

56
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPORTAMIENTO DE ENSILAJES A PARTIR DE MANGO
(*M. indica* var. *criolla*), LIMON (*c. aurantifolia*) Y RASTROJO
DE MAIZ CON O SIN LA ADICION DE MELAZA/UREA EN LA
ALIMENTACION DE RUMIANTES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :
Ismael De la Cruz Conde

Asesores:
IBI Araceli Aguilera Barreyro
MVZ Fernando Perez-Gil Romo

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

	<u>página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	4
MATERIAL Y METODOS	38
RESULTADOS	41
DISCUSION	45
CONCLUSION	50
LITERATURA CITADA	51
CUADROS Y GRAFICAS DE RESULTADOS	59

RESUMEN

DE LA CRUZ CONDE ISMAEL. Comportamiento de ensilajes a partir de mango, (Manguifera indica, var. criolla), limón (Citrus aurantifolia) y rastrojo de maíz con o sin la adición de melaza/urea en la alimentación de rumiantes. (bajo la dirección de Araceli Aguilera Barreyro y Fernando Perez-Gil Romo).

Se elaboraron microsilos utilizando como ingredientes principales mango(m), limón(l) y rastrojo de maíz(rm), con o sin melaza-urea, para determinar su digestibilidad y su cinética fermentativa. Estos se hicieron por duplicado bajo condiciones anaeróbicas. Antes de iniciado el proceso de ensilaje se realizó la caracterización de las mezclas de los ingredientes al tiempo 0. Se probaron 4 tratamientos: 1)80% (m) + 20% (rm); 2)60% (m) + 20% (l) + 20% (rm); 3)76.5% (m) + 19% (rm) + 2% melaza + 2.5% urea; y 4)57.5% (m) + 19% (l) + 19% (rm) + 2% melaza + 2.5% urea. Los microsilos se abrieron a los 15,30 y 45 días y se les evaluó su digestibilidad in vitro, desaparición in situ de la MS y cinética fermentativa, tomando como testigo el tiempo 0. El contenido de humedad proteína cruda y amoníaco permanecieron constantes; se observó un aumento ($P<0.05$) de paredes celulares con respecto al testigo. La desaparición in situ de la MS en ovinos disminuyó ($P<0.05$) a los 15, 30 y 45 días con respecto al testigo, permaneciendo constante a los 15 días. Con la inclusión de limón la tasa de desaparición de MS fue menor con respecto al tiempo de fermentación. La digestibilidad in vitro de la materia seca para

los 4 tratamientos no presentó diferencias ($P < 0.05$) en los tiempos de fermentación. El pH tuvo un descenso ($P < 0.05$) en los tratamientos 1 y 2 en los diferentes tiempos, estabilizándose a los 30 días, mientras que el 3 y 4 permanecieron constantes, la adición de limón promovió aún más la caída del pH. Sólo se detectó la producción de ácido láctico y acético, siendo mayor la de lactato, estabilizándose ambos a los 30 días. En los tratamientos incluyendo melaza-urea el acetato disminuyó, y el lactato se incrementó. El limón provocó la caída de la tasa de producción de acetato. En conclusión, la adición de limón y/o de melaza-urea, en forma general, mejora la calidad del ensilaje. La calificación de Fleig de los ensilajes indica que todos se comportaron en forma idónea. El tiempo óptimo de fermentación fue de 30 días.

INTRODUCCION

El hombre es un ser biológico, el cual para sobrevivir depende en forma irremediable de las plantas y de los animales para obtener el sustento diario que le permite contar con la energía necesaria para realizar sus actividades, en virtud de que su constitución biológica le impide sintetizar su alimento directamente de los elementos del suelo y de los gases de la atmósfera⁽³⁾.

Desde su aparición sobre la tierra, los métodos utilizados por los pobladores primitivos para obtener sus alimentos, fueron la recolección y la caza. Cuando se descubrió la agricultura como actividad productiva y con ella la domesticación de los animales, ésta tuvo la virtud de transformar a las tribus nómadas en sedentarias⁽³⁾.

El ténue balance entre el número de pobladores y los alimentos disponibles, frecuentemente se rompía por el irremediable crecimiento de las comunidades; además esto era drásticamente acentuado por los desastres naturales⁽³⁾.

Las cifras preliminares del censo efectuado en México en 1980 señala que el país cuenta con 68 millones de habitantes y que la proyección del incremento demográfico, fundamentado en una tasa ligeramente menor al 2.9% anual, posiblemente llevará a una población de 104 millones de habitantes para el año 2000⁽³⁾.

Este es el panorama humano que permite contemplar en toda su magnitud e importancia, el papel, la participación y la responsabilidad de los investigadores en la materia y de sus aportaciones para sostener un desarrollo agropecuario creciente⁽³⁾.

De acuerdo con el Censo Agrícola efectuado en 1970, el 53.3% del territorio nacional está conformado por pastos naturales, lo que ha favorecido el desarrollo de una ganadería extensiva que hasta la década de los años 50s generaba el grueso de la producción pecuaria⁽³⁾.

A partir de la década 1960-70, la producción de carne, leche y huevo se ha desarrollado a través de la producción intensiva, semi-intensiva y extensiva según las características de cada región y la disponibilidad de forrajes y granos⁽³⁾.

La producción de carne de bovino presenta diversos grados de desarrollo, debido tanto a factores ecológicos como de mercado. En la zona norte del país, dada la insuficiencia de forrajes, la mayor parte de la ganadería se explota en forma extensiva y se exporta en pie. En la zona centro se practica cada vez más una ganadería intensiva basada en corrales de engorda y establos lecheros. En la zona tropical del sureste y las huastecas, se desarrolla sobre todo la ganadería de doble propósito en forma extensiva⁽³⁾.

La ganadería lechera es una actividad donde se manifiestan profundas contradicciones. Frente a una demanda insatisfecha, se le ha sujetado a un régimen de precios controlados aun cuando sus principales insumos se rigen por el mercado libre⁽³⁾.

El reto más grande mundialmente es la producción de alimentos necesarios para la nutrición humana, reto que ha existido desde tiempo atrás y que, sin embargo, se agrava día a día; un renglón muy importante al respecto, lo constituyen la producción de alimentos de origen animal⁽³⁾.

El elevado costo de los cereales y otras materias primas que se utilizan en la elaboración de alimentos concentrados para uso animal ha repercutido sobre los costos de producción de carne, leche y huevo, los cuales han aumentado considerablemente, por lo que se ha tratado de buscar nuevas y más económicas fuentes de alimentos para el ganado con el objeto de abaratar los costos de producción y aumentar la disponibilidad de estos últimos hacia estratos sociales de escasos recursos económicos⁽³⁾.

Hasta el momento los sistemas de producción animal han estado basados en el uso de alimentos que pueden ser consumidos por el hombre, estableciéndose una competencia entre el ser humano y los animales por los productos alimenticios, y debido a una gama de factores tanto sociales como económicos, el ganadero afronta problemas en la alimentación del ganado. Esto impone la necesidad de buscar alternativas de producción de alimentos y tiende a establecer programas de alimentación basados en la utilización de subproductos agrícolas y agroindustriales y de otro tipo de alimentos que comúnmente no se utilizan y los cuales no compiten con la alimentación humana⁽³⁾.

Una de éstas alternativas podría ser el uso del mango, limón, el rastrojo de maíz y melaza.

DESCRIPCION DE LOS INGREDIENTES.

Mango.

El mango (*Manguifera indica*, var. criolla) se cultiva en 26 de las 32 entidades federativas de la República Mexicana y la mayoría son de tipo criollo o corriente. Esta variedad, es de frutos muy aromáticos pero su pulpa es escasa y fibrosa, lo que hace que su valor comercial sea muy bajo; estos son consumidos en su totalidad en los lugares de producción^(22,39).

El mango es un cultivo que en 1985 alcanzó un 7% de la producción frutícola nacional con una producción anual promedio de casi 827 mil toneladas (Cuadro 1). Las entidades productoras de mango en orden de importancia son Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Nayarit, Chiapas, Michoacán y Jalisco⁽²⁴⁾ (mapa 1).

CUADRO 1
COMPORTAMIENTO DEL MANGO POR ESTADO

ESTADO	SUPERFICIE COSECHADA (Ha)	PRODUCCION (Tons)	RENDIMIENTO (Ton/Ha)
Oaxaca	10,252	150,778	14.71
Veracruz	18,163	145,525	8.01
Guerrero	8,960	108,291	12.09
Michoacán	6,314	53,162	8.42
Nayarit	6,307	65,339	10.36
Chiapas	5,331	55,926	10.49
Jalisco	3,444	27,022	7.8
TOTAL	53,771	506,043	

FUENTE: Tercer Informe de Gobierno 1985
Sector Agropecuario y Forestal.

El consumo per cápita de mango ha mejorado desde el año de 1975 a 1985, puesto que el consumo durante 1975 fue de 6.8kg por persona, siendo el de 1985 de 10.3Kg (Cuadro 2)^(20,24).

Las variedades cosechadas en México con fines de exportación provienen del grupo Mulgoba, Haden, Kent, Keit y Tommy Atkins. Estas, debido a sus características de sabor, color, pulpa resistente sin fibra y con amplia duración, tienen una reconocida aceptación en el mercado internacional (20,22).

CUADRO 2

PRODUCCION, CONSUMO Y EXPORTACION DE MANGO EN MEXICO
1975-1985

CONCEPTO	UNIDADES	1975	1979	1980	1983	1984	1985
Producción	(1)	389	561	638	685	682	827
Cons. percapita	(1)	6.8	8.4	9.2	9.2	8.4	10.3
Consumo Final	(1)	382	547	623	651	645	814
Exportación	(1)	7	14	15	34	37	13
Superf. Cosechada	(2)	40	60	64	69	69	77

1984/ cifras preliminares. 1) miles de toneladas

1985/ cifras estimadas 2) miles de hectáreas

FUENTE: Tercer Informe de Gobierno 1985
Sector Agropecuario y Forestal.

Según datos estadísticos, el área cosechada de mango en el país en los últimos nueve años fluctuó entre 40 a 72 mil hectáreas. El ritmo de crecimiento anual promedio es de 6.8% en cuanto a nuevas áreas de cultivo. Para 1985 según cálculos el área cosechada de mango fue de aproximadamente unas 77 mil hectáreas (Cuadro 2) con una producción promedio de 685 mil toneladas (20,24).

La temporada de cosecha puede cambiar cada año, debido a las condiciones climáticas presentes. La época de cosecha del mango abarca de abril a septiembre de cada año. En este período es cuando se obtiene alrededor del 80% de la producción, el 20% restante es fundamentalmente criolla y se obtiene a partir de enero de cada año. Resumiendo, se puede establecer que la disponibilidad de mango abarca del mes de enero al mes de septiembre^(20,23).

Es de particular interés señalar que pese a que el mango goza de una preferencia notablemente mayor a los demás productos frutícolas, un elevado porcentaje de la producción nacional de mango criollo no es siquiera comercializado a un costo bajo, si no que por el contrario, es desperdiciado aún en los propios huertos por encontrarse saturado el mercado y no poder obtener un precio que cubra cuando menos los costos de corte, recolección y transporte, ya que el precio del mango se determina con base a cuatro factores muy importantes:

- 1) oferta y demanda
- 2) estacionalidad y calidad
- 3) la estructura de los costos de producción y
- 4) comercialización^(23,24,38).

Como se observa en el cuadro 3, el mango contiene una alta cantidad de hidratos de carbono; característica importante para considerarlo un excelente ingrediente para ensilar, aunque es bajo en proteína y alto en humedad.

CUADRO 3

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL MANGO

Fracciones	Pulpa de Mango	Mango Integral
Humedad %	81.7	0
Energia kcal/g	66	242.142
Proteína %	0.7	2.528
Grasa %	0.4	1.44
Hid. Carbono. %	16.8	61.55
Calcio mg/100g	10.0	36.140
Fósforo mg/100g	13	48.18

FUENTE: The Mango: A hand book. 1967
 Indian Council of Agricultural Research
 New Delhi, India.

Limón.

El limón mexicano (Citrus aurantifolia) que por sus características botánicas es una lima ácida, pertenece a la familia de las Rutáceas y al género Citrus⁽⁹³⁾.

