

## Estudio de Razas Occidentales de Maíz Nativo (*Zea mays*, L. poaceae) y sus Características para Forraje

JIMÉNEZ-CORDERO, Ángel\*†, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, MORENO-LLAMAS, Gabriel y GUERRERO-GARCÍA, Fátima

*Instituto para Manejo y Aprovechamiento de los Recursos Fitogenéticos (IMAREFI). Centro de Estudios de Nutrición Animal, CUCBA. Departamento de Producción Animal, CUCBA. Cuerpo académico Sistemas Pecuarios de Producción CA715. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara. Nextipac, Zapopan, Jal. Tel. y fax 01(33)36820743 y 37771177.*

Recibido 3 de Abril, 2015; Aceptado 25 de Junio, 2015

### Resumen

El objetivo fue determinar materia seca, proteína, fibras detergente neutro y ácido, lignina, digestibilidad in vitro y energía neta de ganancia de peso, en 119 colectas de maíz nativo de Occidente y un híbrido; con el diseño completamente al azar en dos repeticiones; las muestras del Campo Experimental del CUCBA en 2009P/V, se procesaron en el Laboratorio de Calidad de Alimentos. Las razas Ancho; Mushito; Tabloncillo; Tuxpeño y Elotes occidentales, con energía neta para ganancia de peso entre 1.17 y 1.42 Mcal kgMS<sup>-1</sup>, superaron al testigo híbrido amarillo. Tabloncillo perla, con 80 a 91% de materia seca y ciclo intermedio-precoc (65 días a espigamiento), es más eficiente para acumular materia seca que las razas Mushito, Tuxpeño y Elotes Occidentales (más de 75 días a espigamiento). Los grupos raciales Mushito, Tabloncillo perla, Elotes occidentales, Elotero de Sinaloa, Ancho, Onaveño y Tabloncillo, tienen baja lignina, entre 19.3 y 22.2%, y tienen el mayor acame. Se requiere balance entre poca lignina para digestibilidad de la materia seca y contenido adecuado para evitar el acame. Las colectas con mejor digestibilidad, 75 a 83%, de Ancho, Mushito, Tabloncillo, Tuxpeño y Elotes occidentales, tienen alto contenido de materia seca disponible para el ganado.

**Zea mays, cultivares nativos, fibras, digestibilidad.**

### Abstract

We characterized 119 maize landraces from western Mexico and a yellow hybrid for forage traits. Plants were grown in Zapopan, Jalisco in 2009 in rainfed. Traits were weight gain net energy, dry matter, crude protein, neutral and acid detergent fiber, lignin and in vitro dry matter digestibility. Evaluation was done in a randomized complete block design with two replications. Results show races Ancho, Mushito, Tabloncillo, Tuxpeño and Elotes occidentales were the best for weight gain net energy (1.17 to 1.42 Mcal kgDM<sup>-1</sup>). The medium-early race Tabloncillo perla, with a rank of 80 to 91% dry matter and 65 days to tassel, was more efficient in accumulating dry matter than Mushito, Tuxpeño and Elotes Occidentales (more than 75 days to tassel). Racial complexes Mushito, Tabloncillo perla, Elotes Occidentales, Elotero de Sinaloa, Ancho, Onaveño and Tabloncillo, have low lignin content, between 19.3 and 22.2%, but have the highest lodging. Since the agronomical and the feeding points of view, it is necessary a balance in the lignin content to achieve good dry matter digestibility and lodging resistance in the field. The best dry matter digestibility was found in the races Ancho, Mushito, Tabloncillo, Tuxpeño and Elotes occidentales, between 75 and 83%.

**Zea mays, maize landraces, fibers, digestibility.**

**Citación:** JIMÉNEZ-CORDERO, Ángel, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, MORENO-LLAMAS, Gabriel y GUERRERO-GARCÍA, Fátima. Estudio de Razas Occidentales de Maíz Nativo (*Zea mays*, L. poaceae) y sus Características para Forraje. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2015, 2-3:468-476

