

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PULPA DESHIDRATADA DE LIMON COMPARACION DE METODOS PARA ESTIMARLA

Ricardo Basurto Gutiérrez^a

Irma Tejada de Hernández^b

RESUMEN

En México la producción anual de limón es de aproximadamente 500,000 toneladas, dedicándose al consumo en fresco el 60% e industrializándose el resto. Los objetivos de este trabajo fueron: determinar la Digestibilidad Aparente (DA) de la pulpa deshidratada del limón (PDL) para ovinos; evaluar el efecto de PDL sobre los coeficientes de Digestibilidad (CD) de las Fracciones de Fibra (FDN, FDA, Celulosa y Lignina); Proteína Cruda (PC); Materia Seca (MS); Materia Orgánica (MO) y Contenido de Energía Digestible. Comparar el resultado de la DA obtenido con Recolección Total de Heces (CTH) con los métodos de Cenizas Insolubles en Acido (CIA); Oxido de Cromo (OC) e *in vitro*. Los CD y la ED para PDL estimados por medio de ecuaciones de regresión fueron: 78.68%, 81.6%, 71.03%, 77.06%, 77.95%, 71.2%, 60.70% y 3.9 Mcal para MS, MO, FDN, FDA, Celulosa y Lignina, PC, y ED, respectivamente. La comparación de los métodos por medio de observaciones pareadas no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$), obteniéndose diferencias con respecto a *in vivo* de -7.58 ± 9.4 , 0.61 ± 3.19 y -1.74 ± 3.35 unidades porcentuales del CD de la MS obtenida por OC, CIA e *in vitro*, respectivamente.

Téc. Pec. Méx. Vol. 30 No. 1 (1992)

INTRODUCCION

Los subproductos agroindustriales de los cítricos son una fuente importante de nutrientes para los rumiantes, ya que se producen en grandes cantidades y la recolección suele coincidir con la temporada seca⁵. A nivel mundial México aporta el 4.9% de la producción de cítricos, genera el 1.4% de la exportación de fruta fresca e industrializa el 2.5% de la producción. Las plantas de cítricos ocupan 226,000 ha que representa el 30% de la superficie dedicada al cultivo de frutales. Después de la naranja, el limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) es el cultivo cítrico más importante con un total de 53,000 ha distribuidas en Colima, Michoacán, Guerrero, Tamaulipas y Oaxaca, principalmente. Esto hace a nuestro país el principal productor de esta especie¹⁷. Misiaen¹⁴ informa que en 1960 la producción de limón

en México fue de 150,000 ton. duplicándose la producción para 1970 y para 1980 se incrementó a 430,000 ton. Del total producido en el país aproximadamente el 60% es destinado al consumo fresco y el resto se industrializa para la obtención de aceites esenciales, destilados, desterpenados, jugo simple, jugo concentrado, jugo en polvo, citrato de sodio, ácido cítrico, pectina y pulpa fresca o deshidratada, dependiendo del grado de tecnificación de la planta industrial¹⁵. Por tonelada de limón procesada se obtienen 300 kg de pulpa fresca ó 50 kg de pulpa deshidratada. La primera se utiliza como forraje para el ganado suministrándose fresca ensilada o secada al sol.

En la literatura nacional existen datos sobre la composición química proximal de la pulpa de limón²⁴. Sin embargo, son escasos los estudios realizados para la determinación de la digestibilidad de sus nutrientes. Orozco y Orozco¹⁶, informan coeficientes de digestibilidad de $90.0 \pm 2.4\%$ para materia seca y materia orgánica del ensilaje de limón, estimada por el método *in vitro*.

a C.E. "LA UNION", Apdo. Postal #720, Acapulco, Gro., C.P. 39300. Dirección Actual: CENID-Fisiología, Ajuchitlán, Gro.

b Proyecto Micotoxinas, CENID-Microbiología, Apdo. Postal 41682, C.P. 11001. México, D.F.

El método más confiable para medir la digestibilidad es el método de recolección total de heces (CTH), ya que involucra factores del alimento y de los animales; sin embargo, tiene desventajas como son: costo de mantenimiento de los animales, requerimiento de equipo y de mano de obra calificada³.