La producción nacional de limón mexicano durante el período de 1970-79 alcanzó un promedio anual de 432,730 toneladas, registrando durante el lapso un crecimiento con altibajos interanuales que caracterizaron una producción estática, solamente alterada durante los años 1971 y 1979 en los cuales la oferta se incrementó sensiblemente por efecto de la ampliación de la superficie cosechada (Cuadro 4).

CUADRO 4

PRODUCCION NACIONAL DEL LIMON (1970-1979)

AÑO	SUPERF. COSECHADA (Has)	RENDIMIENTO MEDIO (Ton/Ha)	PRODUCCION (Ton)
1970	22,698	9.28	210,714
1971	48,286	10.23	494,439
1972	48,304	9.33	450,990
1973	48,122	9.44	454,536
1974	47,781	9.16	438,673
1975	47,733	9.21	439,650
1976	45,246	9.41	425,895
1977	49,680	8.93	444,114
1978	47,059	89.73	411,254
1979	52,300	10.65	557,035

FUENTE: CONAFRUT. Subdirección Comercial, con datos de la D.G.E.A., S.A.R.H.
1979/ Datos preliminares.

El Limón Mexicano es uno de los cítricos que mayor relevancia ha alcanzado en las últimas dos décadas debido fundamentalmente al constante incremento de la demanda internacional, tanto de la fruta de mesa como de los derivados industriales, situación que le permitió ocupar el 2º lugar en el sector exportador de la fruticultura durante 1980. Los Anuarios de Comercio Exterior de la Secretaría de Comercio y las estadísticas de la Dirección General de Aduanas de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público registran globalmente la exportación del Limón Mexicano y Limón Persian, y se estima que el 80 % corresponde a Limón Mexicano⁽²¹⁾.

Durante el período 1970-1979 la exportación de limón fruta registró una tendencia creciente, pasando de 847.4 a 9,726.0 toneladas⁽²¹⁾.

Durante los últimos años el consumo de limón en estado fresco ha sido mayor de las 150,000 toneladas considerando un consumo per cápita entre los 3.2 y 3.6 kg. Por su parte, la industria insume alrededor de 100,000 toneladas anuales en promedio y 20,000 toneladas se pierden por mal manejo de las cosechas en el campo y en las operaciones de mercado y la industria. Consecuentemente, la producción nacional arroja un excedente mayor de las 100,000 toneladas anuales^(77,78).

El limón es producido por los estados de Colima, Michoacán, Guerrero y Tamaulipas; los cuales contienen el 80% del total de árboles plantados, cuya aportación durante 1978 fue de 43.94, 19.00 y 10.09% respectivamente; reportando conjuntamente el 73.03% de la producción nacional. Otras entidades importantes en la producción de limón mexicano son Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Jalisco, contribuyendo a la oferta nacional de 1978 con el 16.13 % (mapa 2)^(21,77).

Las constantes ampliaciones y creaciones de huertas, sin una planeación basada en el conocimiento de las condiciones y perspectivas del mercado, han motivado que en la actualidad se tenga un problema de sobreproducción de tipo temporal o estacional.

Se afirma que es un problema de caracter estacional por que se presenta con particular intensidad en la temporada de fuerte producción, ya que como se sabe, aunque el limón se produce durante todo el año, se distinguen dos épocas de cosechas bien definidas, una de abundancia (mayo a septiembre) y otra de escasez (octubre-abril). Esto provoca variaciones en la oferta y por lo tanto fuertes fluctuaciones en los precios, en perjuicio de los mismos productores⁽²¹⁾.

Al igual que el mango, el limón posee un alto contenido de humedad, bajo en proteína y su alto contenido en hidratos de carbono, una característica muy importante para la elaboración de un ensilaje⁽⁷²⁾ (Cuadro 5).

CUADRO 5

ANALISIS QUIMICO DEL LIMON MEXICANO
(100g de pulpa)

Componentes	Unidades
Kilocalorias	30
Proteina	1.0g
Extracto Etéreo	0.2g
Hidratos de Carbono	9.2g
Calcio	55.0mg
Fósforo	23.0mg
Hierro	1.48mg
Tiamina	0.06mg
Riboflavina	0.03mg
Niacina	0.2 mg
Vitamina. C	42.0 mg

FUENTE: CONAFRUT(20)

Rastrojo de maíz.

El cultivo del maíz (Zea mays) en México es considerado como el de mayor importancia, debido a su producción total y por su amplia distribución en las distintas zonas del país. Para el hombre se destina el grano maduro o tierno; mientras que para los animales se utilizan los residuos formados por los tallos y las hojas secas (rastrajo), también se emplea como alimento pecuario la planta completa en forma ensilada^(8,32).

El rastrojo es el esquilmo agrícola más abundante en México, con una producción anual de 27'869,066 toneladas de materia seca del cual sólo se aprovecha el 23%. Sin embargo, su valor alimenticio es pobre (Calderón et al., 1975, citado por Arriola, et al., 1981), utilizándose más bien como ingrediente de lastre, y en la mayoría de las situaciones de mantenimiento⁽⁸⁾ (Cuadro 6).

Los esquilmos agrícolas han sido empleados tradicionalmente en la alimentación de los animales, y estos representan un recurso de magnitud importante para ser transformado en leche y carne; además de ser una fuente económica de energía para los rumiantes, presentan características que han llevado a utilizarlo ampliamente como material para ensilar⁽³⁸⁾. Sin embargo, una de las limitantes del ensilaje de maíz es su escaso contenido en proteínas⁽³⁷⁾.

El empleo de la planta de maíz como forraje ensilado, ha sido cuestionado por Shimada, et al. (1984), encontrando que la mazorca aporta suficiente almidón para asegurar una buena fermentación láctica. Además encontró que con diferentes fuentes de nitrógeno adicionado a ensilaje de cañuela de maíz (melaza + urea ó Hidróxido de sodio + urea), el valor nutricional se mejora; el ensilaje al que se le adicionó hidróxido de sodio más urea es comparable con el ensilaje de maíz completo en vaquillas Holstein⁽³²⁾ o en ovejas⁽⁹⁴⁾.

CUADRO 6

COMPOSICION QUIMICA DEL RASTROJO DE MAIZ (B.S.)

Nutrimento	(%)
Materia Seca	90.21
Proteína Cruda	3.76
Extracto Etéreo	1.08
Cenizas	7.89
Paredes Celulares	70.80
Contenido Celular	29.40
Fibra Detergente Acida	43.48
Hemicelulosa	27.18
Celulosa	33.40
Lignina	8.80
Silíce	3.40

FUENTE: Aguilera, B. A. (1988).

Melaza.

La melaza o miel final, empleada en la alimentación del ganado, es un subproducto del proceso de fabricación de azúcar. Se define como el efluente final obtenido en la preparación de azúcar por repetidas cristalizaciones. Se presenta como un líquido viscoso, de color pardo oscuro y de olor agradable. Su composición varía según las variedades y madurez de la caña, las condiciones climatológicas y agrícolas, la eficiencia de la molienda, la naturaleza del proceso utilizado para su clasificación y a otros factores⁽⁷⁰⁾.

Se caracteriza desde el punto de vista nutricional sobre todo por su riqueza en hidratos de carbono aproximadamente de 50 a 60 % (85° Brix); 2-5% de proteína, de la cual se aprovecha solamente la tercera parte⁽⁶⁹⁾ (Cuadro 7).

CUADRO 7

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA MELAZA

Componente	g/100g(base seca)
Humedad	17-25
Sacarosa	30-40
Sustancias reductoras y otros hidratos de carbono	10-25
Proteína Cruda	2.5-4.5

FUENTE: Spencer-Meade: Manual del azúcar de caña. Ed. Montaner y Simón, S.A., Barcelona 1967.

En el país existe una producción anual de melaza que asciende a 870,951 toneladas⁽⁹⁾. La utilización y el porcentaje que ocupa en la alimentación animal se explica en el siguiente cuadro (Cuadro 8).

CUADRO 8

PRODUCCION DE MELAZA A 85° BRUX Y UTILIZACION

Toneladas	(%)	Utilización
700,905	80.48	como alimento para el ganado
59,320	6.81	elaboración de bebidas alcohólicas
110,726	12.71	otros
870,951		TOTAL

FUENTE: Luna, A.G. (1986)

Desde hace tiempo se sabe que la inclusión de un pequeño porcentaje de melaza mejora la gustocidad del alimento y que resulta especialmente valioso cuando se incorpora con forrajes bastos de gran volumen^(33,65).

Estudios realizados por Preston et al., 1967 y Elias et al., 1968 indican que la melaza puede contener hasta el 80% de calorías metabolizables para el vacuno de carne en condiciones específicas de alimentación.

La adición de melaza acelera la fermentación láctica con la consecuente baja del pH, evitando así el desarrollo de microorganismos indeseables. Sin embargo, la adición de cualquier cantidad de hidratos de carbono a la fermentación disminuye la utilización de la celulosa a medida que aumenta dicha cantidad, lo que sugiere un nivel específico de melaza para cada tipo de fibra⁽⁷⁰⁾.

En cuanto a la cantidad de melaza, esta puede aumentar la digestibilidad del ensilado, pero ya en la digestibilidad neta de la fibra, no tiene variación apreciable⁽⁷⁰⁾.

Urea.

La urea ($\text{H}_2\text{N.CO.NH}_2$) contiene aproximadamente 46% de nitrógeno, y su equivalente proteínico es de $6.25 \times 46 = 287\%$. Se presenta como un sólido cristalino blanco, que en solución, tiende a cristalizarse a bajas temperaturas. Su uso se basa en la suposición de que las bacterias del rúmen descomponen sin distinción las sustancias nitrogenadas proteínicas y no proteínicas, liberando amoníaco; que después utilizan para sintetizar sus proteínas celulares o como fuente de energía^(2,13,19).

En una revisión presentada por Loosli y McDonald(1969), muestran conclusiones de que el nitrógeno de la urea no se utiliza tan eficientemente como la proteína vegetal para la síntesis de tejido corporal.

Cervera et al.,(1985), han estudiado el efecto que produce la urea al ensilar pulpa de naranja, ellos encontraron que la adición de urea retrasa la fermentación ligeramente e incrementa la producción de gases, pero no afecta la estabilidad ni la calidad del ensilaje.

La urea se puede suplementar agregándola al momento de ensilar o bien ofreciéndola sobre el ensilaje en el comedero; sin embargo, se ha observado que la adición de urea al momento de ensilar, además de incrementar la cantidad de nitrógeno, es transformada parcialmente en proteína verdadera durante el proceso de fermentación en el silo⁽³⁷⁾.

En un estudio realizado por González Padilla y Merino(1974), encontraron que al adicionar urea sólo no produce ganancias de peso, mientras que con el tratamiento melaza más urea se favoreció la ganancia de peso; asimismo, se incrementó el consumo de materia seca y la digestibilidad aparente de la materia seca, fibra cruda, proteína cruda y la energía. Además, favoreció la síntesis de proteína microbiana a nivel del silo.

ANTECEDENTES.

El bovino por sus características fundamentales de rumiante, puede convertir algunas materias primas no utilizables por los animales monogástricos en productos útiles a su organismo.

Estos animales consumen con avidéz los frutos que caen al suelo. Pueden consumir bien el mango y el limón en estado fresco; pero debido que son de naturaleza perecedera se tendrían que utilizar en un periodo corto⁽³⁶⁾.

Los rumiantes pueden tolerar hasta un 50% de almendras en el concentrado sin el menor efecto desfavorable⁽³⁶⁾. Reddy y Reddy (1984) utilizaron las hojas del árbol de mango como fuente de forraje y encontraron que las hojas se pueden utilizar en raciones completas hasta en un 30 % sin que se presente un efecto negativo. Kundu, Sahu y Panda(1985), reportaron que los borregos consumen bien las hojas del mango, el consumo promedio diario de materia seca fue de 4.09 kg/100kg de peso corporal. Además concluyeron que las hojas se pueden utilizar como único alimento para mantenimiento por los borregos. Sin embargo, otros autores (APAU, Rajendranagar,1982) no han encontrado resultados favorables debido a la baja gustocidad, la pobre utilización y digestibilidad de los nutrimentos de las hojas, sugiriendo que estas deben ser procesadas para obtener mejores resultados.