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: ajc\_swlabr@hotmail.com.mx.)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El objetivo de este trabajo fue describir las características del forraje y su potencial para uso pecuario, de cultivares nativos de maíz del occidente de México. En Occidente, numerosos ganaderos y agricultores cortan el maíz cuando el grano comienza a madurar y lo amonan; lo dejan secar para moler la planta completa al final de la temporada; esta actividad simplifica y reduce costos, ya que los pequeños agricultores y ganaderos no disponen de maquinaria para ensilar. La información sobre la condición nutrimental de la planta en la etapa fenológica de maíz maduro, es escasa para los cultivares nativos, pese a que en Jalisco, una superficie estimada de unas 100,000 hectáreas de maíces mejorados y nativos, se proporciona al ganado en la forma descrita. En la región Altos de Jalisco, una de las cuencas lecheras más importantes de México, los maíces destinados al ensilaje deben poseer una alta producción de materia seca, ser de fácil digestión y de ciclo intermedio o intermedio-precoc para adaptarse mejor a la estación de crecimiento y a la humedad disponible (Ramírez, 2006); en el presente estudio se plantea la hipótesis que puede haber cultivares nativos que llenen dicha necesidad.

Valor de las fibras como forrajes. La fibra cruda es una medida de la cantidad de material fibroso de un forraje; está formada por celulosa, hemicelulosa y lignina (Tejada, 1985). El rastrojo de maíz tiene un elevado contenido de fibra indigestible debido a la lignina y un nivel bajo de proteína cruda; por lo general se destina a raciones de animales no lactantes o becerros en engorda, con requisitos de energía menores que una vaca en producción (Wattiaux, 1994). El rendimiento de grano de maíz no se relaciona directamente a la calidad total de la planta ensilada, porque no refleja por sí mismo el valor alimenticio total de un cultivar de maíz, los componentes determinantes son los valores de fibra en la materia seca (Chandler, 1997).

Martín et al. (2008) encontraron que los cultivares nativos de ciclo intermedio-precoc tuvieron un mejor comportamiento que el testigo híbrido de ciclo intermedio-tardío, en las condiciones de temporal en Tepatitlán, Jalisco. Ramírez (2006) sugiere que los maíces para la alimentación del ganado, deben caracterizarse con índices agroclimáticos y con indicadores de calidad forrajera, para definir áreas de producción y genotipos adecuados.

Carbohidratos estructurales. La celulosa y hemicelulosa asociadas con la lignina, son las fibras de la pared celular, y son el principal componente de los tallos de maíz. La población microbiana del rumen tiene las enzimas que extraen glucosa de la celulosa y de la hemicelulosa (Wattiaux, 1994). Las estimaciones de las fibras en los análisis de alimentos son la fibra cruda, la fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA), (Van Soest y Wine, 1968; Tejada, 1985). La FDN es la mejor expresión de la fibra disponible para el rumiante. La FDA consiste en celulosa, lignina, cutina y cenizas ácido insolubles. La diferencia entre las paredes celulares (FDN) y la FDA es una estimación de la hemicelulosa (Van Soest y Wine, 1968). La lignina no es un carbohidrato y es casi indigestible en el rumen. A medida que madura la planta, el contenido de lignina aumenta y sus moléculas se ligan a los carbohidratos; el resultado es que la celulosa y la hemicelulosa de las paredes celulares resultan menos digestibles (Wattiaux, 1994).

Estimación de la energía de los forrajes. En el laboratorio se analiza la composición de la materia seca, fibras, proteínas y digestibilidad; estos valores se introducen en ecuaciones de regresión para obtener una estimación de la energía del forraje, lo cual permite conocer el verdadero valor alimenticio de la materia seca y como puede ser utilizada en la producción de leche o de carne (Chandler, 1997).

## Materiales y métodos

En Junio 27 de 2009 se sembraron en el Campo Experimental del CUCBA, en condiciones de temporal o seco, 119 poblaciones de maíz nativo (Tabla 1) y un híbrido testigo. La fertilización a la siembra fue 50-50-0 y densidad de 45,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se obtuvieron muestras de cuatro plantas con competencia completa de cada entrada; se cortaron a 2.5 x 2.5 centímetros; el material se homogeneizó; una muestra de un kilogramo se colocó en bolsa de plástico hermética y se llevó al laboratorio. Las plantas se cortaron entre 39 y 48 días después de la floración, para obtener información sobre el estado de las fibras en el estado fenológico de grano 4/4 de masoso. El análisis de las muestras se hizo en el Laboratorio de Calidad de Alimentos del CUCBA (Tabla 2). Los resultados se analizaron con el diseño completamente al azar en dos repeticiones.