Los métodos con marcadores externos e internos, han sido ampliamente estudiados para pruebas de digestibilidad. La estimación por marcadores está en función lineal inversa a la concentración del marcador en las heces²⁷. El marcador externo más utilizado es el óxido de cromo (Cr_2O_3). Los marcadores internos son sustancias que normalmente se encuentran en los alimentos para rumiantes, como son: celulosa, lignina, cromógenos y cenizas solubles o insolubles en ácido⁷. El método de digestión *in vitro* de Tilley y Terry ha mostrado que da excelentes estimaciones de la digestibilidad *in vivo*.

El objetivo del presente trabajo fue: determinar la digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón para ovinos por medio de regresión lineal simple. Evaluar el efecto de los niveles de la pulpa deshidratada de limón sobre los coeficientes de digestibilidad de las fracciones de fibra, proteína cruda, materia seca, materia orgánica y contenido de energía digestible de las dietas. Comparar métodos alternativos al método de recolección total de heces en las condiciones del presente experimento.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del CENID-Microbiología del INIFAP-SARH, ubicado en Palo Alto, México, D.F. Se utilizaron cuatro borregos cruzados criollos Suffolk con un peso de 44 ± 6.4 kg, los cuales se desparasitaron internamente (Valbazén), se les aplicaron vitaminas (A, D y E), intramuscularmente y se pesaron al inicio y final de cada período de experimentación. Se colocaron en jaulas metabólicas con bebedero y comedero individual, y contaban

con una bolsa colectora de heces. Durante un lapso de 15 días los animales se adaptaron a la jaula y a las bolsas colectoras de heces, además recibieron una dieta de mantenimiento con base en rastrojo de maíz y heno de alfalfa *Ad libitum*.

La composición porcentual de las dietas se muestra en el Cuadro 1. Las dietas fueron calculadas para contener 11.3% de proteína cruda. La pulpa deshidratada de limón se incluyó en niveles de 0, 15, 30 y 45% de la materia seca de la dieta.

Se compararon los siguientes métodos para estimar la digestibilidad.

1. Método de Recolección Total de Heces (CTH): Los períodos experimentales constaron de 15 días de adaptación a dietas y cinco días de muestreo de alimento y heces.

Se consideraron 48 hs el tiempo de tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal. El consumo se ajustó al 90% de lo observado en el período de adaptación a dietas y el ajuste fue individual, se ofreció el alimento una vez al día (9:00 a.m.). El muestreo de las heces consistió del 10% de la excreción diaria.

2. Método de Digestión *in vitro* de Tilley & Terry, modificado por Minson y Mcleod¹³. El inóculo provenía del animal que estaba consumiendo la dieta a evaluar.

3. Método con Oxido de Cromo. El marcador se incluyó en la dieta al 0.3% de la base seca de la dieta. El vehículo para el marcador fue almidón que se agregó a la dieta al 0.7% de la ración.

4. Método con Cenizas Insolubles en Acido Clorhídrico 2N²⁶. Se utilizó un diseño de Cuadro Latino 4x4 para analizar el efecto de los niveles de pulpa deshidratada de limón, analizando las variables de respuesta por medio del análisis de regresión simple⁴. Con las ecuaciones de regresión simple se estimó la digestibilidad de la pulpa deshidratada de limón como único ingrediente. Para el método de recolección total de heces las variables de respuesta fueron: consumo voluntario, digestibilidad (materia seca, materia

orgánica, proteína cruda y fracciones de fibra) y el contenido de energía digestible de las dietas.

Un diseño de Cuadro Greco-Latino 4x4 (esquema No. 1) se utilizó para analizar las diferencias entre el método de recolección total de heces y los métodos alternativos, la variable de respuesta fue la digestibilidad de la materia seca de las dietas por cada uno de los métodos estudiados. Los métodos de laboratorio para el análisis proximal, FDN, FDA, lignina, celulosa y hemicelulosa fueron los sugeridos por Tejada²⁵. La comparación entre métodos se realizó por medio de observaciones pareadas⁴.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se muestran los coeficientes de digestibilidad obtenidos por medio de las ecuaciones de regresión simple, considerando a la pulpa deshidratada de limón como único ingrediente. El consumo voluntario se encontró relacionado positivamente ($r = 0.96$) con el contenido de la dieta, lo que concuerda bien con los conceptos de control del consumo en rumiantes. Por otra parte, la digestibilidad de la materia seca se correlacionó positivamente con la digestibilidad de la materia orgánica, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, que presentaron coeficientes superiores al 77%. En el Cuadro 3 se muestran el consumo

ESQUEMA 1

CUADRADO GRECOLATINO

		ANIMALES			
		1	2	3	4
P E R I O D O	1	C γ	A β	B α	D δ
	2	A δ	C α	D β	B γ
	3	B β	D γ	C δ	A α
	4	D α	B δ	A γ	C β

Animales = 1, 2, 3, 4

Período = 1, 2, 3, 4

Dieta = A, B, C, D

METODO DE DIGESTIBILIDAD

α) *in vivo*

β) *in vitro*

γ) Cr_2O_3 al 0.3%

δ) CIA HCl, 2N

CUADRO 1. COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (BASE SECA).