En un estudio realizado por Díaz y Coto(1983), determinaron la composición química de semilla de dos variedades de mango (Reyna de México y Gora). Sus resultados indican que es posible el aprovechamiento de estas semillas en la alimentación animal, fundamentalmente en la aves de corral. Chand y Shukla(1973), evaluaron la posibilidad de utilizar las semillas de mango de las variedades comerciales como sustituto de almidón de maíz, en dietas para pollos. Bosé et al.,(1952) encontraron que las semillas pueden sustituir por un 20% al maíz en dietas para pollos de iniciación.

Las semillas de mango poseen aproximadamente un 8% de grasa, cuyas características químicas no limitan que se utilice para la alimentación animal, pues poseen ácidos grasos no saturados como linoléico y linolénico que son ácidos grasos esenciales. Además, el índice de iodo es bajo, lo que le confiere estabilidad a las grasas⁽⁷⁾.

Por otra parte, se han registrado ingestas de limón hasta de 40kg por día sin el menor efecto nocivo⁽³⁶⁾. Los frutos cítricos ejercen a veces efectos favorables en la producción de leche a la que pueden también elevar en su contenido de grasa⁽³⁵⁾.

Cuando a los animales se les suministra productos de citrus frescos hay que atender a los suplementos proteínicos y minerales, ya que los subproductos aportan poca proteína, calcio y fósforo⁽³⁶⁾.

Ammerman, et al., (1963-1966); Kirk, (1952); Peacock y Kirk, (1959), citados por Gohl(1973) han demostrado el valor energético de la pulpa cítrica en el ganado bovino. Los resultados obtenidos por Gohl(1982) indican, sin embargo, que no se debe emplear la pulpa en proporción elevada para vacas lecheras, ya que en ese caso la producción de leche tiende a disminuir. Devendra(1971), citado por Gohl(1973) encontró que cuando se incluían pulpa de citrus en proporción superior al 30% de su ración, disminuía la digestibilidad.

Al igual que el mango, el limón es un producto que fácilmente se descompone, debido a su alto contenido de agua, por lo que se han buscado métodos para conservarlo por más tiempo y así poder aprovechar toda la cosecha que no se envió al mercado.

Se han reportado dos métodos de conservación de mango y limón: el desecado y el ensilaje; el desecado es demasiado caro y difícil, mientras que el ensilaje es económico y sencillo⁽²⁵⁾.

ENSILAJE

Es el método de conservación que resulta más útil, sencillo y económicamente practicable, es el proceso más antiguo de conservar en un silo (hoyo, torre o pila) el forraje fresco u otro producto agrícola en estado verde.

El silo únicamente desempeña tres funciones en el proceso del ensilaje: (55,56)

- 1) Ofrece una superficie sólida que permite la compactación de la masa para eliminar el aire;
- 2) Proteger la masa ensilada contra el aire y el agua durante el período de almacenamiento;
- 3) Y, si así se desea, facilitar la extracción del ensilaje sirviendo de base para el equipo de descarga.

Si el silo satisface los dos primeros requisitos, el costo de su construcción tiene poca importancia. Así pues, un silo de trinchera resulta tan útil como uno vertical proyectado y sumamente automatizado⁽⁵⁶⁾.

El ensilado es el producto que resulta del ensilaje o sea de la fermentación de una cantidad más o menos considerable de forraje o producto a ensilar; amontonadas, comprimidas y puestas al abrigo del aire y del agua^(17,54,56.95).

El proceso del ensilaje está regulado principalmente por la interacción de tres factores: (95)

- 1) las bacterias presentes en el material vegetal
- 2) el aire que queda almacenado en la materia compactada
- 3) la composición del material vegetal

El material ensilado pasa a través de tres fases fundamentales: (95)

- 1) Respiración.
- 2) Fermentación.
- 3) Estabilización.

Respiración.- En esta etapa la presencia del oxígeno que de alguna manera queda atrapado en el material compactado, permite que las células vegetales continúen respirando y por consiguiente la combustión de la materia orgánica, produciéndose:

- a) disminución de los hidratos de carbono presentes.
- b) producción de CO_2 y agua.
- c) disminución del oxígeno presente por las bacterias aerobias y la propia respiración vegetal.

En forma sencilla, la reacción química es la siguiente:



Fermentación.- En esta etapa se presentan cambios químicos por la acción de diferentes microorganismos. A medida que el oxígeno comienza a desaparecer se observa un desarrollo de bacterias anaerobio facultativas, siendo de primera importancia las formadoras de ácido láctico, disminuyendo el pH a un valor menor de 4 (3.5-4), suficiente para prevenir el crecimiento de otras bacterias capaces de producir compuestos indeseables en el ensilaje.

Estabilización.- Si los procesos fueron cuidadosamente bien realizados, en esta fase, un ensilado permanecerá constante; de lo contrario se llevará una fermentación indeseable. En esta fase también hay bacterias (incluso lácticas) que actúan enzimáticamente sobre la fracción proteínica produciendo aminoácidos libres y aminas. Esta actividad se presenta en ensilados tanto de buena como de pobre calidad y su efecto está determinado por el tiempo que tarda en disminuir el pH.

El establecimiento de una microflora láctica y la disminución del pH son de primordial importancia, ya que se ha demostrado que cuando el pH no es menor de 4.0 se puede llevar a cabo una segunda fermentación originada por bacterias del género *Clostridium*⁽⁹⁵⁾.

Un buen ensilaje es aquel en el cual la composición original del material ensilado es mínimamente alterado

Una buena preservación por fermentación depende de la producción de ácido láctico y la estabilidad del ensilaje a un pH bajo; esto depende de una adecuada disponibilidad de hidratos de carbono para producir suficiente fermentación ácida capaz de vencer la propiedad amortiguadora del material ensilado, que está en gran parte determinado por su contenido proteínico y mineral. Consecuentemente, una característica vital del forraje que influencia el curso de la fermentación es la relación de hidratos carbono-proteínas^(56,95).

Muchos de los pastos tropicales no proveen una buena preservación por varias razones; muchos son bajos en el contenido de hidratos de carbono, tienden a ser toscos y no se compactan bien^(56,95).

El contenido de humedad deberá mantenerse arriba del 45%. Uno de los problemas que presenta el ensilado de forrajes con gran contenido de humedad es el efluvio o "escurrimiento" que se produce en el proceso⁽⁹⁵⁾.

Hay muy pocos estudios sobre ensilajes de pulpa de cítricos, autores como Bondi, 1941; Becker, et al., 1946; Gohl, 1973, citados por Cervera, 1985; Yang, et al., (1984); ninguno de ellos siguieron el proceso de evolución del ensilaje y sólo se refirieron al estado final y la disponibilidad del ensilaje. En un estudio hecho por Cervera, et al., (1985), ensilaron pulpa de naranja fresca con o sin la adición de 18g de urea por kg de materia seca de la pulpa; se ensilaron por un período superior a los 90 días en silos de laboratorio. Encontraron que en los primeros 10 días la fermentación fue muy intensa y al final del período en ambos tratamientos se observó una buena preservación del ensilaje.

Por otro lado se han ensilado manzana⁽⁶⁴⁾, piña^(17,43), plátano^(49,50,53), vegetales⁽¹⁰⁾, residuos de fábricas procesadoras de alimentos^(16,19), utilizando desechos de frutas⁽⁹¹⁾, con buenos resultados, encontrando que el ensilaje se lleva con buen éxito si se aseguran las normas ordinarias del ensilaje.

El proceso de ensilado tarda menos de 50 días en completarse y el ganado consume bien el ensilaje⁽⁴⁶⁾. La pulpa de citrus fresca es útil como aditivo de ensilados de gramíneas tropicales que no fermentan con facilidad por sí solas. La adición de un 20% de pulpa de citrus fresca para un ensilaje de gramíneas tropicales reduce el pH y aumenta la fermentación láctica y del ácido acético⁽³⁶⁾.

Datos del International Network of Feed Information Centres, citados por Gohl(1982) informan que los mangos que no estan completamente maduros pueden rebanarse y se ensilan muy bien. El ensilado lo consumen muy bien los cerdos. Al ensilaje de mango se le puede adicionar melaza y urea para mejorar su valor nutritivo y buena aceptacion por los animales⁽⁴⁰⁾.

Gupta, et al.,(1982), ensilaron cáscara de mango y mango fibroso mezclado con 55% de pasto Napier híbrido, 10% de melaza, 1% de urea y 15% de heno. El ensilaje mostró un incremento en la proteína, extracto etéreo, calcio y fósforo. El ensilaje tuvo un olor a frutas y fue aceptado por los animales.

En un experimento realizado en Taiwan⁽⁸⁷⁾, se alimentaron durante 101 días 3 grupos de 30 vacas con ensilaje de rastrojo de maíz y desechos de frutas tropicales (entre ellas mango), los animales obtuvieron durante un periodo de 305 días una producción de 4,500 a 5,000kg de leche con 3.4% de grasa y 3.3% de proteína.

Condiciones y Características de un Ensilaje

El primer objetivo esencial de la preservación de forrajes por

fermentación natural es el de lograr condiciones anaeróbicas⁽⁵⁵⁾. La manera más eficiente sería la de almacenar el forraje en un recipiente herméticamente sellado, y bajo esas condiciones, el oxígeno que queda atrapado se consumirá rápidamente por la acción de las bacterias que inicialmente se encuentran en el forraje fresco, que son principalmente aerobias y por la acción respiratoria del propio material ensilado⁽⁹⁶⁾. En los silos de tipo abierto, la eficiencia para obtener un medio anaerobio dependerá del grado de compactación y la efectividad del sellado. La supervivencia de los microorganismos aerobios depende de la disponibilidad del oxígeno (factor responsable de la máxima degradación y pobre conservación del ensilaje).

El segundo objetivo es el inhibir la actividad de los Clostridios. Estas bacterias se encuentran comúnmente en el forraje cosechado en forma de espora, pero empiezan a multiplicarse tan pronto como las condiciones en el silo sean anaerobias⁽⁵⁸⁾.

Dado que en el proceso del ensilaje no se presenta un sistema amortiguador, microorganismos simples competirán por los sustratos. Si esos microorganismos son productores de ácido láctico, entonces se desarrollará una buena fermentación⁽⁹⁵⁾.

El papel que desempeñan los microorganismos productores de ácido en el proceso de ensilaje ha sido reconocido por Sherman(1916), publicado en su "Contribución a la bacteriología del ensilaje". Otro autor, Hunter(1913), citado por Woolford(1984) remarcó la importancia de las bacterias en investigaciones que llevó a cabo sobre ensilajes de alfalfa.

Se han demostrado 4 grupos de microorganismos principales⁽⁹⁸⁾ en un ensilaje: a) bacterias ácido lácticas, b) formadoras de esporas (Clostridias, Bacillus), c) Coliformes y d) Hongos y Levaduras.

Los microorganismos considerados como fermentadores no lácticos (Clostridias, Pseudomonas, etc.) metabolizan el ácido láctico, pero son inhibidas por un pH bajo y alta presión osmótica (95). El crecimiento de estos microorganismos es indeseable. Ellos producen ácido butírico y degradan los aminoácidos y el ácido láctico a una variedad de productos dando un ensilaje de pobre valor nutritivo. Como resultado se presenta una competencia entre bacterias productoras de ácido láctico y las que lo utilizan; de esto depende el curso de la fermentación y consecuentemente una buena preservación de la materia orgánica y la composición original del material ensilado. Si el oxígeno está presente habrá crecimiento de bacterias y mohos aerobios que promoverán la elevación del pH y consecuentemente una pobre preservación del ensilaje^(95,97,98).

En un ensilaje convencional puede haber dos distintas fases de crecimiento microbiano; la primera por bacterias lácticas, la cual siempre tiene lugar y la otra por clostridias, la cual puede o no presentarse, ya que depende de varios factores, de los cuales los más importantes son el contenido de materia seca y de hidratos de carbono de el forraje⁽⁹⁵⁾.

Los hidratos de carbono solubles representan una importante fuente de energía para los microorganismos responsables de la fermentación en el ensilaje. El destino de los hidratos de carbono depende del tipo, abundancia relativa y la naturaleza fermentativa de los microorganismos involucrados^(97,98).