GRUPO RACIAL	ESTADO			
	Jal	Mich	Nay	Sin
Ancho	3			
Bofo	2		2	
Celaya	3	1		
Dulce		1		
Elotes Cónicos		2		
Elotes Occidentales	2	1	2	
Elotero de Sinaloa	2		2	2
Jala			4	
Mushito		36		
Pepitilla	1			
Tabloncillo	16		6	3
Tabloncillo Perla	1		7	1
Tuxpeño	3		8	1
Onaveño			1	2
Generación avanzada de híbrido	3	1		
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>32</b>	<b>9</b>

**Tabla 1** Número de colectas de cada raza de maíz y entidad federativa de procedencia.

VARIABLE	MÉTODO	REFERENCIA
Energía neta para ganancia de peso (ENG)	Ecuación	Pioneer Hi-Bred Int. (1990)
Materia seca (MS)	Secado y diferencia de peso	Hernández <i>et al.</i> (2008)
Proteína cruda (PC)	Kjeldahl	Hernández <i>et al.</i> (2008)
Lignina (LIG), fibras detergente neutro (FDN) y ácido (FDA)	Fracción de fibra	Van Soest y Wine (1968)
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIV)	Digestión	Ankom Technology, incubador Daisy II <sup>200/220</sup>

**Tabla 2** Variables y métodos de análisis utilizados para la evaluación de 119 maíces nativos de Occidente.

## Resultados y Discusión

El ANVA para las siete variables mostró significancia ( $p < 0.05$ ) para colectas. En la Tabla 3 se presentan la significancia estadística de los 120 maíces y las 9 variables analizadas.

	FV	ENG	MS	PC	FDN
Bloques		3.04ns	3.5ns	0.25ns	2.38ns
Colectas		19.7*	31.1*	48.3*	102.2*
		FDA	LIG	DIV	
Bloques		1.02ns	0.14ns	3.04ns	
Colectas		60.6*	51.0*	19.7*	

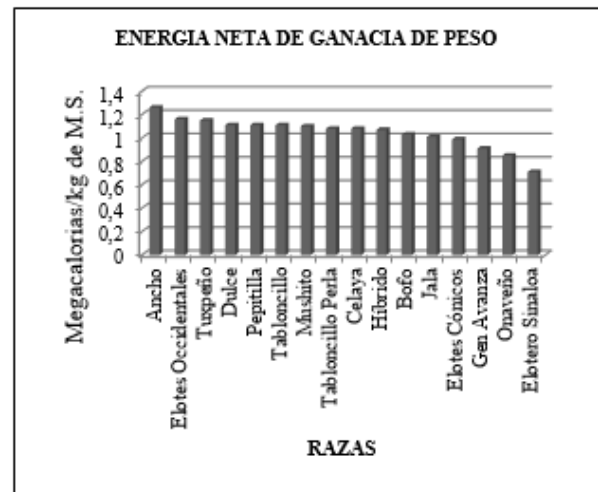
ns: no significativo; \*: significativo  $p \leq 0.05$ ; ENG= energía neta para ganancia peso; MS= materia seca; PC= proteína cruda; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; LIG= lignina; DIV= digestibilidad *in vitro* materia seca.

**Tabla 3** Cuadrados medios y significancia estadística de las variables analizadas.

Energía neta para ganancia de peso (ENG). En el presente estudio se estimó la energía neta para ganancia de peso, porque los maíces nativos con mayor frecuencia se aprovechan para alimentar el ganado de carne.