INGREDIENTES	A	D	I	E	T	A	S,	%	D
			B			C			
Rulpa de limón ¹	0.0		15.0			30.0			45.0
Heno de alfalfa	48.5		46.7			45.2			43.8
Rastrojo de maíz	50.5		37.3			23.8			10.2
Almidón-óxido de cromo ²	1.0		1.0			1.0			1.0
ANALISIS CALCULADO									
Proteína cruda	11.3		11.3			11.3			11.3

1) El análisis de la PDL mostró los siguientes resultados (% Base seca): MO, 94.9; PC, 6.8; EE, 2.8; MN, 5.1; FC, 20.6; FDN, 44.4; FDA, 32.0; Celulosa, 23.2; Lignina, 4.6; Hemicelulosa, 12.4.

2) El óxido de cromo se adicionó al 0.3% de la base seca de la dieta.

CUADRO 2. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA PULPA DESHIDRATADA DE LIMON ESTIMADOS POR LAS ECUACIONES DE REGRESION.

COMPONENTE	COEFICIENTE, %
Materia Seca	78.68
Materia Orgánica	81.60
Fibra Neutro Detergente	71.03
Fibra Acido Detergente	77.60
Celulosa	77.95
Lignina	71.20
Proteína Cruda	60.70
Energía Digetible, Mcal/kg	3.90

voluntario, los coeficientes de digestibilidad y la energía digestible de las dietas experimentales, obtenidos por el método de recolección total de heces.

En el Cuadro 4, se presentan las ecuaciones de regresión para cada una de las variables de respuesta. El consumo voluntario de materia seca no se vió afectado por

los niveles de la pulpa deshidratada de limón (PDL) ($P \geq 0.05$). Esto concuerda con lo observado en vacas criollas en lactación y en terneros Holstein, cuando la pulpa deshidratada de naranja sustituyó a la harina de maíz y sorgo en las dietas respectivas ^{11, 18}. Bhattacharya y Harb ² observaron que el consumo disminuía linealmente cuando la

CUADRO 3. MEDIAS DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD, CONSUMO VOLUNTARIO Y ENERGIA DIGESTIBLE DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

PARAMETRO	A	D	I B	E	T	A C	S	D
Consumo (kg)	1.128 ^a		1.218 ^a			1.337 ^a		1.320 ^a
Dig. MS, %	57.97 ^a		61.81 ^b			65.05 ^b		67.02 ^b
Dig. MO, %	60.19 ^a		64.50 ^{ab}			67.70 ^{bc}		69.53 ^c
Dig. FDN, %	50.02 ^a		56.23 ^a			60.59 ^a		58.40 ^a
Dig. FDA, %	50.43 ^a		56.67 ^a			60.24 ^a		62.27 ^a
Dig. Celulosa, %	60.96 ^a		61.51 ^a			62.95 ^a		69.63 ^a
Dig. Lignina, %	36.92 ^a		67.75 ^a			60.44 ^a		50.54 ^a
Dig. PC, %	55.37 ^a		60.59 ^a			56.43 ^a		58.67 ^a
E.D., Mcal/kg	2.50 ^a		2.82 ^a			3.24 ^a		3.01 ^a

a, b, c) Para cada línea cifras con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($P \geq 0.05$).

pulpa reemplazaba al grano de maíz.

La digestibilidad de la materia seca de la dieta sin PDL fue menor a la digestibilidad de las dietas que contenían PDL ($P \geq 0.05$). Las dietas con PDL no difirieron entre si ($P \geq 0.05$). Mientras el análisis de regresión mostró que la PDL incrementó la digestibilidad de la materia seca positivamente. Esto concuerda con los resultados informados por Michelena et al ¹¹ para consumo voluntario y la digestibilidad de la materia seca. En ovinos niveles hasta de 60% de pulpa de cítricos no afectaron la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo, a niveles superiores comienza a declinar la digestibilidad ^{2, 9}. En el presente trabajo, no se observaron efectos negativos por PDL, probablemente debido a que los niveles utilizados fueron bajos, o a que se sustituyó por rastrojo de maíz que tiene baja calidad.