Los ácidos orgánicos y sus sales son componentes que pueden ejercer una considerable influencia en el proceso de ensilaje. Su comportamiento en la eficiencia está dado por su capacidad amortiguadora. Dunne(1932), citado por Woolford(1984) sugirió que los ácidos orgánicos y sus sales son los constituyentes del forraje con más capacidad amortiguadora.

El papel de los componentes nitrogenados en el proceso de ensilaje ya ha sido investigado por Oshina y Mc Donald(1978). Del total de las sustancias que contienen nitrógeno en el forraje fresco, cerca del 75-90% se encuentra como proteína. El resto consiste en aminoácidos, amidas, glutaminas y asparaginas.

Russell(1908), citado por Wilkins(1981) afirmó que las enzimas de las plantas tienen un papel preponderante en el ensilaje, mientras que los microorganismos sólo contribuyen a deteriorarlo. En contraste, Lamb(1917), citado por Wilkins (1981) sugirió que las enzimas son importantes sólo en las fases iniciales del proceso fermentativo.

Los ácidos orgánicos encontrados en el ensilaje contrastan con los encontrados en el forraje. Los principales ácidos que se encuentran en el forraje son cítrico, málico y acético con pequeñas cantidades de quínico, succínico, oxálico, etc.. Estos ácidos orgánicos pueden ser un factor negativo que influya en el curso de la fermentación y pueden modificar la relación hidratos de carbono-proteínas. Estos tienden a desaparecer en el proceso fermentativo⁽⁹⁵⁾. La proteína puede ser separada del hidrato de carbono, si la fermentación que se desarrolla es de tipo láctica, lo que depende de la rápida reducción del pH con lo que se evita que se presente otro tipo de fermentación⁽⁹⁸⁾. Los microorganismos productores de ácido láctico son más tolerantes a los efectos de la presión osmótica y al pH bajo que los microorganismos que lo utilizan⁽⁹⁵⁾. Los hidratos de carbono como el almidón, pectinas y hemicelulosas pueden permanecer estables en la fermentación láctica, lo que no ocurre cuando las bacterias presentes no son lácticas. Sólo los hidratos de carbono estructurales (celulosa y lignina) son relativamente estables al proceso fermentativo, por lo que se les considera de poca importancia en la fermentación (McDonald, et al., 1966); estos pierden su estabilidad sólo cuando se presentan mohos en el silo. La hemicelulosa puede contribuir en menor grado proporcionando hidratos de carbono solubles debido a la acción de las hemicelulasas⁽⁹⁵⁾.

La degradación proteolítica está representada por la deaminación de aminoácidos con la formación de iso-ácidos y deaminas como la cadaverina y la putresina⁽⁹⁵⁾. Además producen ácido butírico dando un silo de pobre calidad⁽⁵⁸⁾.

El etanol es probablemente el producto neutro más importante cuantitativamente y es característico de ensilajes de forrajes de bajo contenido en proteína⁽⁹⁵⁾.

El proceso fermentativo depende aparte de los hidratos de carbono, de otros componentes del forraje. Observaciones hecha por Woolford(1984), demuestran el papel que tienen las proteínas, aminoácidos y ácidos orgánicos como sustrato para que se lleve a cabo una fermentación ácida.

La acción de las bacterias productoras de ácido láctico sobre los hidratos de carbono solubles, producen ácidos orgánicos, agua, dióxido de carbono y calor. Su principal función es producir ácido láctico, pero también producen acético, propiónico y succínico⁽⁹⁵⁾.

Una buena preservación por fermentación depende de la producción de ácido láctico y la estabilidad del ensilaje a un pH bajo. Esto depende de una adecuada disponibilidad de hidratos de carbono para producir suficiente fermentación ácida capaz de vencer el poder amortiguador del material ensilado. Consecuentemente, una característica vital del forraje que influencia el curso de la fermentación es la relación hidratos de carbono-proteína⁽⁹⁵⁾.

En la ausencia de suficientes hidratos de carbono, una fermentación secundaria puede ocurrir con la descomposición del ácido láctico a butírico⁽⁵⁷⁾, mientras que altas concentraciones promueven el crecimiento de levaduras que fermentan los hidratos de carbono al alcohol, sustancia utilizada ineficazmente por los rumiantes^(33,56,73).

En el análisis del ensilado, estimar su calidad nutritiva presenta ciertos problemas, ya que el producto digestible está asociado con el pobre consumo y la eficiencia animal. Este inconveniente tiene mucho que ver con la calidad, estado y preservación de la proteína y la fracción no protéica^(51,58,97).

El aspecto microbiológico del ensilaje es de poco valor para medir el resultado del proceso, por lo que el análisis químico es uno de los más confiable y significativo indicadores de calidad^(97,98).

Criterios organolépticos son invariablemente usados para juzgar la calidad del ensilaje, estos criterios no requieren del laboratorio, se llevan de una manera práctica. Estos criterios que se emplean son: color del ensilaje, olor y textura. Una clasificación cualitativa con esas bases es subjetiva y susceptible a mala interpretación⁽⁹⁸⁾.

Una valoración química de los principales productos de la fermentación provee de bases confiables para juzgar la calidad de un ensilaje. Flieg(1938 y 1952), desarrolló un esquema sobre el cual los puntos son adjudicados de acuerdo a la cantidad relativa de ácido láctico, acético y butírico en el proceso fermentativo. Aunque este esquema se basó en la determinación de los ácidos por destilación, McCullough (1978) los consideró válidos para otros métodos analíticos (Cuadro 10).

Otros autores han desarrollado esquemas de Análisis Químicos para estimar el valor nutritivo de los ensilajes. Gordon et al.,(1964) compararon el valor in vitro de ensilajes de "Orchard grass" con algunas determinaciones químicas, encontrando que el contenido de materia seca y ácido láctico están positivamente relacionado con el consumo voluntario de vacas lecheras. Estos mismos autores determinaron que el 64% de las variaciones en el consumo de materia seca estaba dado por el porcentaje de materia seca, ácido butírico y láctico en el ensilaje. Breirsm y Ulvesli (1954) propusieron los siguientes valores como medida de buena fermentación durante el ensilaje:

- 1) pH máximo de 4.2
- 2) Ac. láctico 1.5-2.5(g/100g)
- 3) Ac. acético 0.5-0.8(g/100g)
- 4) Ac. butírico menor de 0.1(g/100g)
- 5) Nitrógeno amoniacal en % del nitrógeno total, no mayor de 5.8

Lógicamente se esperaría que con una alta cantidad de bacterias productoras de ácido láctico en un forraje se producirá un ensilaje de buena calidad. Sin embargo; Langston, et al.,(1982) obtuvieron un ensilaje de buena calidad en forrajes que contenían una cuenta relativamente baja de esos microorganismos. Igualmente, al final del ensilaje se esperaría encontrar que la microflora de un buen o pobre ensilaje es dominado por bacterias ácido lácticas y clostridias respectivamente, aunque Hunter(1916), citado por Woolford(1984) no encontró diferencias cualitativas entre ellos.

Nilson(1956) empleó únicamente el contenido de ácido butírico y nitrógeno amoniacal como % del nitrógeno total como indicadores de calidad de ensilaje, clasificándolos en cinco grupos (Cuadro 9).

CUADRO 9

EVALUACION DE UN ENSILADO SEGUN NILSON

CALIDAD	nitrógeno amoniacal como % del N total	% de ác. butírico
Muy buena	<12.5	<0.10
Buena	12.6-15.0	0.11-0.20
Medio	15.1-17.5	0.21-0.30
Malo	17.6-20.0	0.31-0.40
Muy malo	>20.1	>0.40

Como sucede con los otros alimentos, el valor nutritivo del ensilaje dependerá de tres factores: a) la cantidad consumida por unidad de tiempo (consumo voluntario); b) la proporción digestible y c) la eficiencia con que son absorbidos por un animal para mantenimiento y producción.

El consumo voluntario de los forrajes conservados es un factor muy importante. Se ha aceptado que el consumo voluntario de un ensilaje es menor con respecto al del forraje fresco o desecado. Demarquilli(1973), citado por Wilkins(1981), demostró que el consumo de varios ensilajes fue de cerca de una tercera parte menor que el del forraje fresco del cual fueron hechos; mientras que Waldo, et al.,(1966) encontraron una reducción similar con el consumo voluntario del heno.

Resultados reportado por James(1973), citado por Shimada, et al.,(1984), sobre el uso de caña descortezada ensilada, señalan que el consumo voluntario y comportamiento animal fueron reducidos considerablemente en comparación con caña fresca.

DESECADO.

Otro de los métodos de conservación es el de desecado, este método es excelente, pero tiene la desventaja que es difícil y caro (35).

La pulpa desecada de citrus se ha empleado como principal fuente de calorías para el ganado vacuno de carne (47,61,80,82); se ha utilizado hasta en un 45 % en raciones destinadas a terneros (35). También se ha utilizado la semilla de mango(25).

Aunque la pulpa deshidratada ha resultado ser una importante fuente de nutrimentos para el ganado lechero, causa ligera paraqueratosis(75,76). Hay evidencias de estos trastornos cuando se alimentan rumiantes a base de alto nivel de cítricos y bajos en forrajes(7). Rodríguez(1974), encontró que al adicionar forraje fresco no se producía este problema. Santos y Aguilera (1981) encontraron que la pulpa de cítricos deshidratada se puede utilizar hasta en un 46% sustituyendo a la harina de maíz en crias de terneros de corta edad, siempre que se ofrezcan forrajes o heno en niveles superiores al 15% de materia seca.

Estudios realizados en la Florida, EE. UU. (Becker, 1955; Ammerman, et al., 1963 y Ammerman, et al., 1967 citados por Santos y Aguilera, 1981), demostraron que se puede sustituir desde el 40 al 70% del grano de harina de maiz por pulpa de cítricos deshidratada en dietas para toros y novillos sin que se afecte la ganancia de peso, calidad de la canal y la eficiencia de los alimentos; por otro lado, Bhattacharya, et al., (1973) la han utilizado en corderos.

La harina de semillas de citrus o torta oleaginosa, puede compararse favorablemente con muchas otras fuentes de proteínas vegetales. Sin embargo, contiene limonina, elemento tóxico para cerdos y aun más para las aves de corral. Su inclusión al 5% reduce el crecimiento y al 20% puede ocasionar la muerte de los pollitos (35).

OBJETIVOS

Objetivo General. Evaluar el comportamiento de ensilajes a partir de mango, limón y rastrojo de maiz con o sin la adición de melaza-urea en la alimentación de ruminantes.

Objetivo Especifico. Evaluar la digestibilidad in vitro, desaparición in situ de la M.S. y la cinética fermentativa (pH, NH₃, ácido acético, propiónico, butírico y láctico) de los ensilados.

MATERIAL Y METODOS.

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Departamento de Nutrición Animal de la Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán".

Materia Prima. El Mango (Mangifera indica, var. criolla) y el Limón mexicano (Citrus aurantifolia) se recolectaron en el poblado de Las Tunas, Guerrero en una etapa media de maduración; posteriormente en las instalaciones del Instituto, se congelaron para conservarlos y poder utilizarlos en su momento.

El mango y el limón se picaron manualmente con el fin de obtener partículas de aproximadamente 1.5 cm de tamaño; el rastrojo de maíz se molió a través de una malla del No. 20.

Tratamientos. Se elaboraron cuatro tratamientos con base a una humedad del 65 %, con y sin melaza-urea (Cuadro 11). Antes de ensilar, de las mezclas de cada uno de los tratamientos se tomó una muestra testigo para determinar humedad, proteína cruda, pH, paredes celulares y desaparición in situ de la MS.