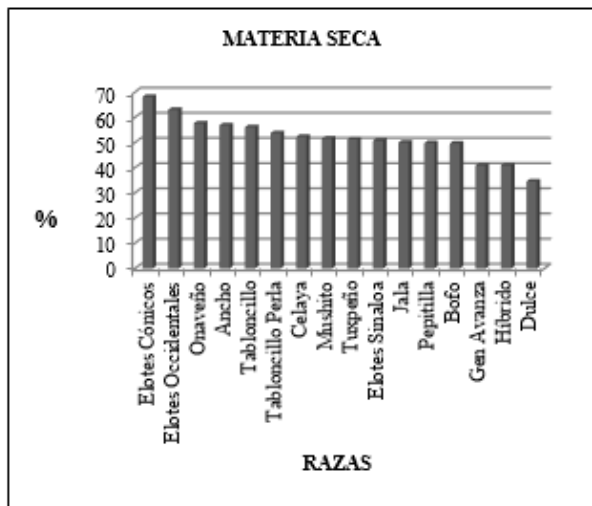
No se encontraron referencias de la calidad nutricional del maíz en estado maduro, por eso se toma como punto de comparación la información sobre ensilados. Evaluaciones en ocho estados de México, muestran que la ENL de los híbridos comerciales varía entre 1.2 y 1.6 Mcal/kg MS (Báez et al., 1999, 2000, 2001; Faz et al., 2000; Herrera et al., 1997; Núñez et al., 2003). En el presente trabajo, el grupo de colectas con mejor ENG presentó de 1.17 a 1.42 Mcal/kg MS, en accesiones de las razas Ancho, Tuxpeño, Mushito, Tabloncillo y Elotes Occidentales (Anexo 1). Las colectas del grupo estadístico superior, pueden proporcionar una adecuada energía a los rumiantes en engorda. Estos materiales también muestran una mejor energía que el híbrido amarillo LUG21xLUG282, cuya ENG es de 1.07. Los híbridos mencionados en la literatura se cosecharon para ensilaje, con el grano en la etapa fenológica de elote con 2/4 del grano masoso. Los maíces nativos del presente trabajo se cosecharon en la etapa fenológica cercana a la madurez fisiológica, con el grano duro 4/4 de masoso. Como la lignificación aumenta a medida que el maíz madura y disminuye la digestibilidad (Núñez et al., 1999), las diferencias encontradas entre los resultados de este trabajo y los de otros estudios pueden deberse a dicho fenómeno.

Materia seca (MS). La materia seca es el total de compuestos que la planta acumula según su metabolismo (Pond y Church, 2003). En la medida que haya más materia seca en un forraje, habrá más nutrientes disponibles para el ganado. Cuatro de las nueve colectas de Tabloncillo Perla, están en el primer grupo estadístico con un alto contenido de materia seca (Anexo 1). Tabloncillo perla es una raza de ciclo intermedio precoz, con 65 días a espigamiento (Martín, 2007), por lo que al momento del muestreo con el grano maduro, la planta presentó un bajo contenido de humedad.



**Gráfico 1** Promedio de energía neta para ganancia de peso (Mcal kg MS-1) de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas de híbridos del occidente de México.

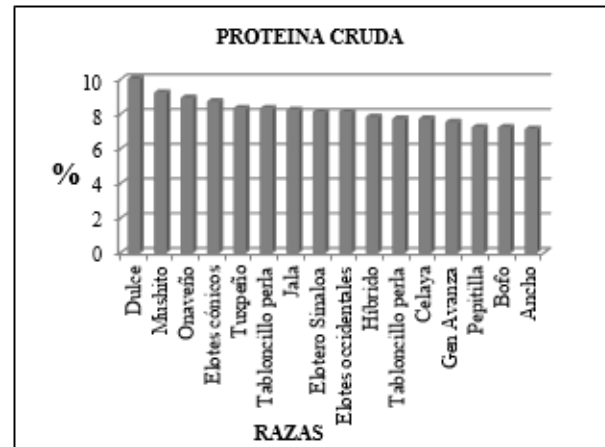
Arguillier et al. (2000) y Peña et al. (2002), muestran que los maíces de ciclo intermedio precoz, tienen mayor flexibilidad para producir materia seca de calidad, proporcionan una mejor alimentación para el ganado, como se observó en Tabloncillo Perla. Colectas de razas con ciclo vegetativo más largo, entre 75 y 80 días a espigamiento (Martín, 2007), como Mushito, Tuxpeño y Elotes Occidentales tienen buena capacidad de acumulación de materia seca, aunque con menor eficiencia que Tabloncillo Perla. En este trabajo se observó que las colectas con los valores más altos de ENG, tienen cantidades variables de materia seca, lo cual coincide con lo encontrado por Wiersma et al. (1993). Núñez (1999) y Laurer et al. (2001) señalan que los maíces de alto rendimiento de grano, no siempre correlacionan con la calidad del forraje, y que tampoco existe asociación completa entre el rendimiento de materia seca y el valor energético del forraje.



**Gráfico 2** Promedio de % materia seca de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas de híbridos del occidente de México.