La digestibilidad de la materia orgánica de las dietas difirieron estadísticamente cuando había una diferencia del 30% de PDL ($P \geq 0.05$). En el análisis de regresión, la PDL incrementó lineal y positivamente la digestibilidad de la materia orgánica. Oroz-

co y Orozco ¹⁶, informaron que la digestibilidad de la materia orgánica de un ensilaje de pulpa de limón fue de $94.8 \pm 2.4\%$ estimada por el método *In vitro*, lo cual explicaría el incremento de la digestibilidad de la dieta total cuando se incluye pulpa de cítricos. No obstante, Martínez y Fernández ⁹, no encontraron efecto de la pulpa de cítricos sobre la digestibilidad de la materia orgánica en corderos en crecimiento y en castrados, alimentados con dietas de 90% de concentrado (0, 15, 30, 45 y 60% de pulpa de cítricos) y 10% de alfalfa.

Otro factor importante es el contenido celular o nutrientes solubles en la solución neutro detergente. Para dietas concentradas la digestibilidad de esta reacción puede ser hasta del 85%, pero en los pastos el valor es del 50% ¹². A pesar de esto, la digestibilidad de esta fracción no se midió debido a que se considera que desaparece durante el proceso de digestión y lo que se determina en heces no es exactamente el residuo de la fracción soluble en neutro detergente del alimento original ²⁷. La digestibilidad de la fibra detergente neutro (paredes celular-

res), no se vió afectada significativamente por los niveles de PDL ($P \geq 0.05$). Aunque existió la tendencia lineal positiva no fue estadísticamente significativa ($P \geq 0.05$) debido probablemente a que el número de repeticiones fue insuficiente. No se encontraron datos en la literatura sobre el efecto de la pulpa de cítricos sobre la fibra detergente neutro.

La PDL incrementó lineal y positivamente la digestibilidad de la fibra ácido detergente. La misma tendencia se observó en dietas para ovinos y conejos cuando se incluyó en niveles de hasta el 60% de pulpa de cítricos^{9, 10}.

La digestibilidad de la celulosa se incrementó lineal y positivamente conforme se aumentaba el nivel de PDL. Sin embargo, Schaibly y Wing²⁰ no encontraron efecto por el nivel de la pulpa de cítricos sobre la desaparición de la celulosa por medio de la técnica de la bolsa de nylon en rumen. La lignina mostró una gran variación en sus coeficientes de digestión. La digestibilidad promedio en el experimento fue de 54% que es muy superior a cualquier otro publicado. Habría que estudiar el tipo de lignina que se encuentra en la PDL. Además, el calentamiento al que es sometida la PDL, disminuye su digestibilidad. Estos resultados son completamente inesperados.

Finalmente, la digestibilidad de la proteína cruda, no se afectó por el nivel de la PDL ($P \geq 0.05$). Estos resultados concuerdan con los observados en ovinos y novillos alimentados con dietas que contenían del 40 al 60% de pulpa de cítricos³⁰.

Los resultados experimentales de la comparación de los métodos de digestión por medio de observaciones pareadas se muestra en el Cuadro 5. No existiendo diferencia estadística entre el método de recolección total de heces (*in vivo*) y los métodos alternativos.

Respecto al método con óxido de cromo se puede observar que se obtuvo un bajo porcentaje de recuperación de Cr_2O_3 en heces con un coeficiente de variación del 20%, el cual se considera alto. Lassiter et al⁸, recuperaron sólo el 78% del indicador en

ovinos alimentados con dietas que contenían el 0.5% de Cr_2O_3 . En consecuencia, el método con Cr_2O_3 subestima ligeramente a la digestibilidad obtenida por el método CTH. Sin embargo, estos autores concluyen que la diferencia es pequeña y sugieren que el método es adecuado. Por su parte, Kane et al.⁶, al realizar un estudio con vacas lecheras alimentadas con alfalfa recuperaron del 96.7 - 202.1% del Cr_2O_3 . No encontraron diferencias estadísticas entre el método CTH y con Cr_2O_3 . Por otra parte, la fluctuación en la excreción de los marcadores en rumiantes, se considera como un fenómeno normal, por lo que se atribuye como la principal causa de la variación los porcentajes de recuperación²². La excreción diaria del Cr_2O_3 no fue medida en este experimento. Sin embargo, la frecuencia en la alimentación (una sola vez al día) y la estratificación de Cr_2O_3 en el alimento almacenado pudieron haber afectado la recuperación del marcador. Se reconoce que el patrón de excreción de Cr_2O_3 presenta gran variación durante un período de 24 hs, principalmente, cuando se administra el marcador una sola vez al día²².