Los tratamientos se hicieron por duplicado y se ensilaron en frascos de vidrio de boca ancha con capacidad de un lkg. Los microsilos se llenaron y se compactaron con el fin de extraer el aire para proporcionarle un medio anaeróbico; posteriormente se elimino el oxigeno por medio de su combustión, colocando en cada uno uno de los frascos una vela encendida, y asi asegurar la anaerobiósis, luego se sellaron perfectamente colocandose bajo una temperatura controlada de 37°C

CUADRO 11
COMPOSICION DE LOS ENSILAJES EN BASE HUMEDA (%)

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS			
	1	2	3	4
Mango criollo	80	60	76.5	57.5
Limón mexicano	--	20	--	19.0
Rastrojo de Maiz	20	20	19.0	19.0
Urea	--	--	2	2
Melaza	--	--	2.5	2.5

Los microsilos se habrieron a los 15, 30 y 45 días de fermentación para evaluar su digestibilidad y su calidad fermentativa, realizando los siguientes análisis:

- 1) pH por potenciometría (A.O.A.C., 1975)
- 2) Humedad por el método propuesto por la (A.O.A.C., 1975)
- 3) Proteína Cruda por el método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1975)
- 4) Paredes Celulares por el método de Van Soest and Wine (1967).
- 5) Ácidos Grasos Volátiles por cromatografía de gases (Erwin, et al., 1961).
- 6) Ácido Láctico por cromatografía de gases (Erwin, et al 1961).
- 7) Amoníaco por potenciometría (Godeau, 1986).
- 8) Desaparición in situ de Materia Seca por el método de Mehrez y Orskov (1977).
- 9) Digestibilidad in vitro de Materia Seca por el método de Minson y McLeod (1972).

A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de varianza utilizando un diseño completamente aleatorio y para determinar la diferencia entre las medias, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de ($P < 0.05$) (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS.

El mango y el limón son ricos en hidratos de carbono, característica muy importante para considerarlos como ingredientes que pueden producir una buena fermentación, aunque cabe mencionar que son bajos en proteínas y presentan un alto contenido de humedad. En lo que respecta al rastrojo de maíz, éste es bajo en proteína, hidratos de carbono y humedad, pero alto en paredes celulares. En el presente trabajo el rastrojo se utilizó como un material absorbente para lograr una humedad en los ensilados del 65% aproximadamente (CUADRO 12).

Al finalizar los tiempos de fermentación, el aroma que se percibió al abrir los ensilados, fue sugestivo de una buena preservación, ya que no había olor a etanol.

El contenido de humedad en todos los ensilajes no presentó cambios significativos ($P < 0.05$) durante el transcurso de la fermentación (CUADRO 13).

Al parecer durante el proceso de ensilaje, no se presentó una proteólisis, ya que el contenido de proteína cruda y amoníaco permanecieron constantes a los 0, 15, 30 y 45 días, siendo en los tratamientos 3 y 4 significativamente mayores ($P < 0.05$) para todos los tiempos de fermentación con respecto al 1 y 2 (CUADRO 14 y 15).

En lo que se refiere al contenido de paredes celulares (CUADRO 16), éste aumentó significativamente ($P < 0.05$) en todos los ensilados con respecto al testigo, permaneciendo constante a partir de los 15 días en todos los tratamientos..

Todos los ensilados en el tiempo 0 (testigo), no presentaron cambios significativos ($P < 0.05$); sin embargo, a los 15 días los tratamientos 1 y 2 presentaron valores más altos con respecto a los del 3 y 4. Los ensilajes 2 y 3 presentaron valores intermedios, el 1 el valor más alto y el 4 tuvo el más bajo a los 30 días. A los 45 días el 1 fue el más alto, el 2 tuvo valores intermedios y el 3 y 4 los más bajos. El tratamiento 4 obtuvo los valores más bajos de paredes celulares con respecto a los otros ensilados.

La desaparición in situ de la materia seca en ovinos (CUADRO 17) de los ensilados a los 15, 30 y 45 días disminuyó significativamente ($P < 0.05$) con respecto al testigo, encontrando al tiempo 45 el valor más bajo, y estabilizándose a los 15 días. Los tratamientos 1 y 2 en los diferentes tiempos presentaron menor desaparición que el 3 y 4. La mejor desaparición se presentó en el tiempo 0, en los ensilajes 3 y 4. En la gráfica 1, se observa que el tratamiento 4 presenta la menor tasa de desaparición, siendo el mejor de los ensilados; mientras que en el 1 la tasa resultó la más alta, siendo por lo tanto el peor de todos los tratamientos.

En lo que respecta a la digestibilidad in vitro de la materia seca, en todos los tiempo de fermentación, los tratamientos 2 y 3 permanecieron constantes; sin embargo, el ensilado 1 mostró incremento significativo ($P < 0.05$) con respecto al tiempo 0, y el 4 tuvo una tendencia similar, aunque a los 30 días sufrió un decremento significativo ($P < 0.05$) con respecto a los 45 días. Para los tratamiento, en los diferentes tiempos no se presentaron diferencias siginificativas ($P < 0.05$) (CUADRO 18).

Los valores correspondientes al pH se observan en el (CUADRO 19); para los ensilados 1 y 2 se observó un descenso significativo ($P < 0.05$) con respecto al tiempo de fermentación, estabilizándose a los 30 días; por otro lado los tratamientos 3 y 4 permanecieron constantes. Todos los tratamientos fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) al tiempo 0 y 15 días, teniendo el ensilaje 2 el valor más bajo y el 3 el más alto; a los 30 y 45 días, el 2 tuvo el valor más bajo siendo significativamente diferente ($P < 0.05$) a los demás; el 1 y 4 presentaron valores intermedios y el 3 el más alto, siendo significativamente diferente ($P < 0.05$) a los demás.

Durante el proceso fermentativo de los ensilados, solamente hubo producción de ácido acético y láctico. La máxima producción de acetato fue a los 30 días en los ensilajes 1 y 2 estabilizándose a partir de este período; a los 45 días para el 3 y en el 4 la producción fue constante. El contenido de acetato a los 15 días fue igual para los cuatro tratamientos. A los 30 y 45 días los tratamientos 1 y 2 no tuvieron diferencia significativa ($P < 0.05$), el 3 y 4 si fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) entre ellos y con respecto al 1 y 2. El tratamiento 4, obtuvo los valores de concentración más bajo en todos los ensilajes (CUADRO 20 y GRAFICA 2). En la gráfica 2 se observa que el tratamiento 4 obtuvo la menor tasa de producción de acetato, siendo por ello el mejor ensilado, mientras que el 1, obtuvo la mayor tasa de producción.

En cuanto al ácido láctico, la máxima producción fue a los 30 días para los tratamientos 1, 2 y 4, y en el 3 fue constante, aunque posteriormente disminuyó hacia los 45 días. El ensilaje 1 a los 15 días fue el que tuvo el valor significativamente ($P < 0.05$) más bajo, el 3 el más alto, mientras que el 2 y 4 tuvieron valores intermedios no habiendo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ellos. Por otro lado, a los 30 y 45 días los niveles de lactato fueron constante para todos los tratamientos (CUADRO 21). En la gráfica 3 se observa que el ensilaje 1, obtuvo la mejor tasa de producción, el 3 y 4 la mantuvieron constante desde los 15 días y el 2 obtuvo la más baja.

En base al cuadro 22, la calificación de Fleig fue de 100 para todos los tratamientos en todos los tiempos de fermentación (15, 30 y 45 días).

CONCLUSION

Es factible ensilar el mango y limón mezclado con un forraje rico en materia seca. La adición de melaza-urea en los tratamientos 3 y 4 mejoró la proporción de proteína cruda, el incremento en fibra detergente neutro fue menos drástica, la disminución en la desaparición in situ de la materia seca fue más severa, la producción de acetato disminuyó y la de lactato se incrementó principalmente a los 15 días.

La inclusión de limón a los ensilados provocó disminución en el pH, en la tasa de desaparición de materia seca y en la producción del acetato.

La calificación de Fleig de los ensilados nos indica que todos se comportaron en forma idónea.

El tiempo de ensilaje más adecuado es a los 30 días, ya que en ese período se mantienen estables la fermentación y la digestibilidad.

DISCUSION.

Al preparar los ingredientes utilizados en la elaboración de los microsilos, se consideró obtener una humedad de aproximadamente 65%, ya que de ello depende de manera importante el curso que pueda originarse en el proceso de la fermentación, concordando esto con lo reportado por De Alba(1983), Van Soest(1982), Narang and Bolwani (1974), O'Donovan et al.,(1975). La humedad de los ensilados en el presente trabajo no sufrió cambios significativos, permaneciendo dentro del rango estimado para un buen ensilaje (De alba 1983; Van soest 1982; O'Donovan 1975; McCullough 1977; Okely, et al.,(1987).

El contenido proteínico se mantuvo constante para los cuatro tratamientos durante la fermentación, esto difiere de lo reportado por Gupta, et al.,(1982) en un ensilaje de mango en el que observó un ligero incremento en la proteína. Por otro lado, como era de esperarse, la adición de urea incrementó el contenido proteínico (tratamiento 3 y 4). Resultados similares fueron observados por Cervera, et al.,(1982) en un ensilaje de naranja y urea y Satapathy, et al.,(1972) con piña y urea. Con respecto a la concentración de amoníaco, este permaneció constante al igual que la proteína durante los periodos de fermentación; la adición de urea incrementó la concentración de amoníaco, lo que concuerda con lo obtenido por Singh y Pandita(1984); Cervera, et al.,(1985).

La utilización de la fibra detergente neutro en el proceso fermentativo fue baja, lo que concuerda con lo informado por Van Soest(1982) y De Alba(1983), viéndose favorecida por la presencia de la melaza y la urea, ya que aportaron hidratos de carbono fácilmente utilizables observándose este proceso en los tratamientos 3 y 4 en donde se tuvieron los mejores valores . Estos resultados demuestran ser mejores a los obtenidos por Cervantes, et al.,(1978) en un ensilaje de bagazo de piña. Paturau(1982), reportó que cualquier cantidad de hidratos de carbono adicionada a la fermentación disminuye la utilización de la celulosa.

La desaparición in situ de la materia seca se vió influenciada negativamente por el proceso fermentativo, debido a que los productos derivados del ensilaje no son completamente utilizados por la flora ruminal (Van Soest 1982) y porque durante el proceso fermentativo se utilizan los hidratos de carbono solubles. A partir de los 15 días, la tasa de desaparición se estabilizó, ya que en este periodo se presentó la mayor utilización de los hidratos de carbono solubles. El tratamiento 4 que contenía melaza y urea, observó la mejor tasa de desaparición, siendo la siguiente la tratamiento 2.

La digestibilidad in vitro de la materia seca de los ensilados fue buena, comparado con lo informado por Sotillo(1984) en un ensilaje de mango integral molido solo y con rastrojo de maiz. En los tratamientos 2 y 3 no se observó diferencia debido a que sus desviaciones fueron muy grandes. La adición de melaza y urea mejoró la digestibilidad, esto concuerda con lo reportado por Paturau(1982). Algunos investigadores han encontrado mejores digestibilidades, Cervantes, et al.,(1978) en un ensilaje de piña; Sauter, et al.,(1985) en un ensilaje de papa más paja de cebada y Kellems, et al.,(1979) en un ensilaje de piña más soya. Para los tratamientos 1 y 2 que no contenían melaza y urea, el pH descendió estabilizándose a los 30 días; mientras que en el 3 y 4 que si contenían melaza y urea, permaneció constante. Cabe mencionar que en los ensilajes sin urea, el pH se mantuvo dentro del rango recomendado para un buen ensilaje (De Alba 1983; McCullough 1977; Van Soest 1982); no así con los que contenían urea, que influyó en la fermentación provocando una elevación del pH, lo cual concuerda con lo observado por Singh y Pandita(1984); López, et al.,(1971); Narang and Bolwani (1974); Gupta, et al.,(1982), y difiere a lo observado por Cervera, et al.,(1985) en un ensilaje de naranja y urea, en el que encontró valores de pH más bajos. Mientras que Nikolic y Javanovic(1986) no reportaron ningún efecto de la urea en un ensilaje de manzana y urea.

Aunque a los tratamientos que se les adicionó urea tuvieron valores de pH elevados, no presentó ningún indicio de fermentación butírica, este se estabilizó a los 30 días de fermentación. Por otro lado, la urea contrareestó la fermentación ácida, provocando el aumento del pH, esto concuerda con lo observado por Singh y Pandita(1984); López, et al.,(1971);y Gupta, et al.,(1982) en un ensilaje de mango Napier con heno y melaza; y difiere a lo observado por Cervera, et al.,(1985) en un ensilaje de naranja y urea. Los tratamientos que contenían limón tuvieron valores de pH menores que los que no lo contenían. Resultados similares fueron informados por Becker, et al.,(1946) citados por Gohl(1982).