Proteína cruda (PC). El grupo estadístico con los valores más altos de proteína, está formado por las colectas M05083 (Tuxpeño) y M05087 (Mushito). Para propósitos de interpretación, también se consideran las colectas del segundo grupo estadístico. Las razas Tuxpeño (M05038 y M04003); Mushito (M05087, M05083, M05069 y M05081) y Tabloncillo Perla (M05090), conforman los complejos raciales con materiales de mejor proteína (Anexo 2). El contenido de proteína en maíces híbridos forrajeros comerciales en México, varía en un rango de 7.0 a 9.8% (Herrera et al., 1997, Báez et al., 1999, 2000, 2001; Faz et al., 2000); otros autores informan sobre niveles de 7.0 a 11.0% (Laurer et al., 2001). En el presente trabajo se identificó una variación importante en el contenido de proteína cruda de la planta, entre las diferentes colectas y grupos raciales estudiados. Colectas de las razas Tuxpeño y Mushito como preponderantes, así como una colecta de Tabloncillo Perla, tienen entre 10.5 y 12.3% de proteína, que son niveles comparables o ligeramente superiores a los informados en la literatura para híbridos forrajeros comerciales.

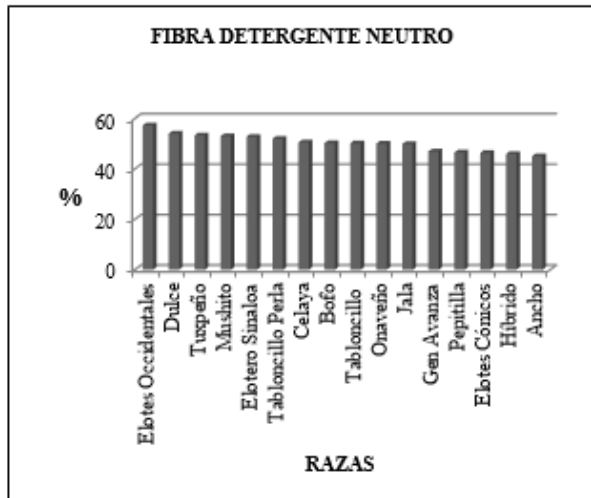
Aunque las colectas que tienen un mayor contenido de materia seca son diferentes a las de proteína más elevada, es notable que pertenezcan a los mismos grupos raciales, como son Mushito, Tuxpeño y Tabloncillo Perla.



**Gráfico 3** Promedio de % proteína de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas de híbridos del occidente de México.

Fibra detergente neutro (FDN). La estimación de FDN permite separar las partes de la materia seca solubles y accesibles de las que no son totalmente aprovechables (Tejada, 1985), pero debe mantener un balance con otros componentes nutricionales como la proporción de mazorca. Los híbridos de maíz que tengan más del 50% de su materia seca en la mazorca y fibra detergente neutro inferior a 50%, entregan valores energéticos satisfactorios al ganado (Fonseca et al., 2000; Núñez et al., 2003). Los maíces nativos en los que se encontró el nivel más alto de FDN, pertenecen a las razas Mushito y Tabloncillo Perla, con un rango de 61.4 a 64.6% (Anexo 2), como su FDN es superior a 50% y no tienen más del 50% de materia seca en su mazorca, producen poca energía. En las colectas estudiadas, el carácter FDN no contribuye definitivamente a la producción de energía.

Fibra detergente ácido (FDA). El grupo estadístico con los valores más altos de fibra detergente ácido, está formado por colectas de Tabloncillo perla (M05090) y Mushito (M05079 y M05058), (Anexo 2).



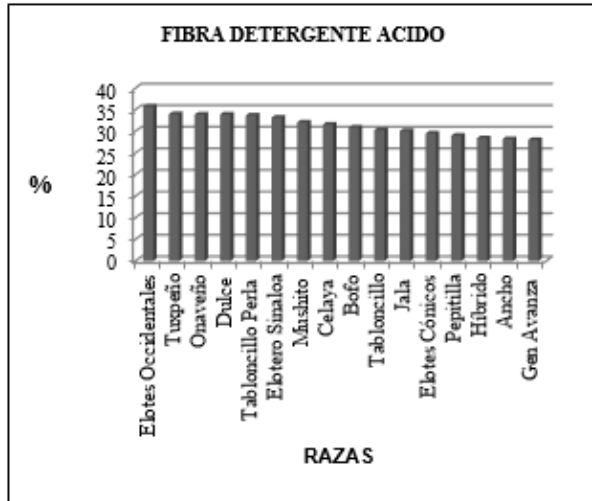
**Gráfico 4** Promedio de % fibra detergente neutro de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas de híbridos del occidente de México.