El método con Cr_2O_3 en el presente estudio difirió en $7.58 + 9.4$ unidades porcentuales del método CTH para la digestibilidad de la materia seca, sin ser esta diferencia significativa ($P \geq 0.05$). Mientras el coeficiente de correlación fue de $r \pm 0.61$, sin ser significativa. No se encuentra explicación para la tendencia observada y esta variación supera a las informadas en la literatura.

Por otro lado, para el método de cenizas insolubles en ácido 2NHCL (CIA), el porcentaje de recuperación fue de: $105 + 9.8\%$, difiriendo en 0.64 ± 3.19 unidades porcentuales del coeficiente de digestibilidad obtenida por el método CTH, sin que esta diferencia fuese significativa estadísticamente ($P \geq 0.05$). Los coeficientes de digestibilidad por CTH y CIA, se correlacionaron en $r + 0.97$, siendo significativo estadísticamente ($P \geq 0.05$). Estos resultados son comparables a los informados por Shrivastava y Talapatra²³, quienes informan que recuperaron del 91.2 al 108.7% y el coeficiente de

CUADRO 4. EFECTO DEL NIVEL DE LA PULPA DESHIDRATADA DE LIMON (X) SOBRE LAS FRACCIONES ANALITICAS DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.
(ANALISIS DE REGRESION).

FRACCION ANALITICA	ECUACION DE REGRESION SIMPLE	ab ⁽¹⁾ EER ⁽²⁾	tb ⁽³⁾
Consumo voluntario	$Y = 1.15 + 0.005X$	0.005 ± 0.30	N.S.
Dig. materia Seca	$Y = 58.4 + 0.20 X$	0.046 ± 3.07	*
Dig. Materia Orgánica	$Y = 60.8 + 0.21 X$	0.05 ± 3.35	*
Dig. Fibra detergente Neutro	$Y = 51.9 + 0.19 X$	0.094 ± 6.33	N.S.
Dig. Fibra Detergente Acido	$Y = 51.5 + 0.26 X$	0.11 ± 7.54	*
Dig. Celulosa	$Y = 59.6 + 0.18 X$	0.069 ± 4.61	*
Dig. Lignina	$Y = 48.9 + 0.22 X$	0.33 ± 21.9	N.S.
Dig. Proteína Cruda	$Y = 56.9 + 0.04 X$	0.10 ± 6.67	N.S.
Energía Digestible	$Y = 2.6 + 0.013X$	0.001 ± 0.71	N.S.

(1) Desviación estándar de la pendiente.

(2) Error estándar del residual.

(3) tb = Estadístico de la pendiente; N.S. = No significativo; * ($P \geq 0.05$).

CUADRO 5. COMPARACIONES PAREADAS ENTRE EL METODO POR COLECCION TOTAL DE HECES (CTH) Y LOS METODOS ALTERNATIVOS POR MEDIO DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

DIETA	Cr ₂ O ₃	CTH	CIA	CTH	<i>in vitro</i>	CTH
	64.8	59.2	49.6	51.6	56.8	60.5
	51.7	61.7	56.4	58.4	61.3	65.6
	53.1	69.7	63.5	61.3	66.9	63.8
	54.7	64.0	67.4	63.0	67.6	69.7
DIFERENCIA	- 7.58 ± 9.4a		0.064 ± 3.2		-1.2 ± 3.4	
t Pareada	1.61 n.s.		0.40 n.s.		0.70 n.s.	
Correlación	- 0.61 n.s.		0.97*		0.75 n.s.	
Recuperación del marcador	84.8 ± 21.9%		100.5 ± 9.8%			

a) Promedio ± Desviación estándar; unidades porcentuales.

* = (P ≥ 0.05)

digestibilidad fue sólo 1.2 unidades porcentuales, mayor que el método *in vivo*.

Shimada et al.²¹, encontraron que el método con CIA sobreestimó la digestibilidad de dietas para ovinos con ensilajes de cañuela de maíz en 9.0% unidades porcentuales respecto al método *in vivo*. Las cenizas se recuperaron del 102.6 al 125.3%.