La producción de ácido acético se vió influenciada por la presencia de la melaza y la urea, ya que los tratamientos que los contenían (3 y 4) la producción fue mayor en comparación con los que no se les adicionó (1 y 2), lo que concuerda con lo reportado por Singh y Pandita(1984).

La producción del acetato influyó en la concentración del pH, ya que cuando la producción se incrementó, el pH fue menor. La producción del ácido se estabilizó a los 30 días al igual que el pH. Por otro lado, de acuerdo a lo reportado por Cervera, et al.,(1985) y De alba(1983), la producción del ácido es aceptable. Los tratamientos que contenían limón (1 y 3) tuvieron una menor concentración de acetato en comparación con los que no lo contenían, esto se debió a la propia acidez del limón.

La producción de ácido láctico fue mayor en los tratamientos a los que se les adicionó melaza y urea, ya que la melaza acelera la fermentación láctica, lo que concuerda con lo reportado por Paturau(1982); Van Soest(1982); Singh y Pandita(1984); y por Archibald(1953), y difiere a lo observado por Hardy, et al.,(1977) aunque para los cuatro ensilajes el porcentaje de lactato entra en el rango de un excelente ensilaje (De alba 1983). La producción de lactato influyó en el pH, ya que fue mayor cuando el lactato fue menor. Los tratamientos 3 y 4 presentaron variaciones en la concentración del ácido en los diferentes tiempos, esto se debió a que el pH no observó cambios significativos en ellos. La producción se estabilizó a los 30 días en los ensilajes 1 y 2, no así en el 3 y 4, en donde la estabilización se presentó a los 15 días. La concentración de ácido láctico disminuyó conforme aumentó la producción de acético; la presencia del limón favoreció la producción del lactato.

De acuerdo con las puntuaciones que reportó Fleig, los ensilajes en todos los tiempos se consideraron excelentes.

LITERATURA CITADA

1. Aguilera, B.A.: Evaluación del efecto de la suplementación de rastrojo amoniato sobre la cinética ruminal y digestibilidad en borregos pelibuey. Tesis de Maestría Nutrición Animal. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Edo. de México, 1988.
2. Alvarez, F.J. y Preston, T.R.: Amoniaco/miel y urea/miel como aditivos para caña de azúcar ensilada. Prod. Anim. Trop., 1:100-106(1976).
3. Alvarez, L.E.: La investigación agrícola en México, antecedentes históricos, estado actual y proyección. Ingeniería Agronómica, 1:7-21:(1980).
4. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 2nd Ed., Ass. Off. Agric. Chem., Washington.D.C. (1975).
5. Archibald, G.J.: Sugar and acids in grass silage. J. Dairy Sci., 36:385-390(1953).
6. Armas, E.A., Chicco, F.C. y Ordoñez, R.: Engorda de pollos alimentados con dietas conteniendo harina de mango (*M. indica*). Memorias ALPA, Panamá 14:59(1979). Panamá.
7. Arriola, I.L., Shimada, S.A. y Martínez, R.L.: Características composicionales de plantas de maíz, completa y sin mazorca sin y con NaOH de cinco edades al corte. Tec. Pec. Méx., 41:53-62(1981).
8. Azúcar, S.A. de C.V. Estadísticas Azucareras, Anuario Estadístico., México (1985).
9. Barth, K.M. and Gelaye, S.: Composition and digestibility of some vegetable waste silage. J. Anim. Sci., (Abstract)49(supl.1) (1979).
10. Bhattacharya, A.N. and Hard, M.: Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. J. Anim. Sci., 36:1175-1180(1973).
11. Bosé, S., Thakral, B.M. and Narayanan, S.: The utilization of mango-seed Kernel and Jaman seed meal in a simplified poultry rations for chicken. Indian J. Vet. Sci., 22:247-250(1952).
12. Carnevali, A.A., Chico, C.F. y Verde, G.: utilización de altos niveles de pulpa cítricos y de urea, raciones de engorda para bovinos. Agron. Trop., 22:261-269(1972).
13. Carter, P.M. y Reyes, R.: The effect of level compacting on fermentation patterns and alcohol production in sisal pulp silage. (Abstract). Trop. Anim. Prod. 5:82-83(1980).

14. Chand G. and Shukla, P.C.: Use of unconventional feeds in broiler rations. Indian J. Vet. Sci., 413:1013(1973).
15. Chow, S.S. and Yu, T.S.: Silage made from byproducts of food processing factories. Taiwan Livestock Res., 11:101-107(1978).
16. Cervantes, N.A., Arroyo, R.D. y Shimada, S.A.: Valor nutritivo de un ensilaje de bagazo de piña y bagacillo de caña como fuente de forraje suplementario para ganado durante la época de secas. Tec. Pec. Mex., 34:9-15(1978).
17. Cervera, C., Fernandez-Carmona, J. y Marti, J.: Effect of urea on the ensiling process of orange pulp. Anim. Feed Sci. and Technol., 12:233-238(1985).
18. Colenbrader, F.V., Weiss, P.W., Hill, L.D. y Moeller J. N.: Ammonia and Urea in corn silage-based complete mixed diets for dairy cows. J. Anim. Sci., 56:525-528(1983).
19. CONAFRUT. El mercado exterior frutícola. Boletín Bimestral. Año 1, junio. no. 01. (1980).
20. CONAFRUT. El mercado exterior frutícola. (Limon mexicano). Boletín Bimestral, Año 11, Enero-Febrero, no. 07. (1980).
21. CONAFRUT. El mango, aspectos de su cultivo y aprovechamiento. Serie de Divulgación, Folleto 1, Mexico, (1971).
22. CONAFRUT. El mercado del mango industrializado. Enero 1 Año II, 85 y 86. (1975).
23. CONAFRUT. Subdirección Comercial, con cifras de la DGEA, SARH. (1985).
24. Davidovich, Z.A., Romero, T.J.J., y Morel, V.F.: Digestibilidad de algunos ensilajes de leguminosas. Reunión ALPA. Lima, Perú 4:61-68(1969).
25. De Alba, J.: Alimentación del ganado en América Latina 2a. Edición, ediciones científicas. La Prensa Médica Mexicana (1985).
26. Díaz, A. y Coto, G.: Estudio de la composición química de dos variedades de semillas de mango para la alimentación animal. Rev. Cub. Ciencias Agríc., 17:163-170(1983).
27. El Alaily, A.H., Anwar, A. and El Banna, I.: Mango seeds Kernel as an energy sources for chicks. Br. Poultry. Sci., 17:129-133(1976).

28. Elias, A., Preston, T.R., Willis, M.B. and Sutherland, T.M.: Intensive beef production from sugar cane. 4. Molasses/urea as a substitute for grain in low fibre diets. Rev. Cub. Ciencias Agric., 2:55-63(1968).
29. Erwin, M.E., Marco, G.J. and Emery, E.M.: Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by chromatography. J. Dairy Sci., 44:1768-1771(1969).
30. Fernández, E. y González, V.: Prospects concerning the utilization of agricultural byproducts in the feeding of ruminants (Review). Avances en la Alimentación y mejora Animal, 25:424-426(1984).
31. Garza, F.J.D., Bernal, M.G. González-Rubio, F. y Shimada, A.S.: Ensilaje de planta completa o de cañuela de maíz como fuente de forrajes para vaquillas holstein, Téc. Pec. Méx., 39:7(1980).
32. Gill, M. y Muñoz, R.: Ensilaje de las mezclas de caña y forraje. Prod. Anim. Trop., 6:172-176(1981).
33. Godeau, J.M., Gillet, Y., De Dryver, G.: Mesure continue à l'aide d'une électrode spécifique de la concentration en amonium dans le rumen de la vache torie. Ann. Méd. Vet., 130:521-526(1986).
34. Gohl, B.I.: Los subproductos de los citrus para la alimentación del ganado. Rev. Mundial. Zootec., 6:24-27(1973).
35. Gohl, B.I.: Piensos Tropicales. Colección FAO: Producción y Sanidad Animal, pags.294-303. Roma (1982).
36. González, P.E.y Merino, Z.H.: Valoración nutricional de ensilajes de maíz empleando urea y carbonato de calcio como aditivos. Téc. Pec. Méx., 27:22-27(1974).
37. González, S.A.: Producción y comercialización del mango. Publicación FIRA. (1975).
38. Gordon, H., Derbyshire, J.C., Wiseman, G.H. and Jacobson, C. W.: Variations in initial composition of Orchard grass in relation to silage composition and feeding value. J. Dairy Sci., 46:987-992(1964).
39. Gupta, S.B., Zariwala, T.L. and Patil, V.V.: Ensilage of forage and byproducts of agro and fruits industry. Indian J. Dairy Sci., 35:308-312(1982).
40. Hardy, C., Rodríguez, R. y Piedra, J.: Efecto de la adición de urea y/o algunos absorbentes sobre las características fermentativas del ensilado de piña. Memorias Reunión ALPA. La Habana pag.91 (1977).

41. Huber, T.J., Bucholtz, F.H. and Boman, L.R.: Ammonia versus urea-treated silages with varying urea in concentrates. J. Dairy Sci., 63:76-81(1980).
42. Kellems, O.R., Wayman, O., Nguyen, H. A., Nolan, C.J.Jr. Campbell, M.C., Carpenter, R.J. and Ho-a, B.E.: Post-harvest pineapple plant forage as potential feedstuff for beef cattle: Evaluated by laboratory analysis, in vitro and in vivo digestibility and feedlot trials. J. Animal Sci., 48:1040-1048(1979).
43. Kundu, H., Sahu, K.B. and Panda, C.N.: Chemical composition and nutritive value of mango (*M. indica*) leaves for goats. Indian Vet. J., 35:811-812(1985).
44. Laforest, J.P., Seoane, J.R., Dcepnos, G., Phillip, L. and Flypot, M.P.: Stimulation of the nutritive value of silage. Can. J. Anim. Sci., 66:117-127(1986).
45. Langston, C.W., Bouma, C. and Corner, R.M.: Chemical and bacteriological changes in grass silage during the early stage or fermentation. J. Dairy Sci., 45:618-624(1982).
46. Lanza, A. and Messina, G.: Dried citrus pulp for feeding animals. 1. Chemical composition, digestibility and nutritive value. Zootecnica e Nutrizione Animale., 5:247-254(1979).
47. Lanza, A. and Messina, G.: Dried citrus pulp for feeding animals. 2. Use in feeding cattle, pigs and poultry. Zootecnica e Nutrizione Animale., 5:255-261(1979).
48. Le Dividich, J., Geofroy, F., Canope, I. y Chenost, M.: Utilización de bananos desechados. Rev. Mundial Zotec., 20:22-30(1976).
49. Le Dividich, J. and Geofroy, F.: Conservations de la banane. Bull. Tech. Prod. Anim., (1)(mimeo.) (1973).
50. Loosli, J.K. y McDonald, J.W.: El nitrógeno no protéico en la nutrición de los rumiantes. Roma, FAO. Estudios Agropecuarios, 75:107(1968).
51. López, J., Jorguensen, N.A. Larson, H.J. and Neidermeir: Effect of nitrogen source stage of maturity and fermentation time and pH and organic acid production in corn silage. J. Dairy Sci., 53:498-500(1971).
52. Luna, A.G.: Digestibilidad y patrones de fermentación ruminal en ovinos pelibuey alimentados con dietas basadas en melaza y médula de caña amoniatizada y sin amoniatizar. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M. México, D.F., (1988).

