron esta rápida caída inicial del pH de los ensilados con el no incremento en la concentración de N amoniacal y de ácido butírico, debido a la inhibición de algún tipo de microflora indeseable.

Efecto de aditivos

Según Bolsen et al (1996), el objetivo fundamental de los aditivos que se incluyen en la preparación de los silos, es poseer una alta concentración de carbohidratos fermentables, baja capacidad amortiguadora, materia seca cercana al 30%, y bacterias lácticas adecuadas. Es interesante señalar, que se han utilizado residuos de mango como aditivo a materiales a ensilar más convencionales, con vistas a alcanzar índices adecuados en los silos (Filho et al 2010; Rego et al 2010), y viceversa, éstos con diferentes aditivos (Filho et al 2006, 2010). A éste último tipo de ensilados han sido los preparados en estudios mexicanos (Scotillo 1984; Aguilera et al 1997; este experimento).

En este trabajo, junto con el rastrojo de maíz, se añadió conjuntamente urea agrícola y melaza de caña de azúcar. Se supone que la melaza en el momento de ensilar debiera producirse más ácido láctico, por el suministro adicional de carbohidratos rápidamente fermentables (McDonald et al 1991). Como resultado final, debiera ser evidente una caída en el pH de los silos. Sin embargo, esto no fue evidente en este experimento. Es probable que la acción de la urea añadida junto con la melaza fuera más influyente que ese último aditivo.

Se sugiere que es posible usar ensilados hechos con mangos maduros de desecho o con residuos industriales de esta fruta con vistas a la alimentación animal, con un contenido de rastrojo de maíz entre 10 y 20%, a los que se debe añadir urea y melaza de caña de azúcar entre 2 y 3% en base fresca. Se considera necesario hacer estudios para incluir aditivos que consigan valores de pH por debajo de 4.2 en aquellos casos en que se añada urea a los silos. Estos ensilados deben ser evaluados en pruebas de comportamiento

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Mexifrutas, de la ciudad de Tepic, Nayarit, por las facilidades brindadas para el acopio de los residuos industriales de mangos utilizados en la presente investigación. Igualmente se agradece la asistencia técnica del personal del Laboratorio de Nutrición Animal, de la Unidad Académica de Agricultura, en Xalisco Esta investigación

recibió apoyo financiero a través del proyecto 2006-COI-66170 FOMIX/COCYTEN/CONACYT.

REFERENCIAS

Aguilera, A., Pérez-Gil, F., Grande, D., de la Cruz, I. y Juárez, J. 1997. Digestibility and fermentative characteristics of mango, lemon and corn stover silages with or without addition of molasses and urea. *Small Ruminant Research*, 26:87-91

AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Agricultural Chemists (15th edition). Washington, District of Columbia, pp 1 298

Serena, A. y Bach Knudsen, K.E. 2007. Chemical and physical characterisation of co-products from the vegetable food and agroindustries. *Animal Feed Science and Technology*, 139:109-124

Bolsen, K.K., Ashbell, G. y Weinberg, Z.G. 1996. Silage fermentation and silage additives: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 9:483-493

Campbell, C.W. 1973. The Tommy Atkins mango. In: *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, p 348-350

Campbell, R.J. y Campbell, C.W. 1993. Commercial Florida mango cultivars. *Acta Horticulturae*, 241:55-59

Catchpoole, V.R. y Hentzel, E.F. 1971. Silage and silage making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts*, 41:215-221

Domínguez, P.L. y Ly, J. 1978. Algunas características fermentativas de cítricos ensilados con distintas proporciones de miel final de caña. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Ganado Porcino*, 1(3):25-38

Filho, C.C.C.C., Filho, J.C.S., Junior, A.P.N., Freitas, R.T.F., Souza, R.M. y Nunes, J.A.R. 2006. Qualidade da silagem de residuo de manga com diferentes aditivos. *Ciencia e Agrotecnia (Lavras)*, 32:1537-1544

Filho, C.C.C.C., Filho, J.C.S., Junior, A.P.N., Souza, R.M.S., Nunes, J.A.R. y Coelho, J.V. 2010. Frações fibrosas da silagem de residuo de manga com aditivos. *Ciencia e Agrotecnia (Lavras)*, 34:751-757

García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Guzmán-Estrada, C. 1997. Fruit drop and yield of five mango cultivars of five mango cultivars in Southern Sinaloa. In: *Proceedings of the 5th International Mango Symposium* (U. Lavi, C. Degani, S. Gazit, E. Lahav y E. Pesis, editores). Tel Aviv, 1:459-464

Guzmán, O. 2010. Estudio de conservación de desechos de mango (*Mangifera indica* L.) para la alimentación de ovinos en el Estado de Nayarit. Tesis MSci. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp

Guzmán, O., Lemus, C., Bugarín, J., Bonilla, A. y Ly, J. 2010a. Composición y características químicas de mangos (*Mangifera*

indica L.) maduros mexicanos de Nayarit destinados a la alimentación animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44:

Guzmán, O., Lemus, C., Martínez, S., Bonilla, J., Plasencia, A. y Ly, J. 2010b. Ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) para la alimentación animal. Características químicas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44:

Herrera, M., Chin-Jones, R. y Bourrillon, A. 2009. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje del rastrojo de piña (*Ananas escomosus*). *Agronomía Costarricense*, 33:1-15

Jonsson, A. 1989. The role of yeast and clostridia in silage deterioration. Swedish University of Agricultural Science, Report No. 42. Uppsala

Llano, D., López, D. y Mora, F. 2008. Potencial del ensilaje de desechos de naranja (*Citrus sinensis*). *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias (La Habana)*, 17(2):41-44

McCullough, M.E. 1975. Nuevas tendencias en ensilaje de forrajes. *Revista Mundial de Zootecnia*, 15:44-49

McDonald, P. 1981. *The Biochemistry of Silage* (primera edición). John Wiley and Sons Limited. New York, pp 226

McDonald, P., Henderson, A.R. y Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage* (segunda edición). Marlow:Chalcombe, pp 340

Pérez, M.H., Vázquez, V. y Osuna, J.A. 2009. Floral bud development of "Tommy Atkins" mango under tropical condition in Nayarit, Mexico. In: *Proceedings of the VIII International Mango Symposium* (S.A. Oosthuysen, editor). Sun City, South Africa 1:

Pérez, M.H., Vázquez, V. y Salazar, S. 2006. Defoliación de brotes apicales y su efecto en la diferenciación floral del mango "Tommy Atkins". *Revista de Fitotecnia de México*, 29:313-319

Phimmasan, H., Pok, S. y Ly, J. 2004. A note on the estimation of metabolites in hard faeces of rabbits. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(1):38-42

Quijada, O., Herrero, B., González, R., Casanova, A. y Camacho, R. 2009. Influencia de la poda y de la aplicación de nitrato potásico y tiosulfato potásico sobre el mango en Maracaibo, Venezuela. II. Producción e índices de eficiencia productiva. *Agronomía Tropical*, 59:289-296

Rego, M.M.T., Neiva, J.N.M., Rego, A.C., Cândido, M.J.D., Carneiro, M.S.S. y Lobo, R.N.B. 2010. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages containing a mango by-product. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:81-87

Rojas-Bourrillon, A., Ugalde, H. y Aguirre, D. 1998. Efecto de la adición de fruto de pejíbaye (*Bactris gasipaes*) sobre las características nutricionales del ensilaje de pasto gigante (*Pennisetum purpureum*). *Agronomía Costarricense*, 22:145-151

Sá, C., Neiva, J., Goncalves, J., Cavalcante, M. & Lobo, R. 2007. Composição bromatológica e características

fermentativas de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) con niveles crescentes de adicao do subproduto da Manga (*Mangifera indica* L.). *Revista de Ciencia Agronómica*, 38:199-203

SAS. 2003. User's Guide. SAS (Statistical Analysis System) Institute In Company. Cary (North Carolina)

SIAP. 2008. Producción agrícola 2006. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Producción Agrícola. Versión electrónica disponible in http://www.siap.gob.mx/agricola_siap/ientidad/index.jsp

Scotillo, F.V.G. 1984. Factibilidad, evaluación y digestibilidad in vitro del ensilaje de mango con la adición de rastrojo de maíz. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey

Suhatha-Panditharatne, Allen, V.G., Fontenot, J.P. y Jarasuviya, M.C.N. 1986. Ensiling características of tropical grasses as influenced by stage of growth, additive and chopping length. *Journal of Animal Science*, 63:197-207

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. y Dickey, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. MacGraw-Hill Book Company In Company (third edition). New York, pp 666

Vieira, P., Queiroz, J., Albino, L., Moraes, G., Barbosa, A., Müller, E. y Viana, M. 2008. Efeitos da inclusão de farelo do residuo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 días. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37:2173-2178

Vinent, N. 2003. Estudio de la composición bromatológica del ensilaje de mango en miel. *Agricultura Orgánica (La Habana)*, 1:8-9

Yeshitela, T., Robbert, P.J. y Stassen, P.J. 2005. Effect of pruning on flowering, yields and fruit quality in mango (*Mangifera indica* L.). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45:1325-1330

Whittenbury, R., McDonald, P. y Bryan-Jones, D.J.A. 1967. A short review of some biochemical and microbiological aspects of silage. *Journal Science of Food and Agriculture*, 18:441-444