Respecto al método *in vitro* difirió en -1.7 + 3.3% unidades porcentuales del coeficiente de digestibilidad obtenido por el método *in vivo* sin que fuera significativo estadísticamente ($P \geq 0.05$). Aguilar et al.¹ no encontraron diferencias estadísticas para la digestibilidad de la materia seca del panizo verde en ovinos entre el método *in vivo* e *in vitro*.

En el presente estudio los métodos *in vivo* e *in vitro* se correlacionaron bien en ($r = 0.75$), el cual no resultó estadísticamente significativo ($P \geq 0.05$). Van Soest²⁷ informa que la correlación fue de $r = 0.80$ entre el método *in vivo* e *in vitro* para la digestibilidad de 187 forrajes de diversas especies. Villatoro et al.²⁹ obtuvieron un coeficiente de correlación de $r = 0.86$ entre el método *in vitro* e *in vivo* siendo *in vitro* menor en $-6.4 \pm 3.3\%$ unidades porcentuales para la digestibilidad de la materia seca de dietas con diferentes niveles de yuca.

Se concluye que la PDL presenta buenos coeficientes de digestibilidad y su contenido energético es alto y se puede considerar dentro de los alimentos concentrados. Su uso en la alimentación animal dependerá de la oportunidad para adquirirla. Deben explorarse mayores niveles de PDL en las raciones. El método de cenizas insolubles en ácido puede ser un buen estimador de digestibilidad *in vivo*, ya que, es de fácil y rápida determinación en el laboratorio. El método de Cr_2O_3 requiere de que se determine cuidadosamente para que no se presenten grandes variaciones.

SUMMARY

In México, the lime production is approximately 500,000 metric tons per annum, of which 60% is consumed fresh while the rest is industrialized. For each ton of processed lime, 300 kilo of fresh pulp is

obtained. The agroindustrial remnants of the citrus industry are an important source of nutrients for ruminants. The objectives of this work were: to determine the apparent digestibility (AD) of dehydrated lime pulp (DLP) for sheep, to evaluate the effect of DLP on the digestibility coefficients (DC) of the fractions of fiber (FDN, FDA, Cellulose and lignin): Crude Protein (CP), Dried Matter (DM); Organic Matter (OM) and Digestible Energy Content. To compare the result of AD obtained with total collection of feces (TCF) to those obtained by acid insoluble ashes (AIA); chromium oxide (CO) and *in vitro*. For the method with TCF 4 adult sheep native x Suffolk were used which were arranged in a Latin Square experimental design to determine the DC. The levels of DLP on the diet were 0, 15, 30 and 45% of the DM the rest of the ration consisted of corn stover and alfalfa. In order to compare the alternative methods to determine the AD a Greco-Latin design was used. The DC and the DE for DLP was estimated by regression equations were: 78.68%, 81.6%, 71.03%, 77.06%, 77.95%, 71.2% and 3.9 Mcal for DM, OM, FDN, FDA, Cellulose and Lignin respectively. The comparison of methods by paired observations showed no significant difference ($P \geq 0.05$), while differences of DC of -7.58 ± 9.4 , 0.61 ± 3.19 and -1.74 ± 3.35 percent units for DM, obtained by TCF and CO, AIA and *in vitro*, respectively.

LITERATURA CITADA

1. AGUILAR H.A. CHEL G. L. Y CASTELLANOS R, A. 1982. Estudio comparativo de técnicas para determinar la digestibilidad del alimento en rumiantes y monogástricos. *Téc. Pec. Méx.*, 43:27.
2. BHATTACHARYA, A.N. and HARB, M. 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. *J. Anim. Sci.*, 36: 1175.
3. BLOCK, E. HELMER, H.L. and MULLER, D.L. 1981. Acid insoluble ash as a marker of digestibility for sheep fed corn plants or hay and for lactating dairy cattle fed hay *ad libitum*. *J. Anim. Sci.*, 52:1164.
4. COCHRAN, W.G. and COX, G.M. 1965. Diseños experimentales. Ed. Trillas, México, D.F., 145-161.
5. GOHL, B.I. 1973. Los subproductos de los cítricos para la alimentación del ganado. *Rev. Mund. Zoot.*, 5:24.
6. KANE, E.A. KACOBSON, W.C. and MOORE, L.A. 1950. A study of the use of chromium oxide and lignin as indicators of digestibility. *J. Dairy Sci.*, 33:385.
7. KOTB, A.R. and LUCKEY, T.D. 1972. Markers in nutrition. *Nutr. Abstr. Rev.*, 42:813.