53. McCullough, M.E.: Silage and silage fermentation. Feedstuff, 49:49-52(1977).
54. McCullough, M.E.: Nuevas tendencias en ensilaje de forrajes. Rev. Mundial Zootec., 15:44-49(1975).
55. McDonald, P.; Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D.: Animal Nutrition. Oliver and Boyd, Edimburgh.(1969).
56. McDonald, P.: The Biochemistry of Silage. John Wiley and Sons. 1ª edición, England (1981).
57. Martínez, P.J. y Fernández-Carmona, J.: Composition of citrus pulp. Anim. Feed Sci. and technol., 5:10(1980).
58. Mehrez, A.Z. and Orskov, E.R.: A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. Canberra, 88:645-650(1977).
59. Michelena, J., Ly, J. y Pereira, M.: Evaluación de la pulpa de cítricos deshidratada como fuente de energía para los rumiantes (Abstract). Rev. Cub. Ciencias. Agric., 3:81(1969).
60. Minson, A.J. and McLeod, M.N.: The in vitro technique, its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture samples. Division of Tropical Pasture, Technical Paper No. 8 Commonwealth Scientific and Industrial Res. Org. Austr (1972).
61. Narang, P.M. and Bolwani, I.T.: A note on the pH of silage. Indian J. Anim. Sci., 44:498-500(1974).
62. Nikolic, J.A. and Jovanovic, M.: Some properties of apple pomace ensiled with and without additives. Anim. Feed Sci. & Technol., 15:57-67(1986).
63. O'Donovan, P.B.: Posibilidades para la alimentación del ganado con subproductos en zonas tropicales. Rev. Mundial Zootec., 13:32-37(1975).
64. O'Donovan, P.B., Chen, M.C. and Lee, P.K.: Conservation methods and feeding value for ruminants of pineapple bran mixture. Trop. Agric., 49:311(1972).
65. Ohshina, H. and McDonald, P.: A review of the changes in nitrogenous place during the ensilage of maize. J. Sci. food & Agric., 29:497-505(1978).
66. Okeely, P., Flynn, A.V. and Wilson, R.K.: New concepts in silage making. Irish Grass Animal Prod. Ass. J., 21:38-50(1987).

67. Ortiz, O.L.V. y Saldaña, J.L.I.: Ensilado a partir de los productos fermentables de la caña de azúcar. Tesis de Licenciatura, Escuela de Química. Universidad La Salle, Mexico, D. F. (1984).
68. Paturau, J.M.: Byproducts of the cane sugar industry. 2a. Edition Ed. Elsevier Scientific Publishing Company, New York (1982).
69. Preston, T.R. Willis, M.B.: Producción intensiva de la carne. Ed. Diana 1ª edición, Mexico, (1974).
70. Preston, T.R., Willis, M.B. y Elias, A.: Intensive beef production from sugar cane.1. Different levels of urea in molasses given ad libitum for fattening bulls as supplement to a grain diet. Rev. Cub. Ciencias. Agr.,1:33-40(1967).
71. Ravelo, G., McLeod, N.A. y Preston, T.R.: Ensilaje de caña, forraje de yuca y uraa. Prod. Anim. Trop.,2:34-39(1977).
72. Reddy, N.G.V. and Reddy, R.M.: Dry falleng mango tree leaves as roughage source in the complete feeds for sheep. Indian J. Anim. Sci.,54:1046-1050(1934).
73. Rodriguez, V.: El uso de la pulpa de citricos deshidratada para la producción lechera. Rev. Cub. Ciencias. Agric.,5:263(1971).
74. Rodriguez, V., Rodriguez, B. y Perón, N.: Efecto de la adición de forraje verde a una dieta integral a base de pulpa deshidratada de naranja en el comportamiento de terneros juvenes. Rev. Cub. Ciencias. Agric.,8:141-148(1974).
75. Sánchez, C.S.: Citricos. CONAFRUT, SAG. Serie Especial. Folleto no. 23, México (1980).
76. Sánchez, C.S.: Problemáticas de la producción de limón en México. CONAFRUT, SAG. Folleto no. 17, México (1980)
77. Santos, A.G. y Aguilera, E.: Niveles de sustitución de harina de maíz por pulpa deshidratada en concentrados para terneros. Efecto en el comportamiento y salud de los terneros. Rev. Cub. Ciencias. Agric.,15:141(1981).
78. Santos, A., Elias, A., Castillo, E. y Alfonso, F.: Estudio de la relación pulpa de citricos ensilado:forrajes en la ceba de toros. Memorias, Reunion ALPA, La Habana pag.98 (1977).
79. Satapathy, H., Amla, B.I. and Venkatesh, K.V.L.: Comparative laboratory study of ensilation of pineapples tops and leaves bran. Indian Food Packer.,21:1-5(1972).

80. Schultz, A.T., Chicco, F.C., Carnevali, A.A. y Capo, E.: Pulpa cítrica y urea para engorde de novillos implantados con ácido resorcilico. Memorias Reunion ALPA, 6:19-23. La Habana, (1971)
81. Sherman, J.M.: A contribution to the bacteriology of silage. J. Bacteriol., 1:445-452(1916).
82. Shimada, A.S., Wilson, L.L. Harpster, H.W.: Digestibilidad de ensilajes cañuelas para carneros. Rev. Cub. Ciencias Agric., 18:149(1984).
83. Singh, P.A. and Pandita, N.H.: Efect of urea and molasses on fermentation of Napier silage. Indian J. Anim. Sci., 54:112-114(1984)
84. Sotillo Finizola, V.G.: Factibilidad, evaluación y digestibilidad in vitro del ensilaje de mango en la adición de rastrojo de maíz. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de Monterrey (1984).
85. Spencer-Meade: Manual de Azúcar de caña. Ed. montaner y Simón, S.A., Barcelona, España (1967).
86. Sauter, E.B., Hinnan, D.D. and Parkinson, J.F.: The lactic and volatile fatty content and in vitro organic matter digestibility of silage made from potato processing residues and barley straw. J. Anim. Sci., 60:1087-1094(1985)
87. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and procedure of stadistics a biometrical approach. 2nd. Ed. McGraw Hill Koya Kusa Tokyo, Japan (1980).
88. Teli, A.A., Gupta, S.B., Thakur, S., Shrivastava, P.J. and Verma, K. A.: Nutritive potential of some fruit waste products. Indian J. Anim. Health., 22:90-92(1983).
89. Tercer Informe de Gobierno, Miguel De La Madrid Sector Agropecuario y Forestal (1985).
90. The Mango. A Hand Book. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India (1967).
91. Urrutia, M.J., Martínez, L.R. y Shimada, A.S.: Valor nutritivo del rastrojo y ensilaje de maíz con y sin mazorca tratados con hidróxido de sodio para borregos en crecimiento. Téc. Pec. Méx., 42:7(1982).
92. Van Soest, J.P.: Nutritional Ecology of the Ruminant. O and B. Books Inc. pp.141-151(1982).
93. Van Soest, J.P. and Wine, P.H.: Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant-wall constituents. J. Ass. Agric. Chem., 50:50-55(1967).

94. Wilkins, R.J.: The nutritive value of silage. In: Harning, W. and D. J. A. Cole. Recent developments in ruminant nutrition. Butterworths, London. (1981).
95. Woolford, K.: The Silage Fermentation. Marcel-Dekker, Inc. New York, U.S.A. (1984).
96. Yang, S.J., Chung, C.J., Chung, J.J.: Studies on utilization of citrus byproducts as livestock feeds. 1. A study on the qualities of the citrus canning byproduct silage and the nylon bag, DM digestibility based on the period of fermentation. Korean J. Anim. Sci., 26:236-243(1984).

CUADRO 11

COMPOSICION QUIMICA DE LOS INGREDIENTES PRINCIPALES DE
LOS ENSILADOS (% DE MATERIA SECA)

NUTRIMENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	MANGO INTEGRAL	LIMON INTEGRAL	RASTROJO DE MAIZ
Materia Seca	23.81	14.22	88.2
Proteína Cruda	3.84	3.96	3.3
Cenizas	2.39	4.67	8.0
Extracto Etéreo	6.01	15.74	1.3
Fibra Cruda	13.73	10.98	34.0
E. L. N.	74.03	64.65	59.0
F. D. N.			70.8

CUADRO 12

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS ENSILAJES

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	15	30	45
1	62.2±0.38	66.65±7.57	71.99±0.39
2	71.2±1.63	68.93±2.18	68.44±2.84
3	68.8±1.01 ^A	66.51±1.69 ^{AB}	70.21±0.18 ^B
4	67.8±2.58	67.33±1.48	65.87±0.78

A, B.: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

CUADRO 13

CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA DE LOS ENSILADOS (% en M. S.)

TRATAMIENTO	TESTIGO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
		15	30	45
1	5.49±0.14 ^a	5.91±0.88 ^a	5.93±0.42 ^a	6.33±0.16 ^a
2	5.79±0.28 ^a	6.00±0.03 ^a	6.47±0.04 ^a	6.16±0.44 ^a
3	17.19±0.57 ^{bA}	21.27±0.46 ^{bB}	20.13±0.93 ^{bB}	21.91±0.69 ^{bB}
4	19.21±0.47 ^{cA}	21.79±0.25 ^{bB}	21.38±0.37 ^{bB}	21.53±0.08 ^{bB}

a,b,c.: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

A,B,...: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 14

CONTENIDO DE AMONIACO DE LOS ENSILADOS (mg/100ml)

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	15	30	45
1	1.171±0.13 ^a	1.345±0.48 ^a	1.462±0.04 ^a
2	0.927±0.11 ^a	1.125±0.03 ^a	1.073±0.05 ^a
3	13.600±4.40 ^b	11.203±0.50 ^b	10.590±0.12 ^b
4	11.990±1.45 ^b	9.758±1.49 ^b	12.030±3.42 ^b

a,b..: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 15

CONTENIDO DE FIBRA NEUTRA DETERGENTE DE LOS ENSILADOS
(% en M. S.)

TRATAMIENTO	TESTIGO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
		15	30	45
1	53.11±5.68 ^A	62.38±0.24 ^{aAB}	69.68±0.74 ^{aB}	63.86±3.64 ^{aB}
2	51.84±4.22 ^A	62.23±0.66 ^{aB}	64.40±1.25 ^{bB}	60.94±0.59 ^{abB}
3	50.09±2.56 ^A	57.72±0.66 ^{bB}	61.09±3.18 ^{bB}	55.87±0.37 ^{bB}
4	46.50±0.19 ^A	55.78±1.90 ^{bB}	55.27±0.40 ^{cB}	58.06±3.09 ^{bB}

a,b,c...: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

A,B,...: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 16

DESAPARICION *in situ* DE LA MATERIA SECA (% en M.S)

TRATAMIENTO	TESTIGO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
		15	30	45
1	68.86±1.12 ^{aA}	57.18±1.64 ^{aAB}	55.29±5.69 ^B	54.03±0.70 ^{aB}
2	66.44±0.49 ^{aA}	54.42±1.19 ^{abB}	56.36±3.89 ^B	52.89±1.77 ^{aB}
3	69.28±0.13 ^{bA}	58.78±2.41 ^{abB}	61.01±4.23 ^B	54.53±2.49 ^{aB}
4	72.36±0.51 ^{cA}	59.96±0.79 ^{bB}	65.67±4.22 ^B	61.05±0.03 ^{bB}

a,b,c...: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

A,B,...: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 17

DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA MATERIA SECA DE LOS ENSILADOS
(% en M.S.)

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	15	30	45
1	53.80±3.64 ^A	60.67±0.51 ^{AB}	62.86±1.087 ^B
2	60.54±8.82	60.13±10.19	60.98±2.696
3	60.89±2.08	65.57±3.04	63.36±2.53
4	60.46±3.04 ^{AB}	47.78±1.84 ^A	65.91±1.979 ^B

A,B..: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 18

pH DE LOS ENSILADOS CON RESPECTO AL TIEMPO DE FERMENTACION

TRATAMIENTO	TESTIGO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
		15	30	45
1	4.91±0.02 ^{aA}	4.64±0.06 ^{aB}	4.45±0.11 ^{aC}	4.38±0.00 ^{aC}
2	4.44±0.01 ^{bA}	4.20±0.00 ^{bB}	3.94±0.00 ^{bC}	3.85±0.08 ^{bC}
3	5.00±0.02 ^c	5.00±0.00 ^c	4.91±0.06 ^c	4.88±0.06 ^c
4	4.45±0.00 ^d	4.30±0.00 ^d	4.41±0.06 ^a	4.61±0.21 ^{ac}

a,b,c..: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

A,B,C..: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 19

PRODUCCION DE ACIDO ACETICO DE LOS ENSILADOS (g/100g M.S.)

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	15	30	45
1	1.06±0.51 ^A	1.80±0.39 ^{aB}	1.97±0.12 ^{aB}
2	1.20±0.48 ^A	2.01±0.29 ^{aB}	2.02±0.2 ^{aB}
3	1.11±0.29 ^A	1.35±0.15 ^{bA}	1.74±0.16 ^{bB}
4	1.09±0.13	0.92±0.37 ^C	1.13±0.14 ^C

a,b,c.: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

A,B...: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 20

PRODUCCION DE ACIDO LACTICO DE LOS ENSILADOS (g/100g M.S.)

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	15	30	45
1	8.32±1.64 ^{aA}	12.12±1.97 ^B	11.70±1.06 ^B
2	9.92±0.32 ^{bA}	12.04±1.05 ^B	10.30±1.52 ^B
3	12.93±1.14 ^C	9.80±1.09	11.90±2.33
4	10.76±0.41 ^{bAB}	12.04±1.93 ^A	8.62±1.69 ^B

a,b,c.: Para cada tiempo de fermentación (columnas), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

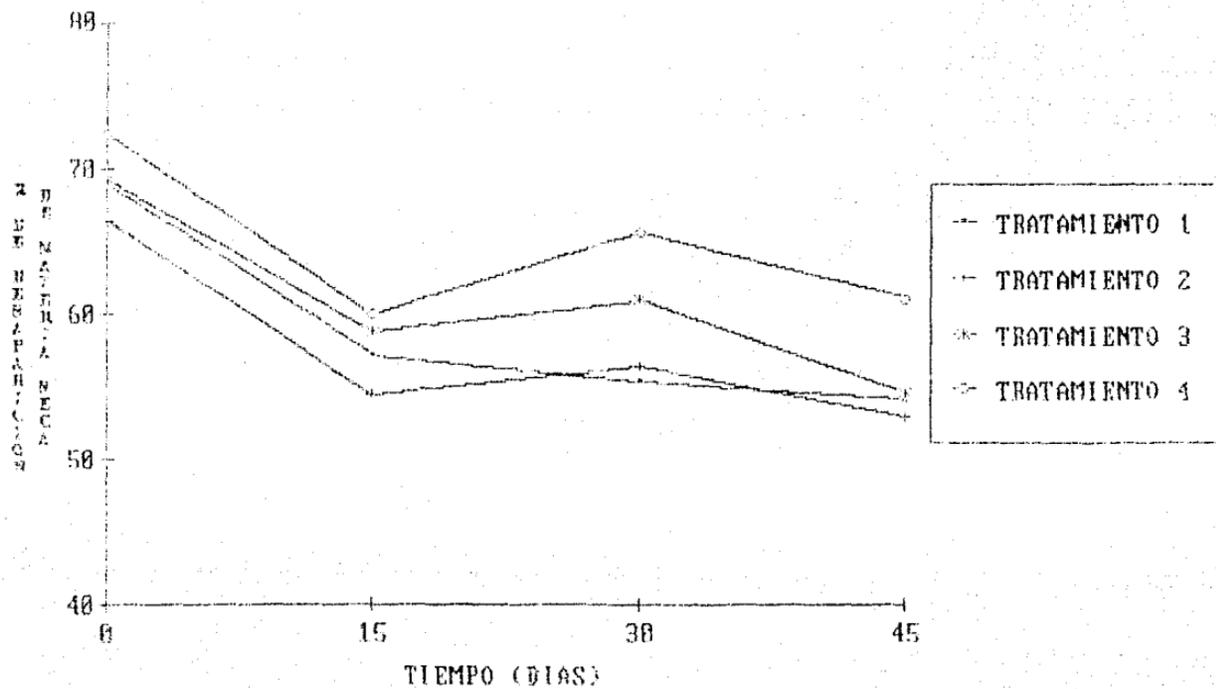
A,B...: Para cada tratamiento (renglones), medias con distinta literal son estadísticamente diferentes (P<0.05).

CUADRO 21

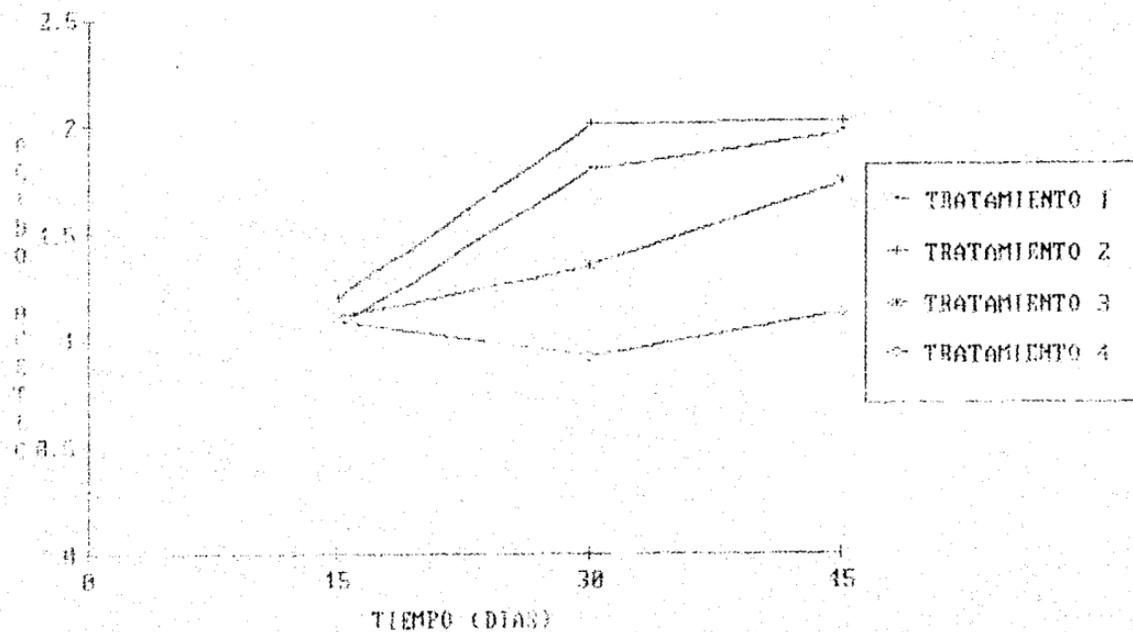
‡ DE LOS ACIDOS TOTALES DE LOS ENSILAJES

TRATAMIENTO	TIEMPO DE FERMENTACION (DIAS)		
	15 Acét:Láct:Butir	30 Acét:Láct:Butir	45 Acét:Lact:Butir
1	11.30:88.69:0	12.93:87.06:0	14.41:85.58:0
2	10.79:89.20:0	12.93:87.06:0	16.39:83.60:0
3	7.90:92.09:0	12.10:87.89:0	12.75:87.24:0
4	9.19:90.80:0	7.09:92.90:0	11.58:88.41:0

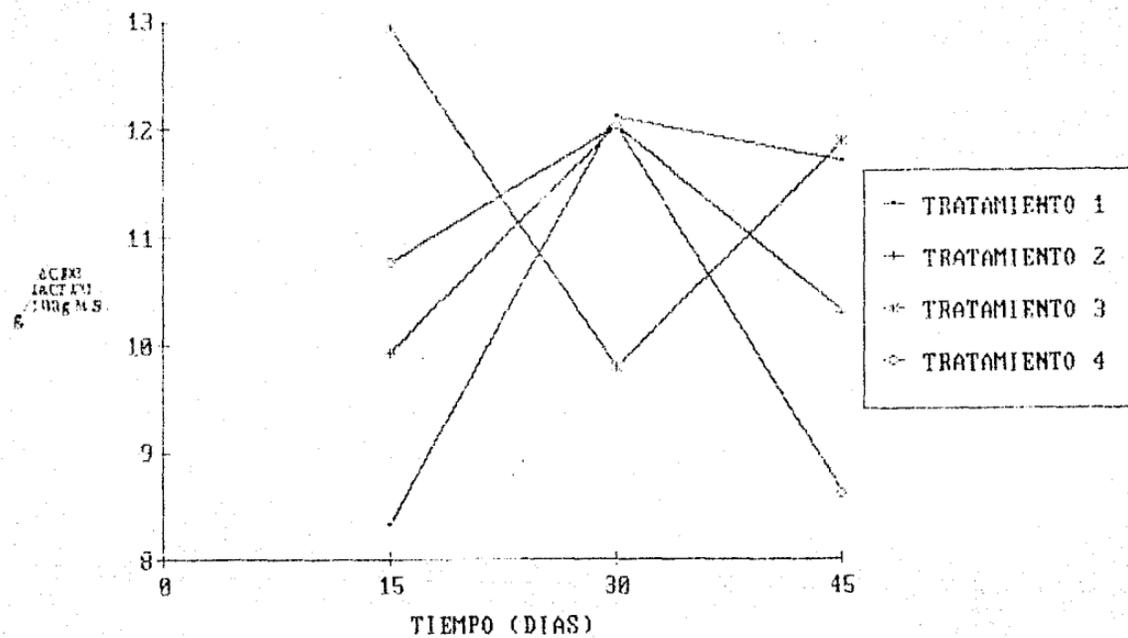
GRAFICA No.1.
DESAPARICION in situ DE LA MATERIA SECA.



GRAFICA No. 2.
PRODUCCION DE ACIDO ACETICO DE LOS ENSILADOS.



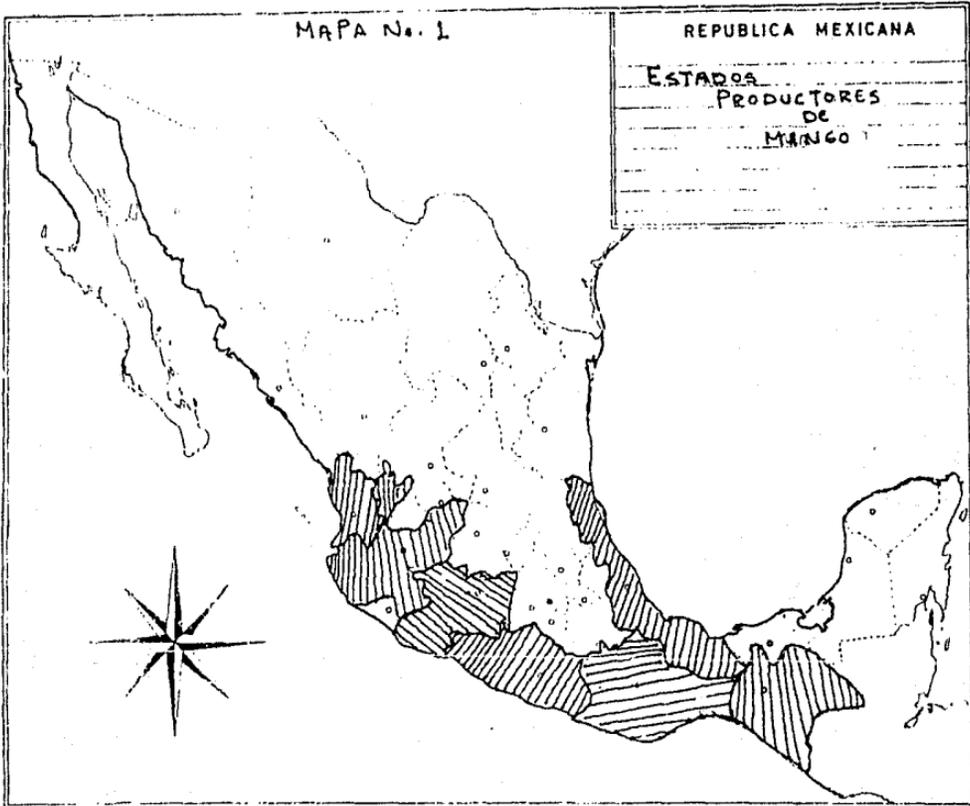
GRAFICA No. 3
PRODUCCION DE ACIDO LACTICO DE LOS ENSILADOS



MAPA No. 1

REPUBLICA MEXICANA

ESTADOS
PRODUCTORES
DE
MANGO



MAPA N. 2

REPUBLICA MEXICANA

ESTADOS
PRODUCTORES
DE
LIMON