8. LASSITER, J. VERNON, A. and McGAUGHEY, C.H. 1966. Chromic oxide as an index of digestibility of all-concentrate rations for sheep. *J. Anim. Sci.*, 25:44.
9. MARTINEZ P, J. and FERNANDEZ C, J. 1980a. Citrus pulp in diets for fattening lambs. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 5:11.
10. MARTINEZ P, J. and FERNANDEZ C, J. 1980b. Citrus pulp in diets for fattening rabbits. *Anim. Feed Sci and Tech.*, 5:23.
11. MICHELENA, J. LY, J. and PEREIRA, M. 1983. Evaluación de la pulpa de cítrico deshidratada como sustituto del grano de sorgo como fuente de energía para los rumiantes. *Rev. Cub. Cienc. Agr.*, 17:24.
12. MINSON, D.J. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility in the metabolizable energy. *Nutr. Abst. and Rev.*, 52:592.
13. MINSON, D.J. and McLEOD, N.M. 1972. The *in vitro* technique its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pastures sample. Division of tropical pastures, technical paper No. 8, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, 3-15.
14. MISSIAEN, E. 1981. Citrus in Mexico. United States Department of Agriculture. Foring Agriculture Service. En Medina, U.V.M., 1984.
15. ONCHI N, V.F. 1984. La industrialización del limón mexicano (*Citrus aurantifolia*, Swingle). Memoria II Simposioun sobre la Agroindustria del Limón Mexicano. INIA-SARH, Colima, México, 111-118.
16. OROZCO C, I. y OROZCO P, A. 1985. Utilización de la cáscara de limón (*Citrus aurantifolia*, Swingle) ensilada como fuente energético para toretes en engorda intensiva. Tesis de Licenciatura. Universidad de Chapingo. México.
17. RAMIREZ D, J.M. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de los cítricos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SARH, México, D.F.
18. RODRIGUEZ, V. 1971. El uso de la pulpa de cítricos deshidratados para la producción lechera. *Rev. Cub. Cien. Agríc.* 5:263.
19. SANTOS, A. Y AGUILERA, E. 1981. Niveles de sustitución de harina de maíz por pulpa de cítricos deshidratada en concentrados para terneros. Efecto en el comportamiento y salud de los terneros. *Rev. Cub. Cienc. Agríc.*, 15:141.
20. SCHAIBLY, G.E. and WING, J.M. 1974. Effect of roughage concentrate ration digestibility and rumen fermentation of corn silage citrus pulp rations. *J. Anim. Sci.*, 38:192.
21. SHIMADA M, A.S. WILSON, L.L. y HARPSTER, H.W. 1984. Digestibilidad de ensilajes de cañuela de maíz para borregos. *Rev. Cub. Cienc. Agríc.*, 31:68.
22. SCHNEIDER, B.H. and FLATT, W.P. 1975. The evaluation of feed through digestibility experiments. The University of Georgia Press, Athens, U.S.A., Varias.
23. SHRIVASTAVA, U.S. and TALAPATRA, S.K. 1962. Pasture studies in Uttar Pradesh. II Use of some natural indicators to determine the plane of nutrition of a grazing animal. *Indian J. Dairy Sci.*, 15:154.
24. TEJADA H, I. BERRUECOS V, J.M. y MERINO Z, H. 1980. Análisis bromatológicos de alimentos empleados como ingredientes en Nutrición animal. *Téc. Pec. Méx.*, 38:31.
25. TEJADA H, I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C., México, D.F.
26. VAN KEULEN, J. and YOUNG, B.A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.*, 44:282.
27. VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. *O & B, Books, Inc.* Oregon, U.S.A., Varias.
28. VELLOSO, L. 1989. Use of citrus pulp in animal feeding. *Review Nutr. Abst. Rev.*, 59.
29. VILLATORO, E. VINAY J, C. LOPEZ, J. y BARRADAS B, H. 1984. Niveles de harina de yuca en la dieta de borrego Pelibuey. Digestibilidad y comportamiento animal. Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, SARH, UNAM, México, D.F., 70.
30. WING, J.M., 1975. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complets feed for dairy cattle *J. Dairy Sci.*, 58:63.