El contenido de FDA aumenta cuando la humedad del suelo se restringe (Núñez et al., 1999). Las colectas de este trabajo, cosechadas cerca de la madurez fisiológica, dispusieron de menos humedad al final del temporal de lluvias, que las consignadas en la literatura en condiciones de riego. Los híbridos comerciales de maíz en regiones ganaderas de México, tienen FDA que varía entre 20.2 y 39.7% (Báez et al., 1999, 2000, 2001; Faz et al., 2000; Herrera et al., 1997). En el presente trabajo, las colectas con mayor proporción de FDA resultaron de las razas Tabloncillo perla y Mushito, en un rango de 40 a 43.8%. Como FDA es una estimación del contenido de la celulosa más la lignina; la diferencia entre FDA y LIG, es la proporción de celulosa que está presente en las fibras del maíz. Un alto contenido de FDA es un indicador de la celulosa disponible para el rumiante, si la variable LIG muestra valores moderados.

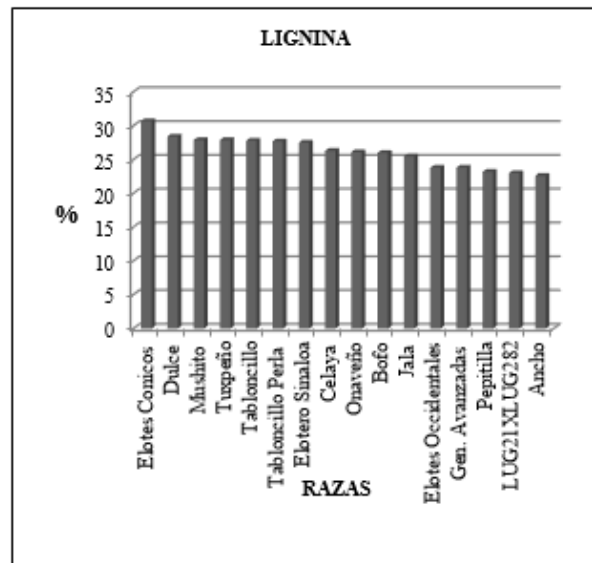
En esta investigación se encontró que numerosas colectas tienen valores altos de FDA y al mismo tiempo un elevado contenido de LIG, por lo que tienen baja energía para el ganado.

Lignina (LIG). Las razas de maíz que mostraron en promedio los valores más bajos de lignina son Ancho (22.6%), Pepitilla (23.2%), Elotes Occidentales (23.8%); estos valores resultaron comparables con los del híbrido forrajero LUG21xLUG282 (23%) y las generaciones avanzadas de híbridos (23.8%) (Anexo 3). Cuando la planta llega a su madurez, aumenta el contenido de lignina en el forraje. Los niveles bajos de LIG dan lugar a los mejores valores de ENG, porque la energía es inversamente proporcional a la cantidad de fibra no digerible en el forraje (Núñez et al., 1999). El grupo estadístico con menor contenido de LIG está conformado por colectas de las razas Mushito, Tabloncillo Perla, Elotes Occidentales, Elotero de Sinaloa, Onaveño, y Tabloncillo, con valores entre 19.28 y 22.15%. En este trabajo, los maíces con mayor ENG son los que tienen al mismo tiempo niveles bajos de LIG. Para la alimentación del ganado, la lignina debe ser reducida ya que no es digerible. Como la lignina proporciona soporte y rigidez al tallo para que la planta permanezca erecta, se requiere balance entre un bajo contenido de lignina para facilitar la digestibilidad de la materia seca, y un nivel adecuado para evitar el acame de la planta. Las colectas de las razas Tabloncillo Perla, Elotes Occidentales, Elotero de Sinaloa, Ancho y Tabloncillo que identificamos con bajos niveles de lignina, Martín (2007) informa que tienen un promedio de acame de tallo del 8.8% y un promedio de acame de raíz de 34.7%. Mientras que las colectas que encontramos con alta lignina, de las razas Tabloncillo Perla, Mushito y Celaya, Martín (2007) encontró que tienen en promedio de acame de tallo 4.6% y acame de raíz de 24.4%.

Estas evidencias sugieren que el acame en maíces nativos está relacionado con el contenido de LIG en las fibras de la planta.



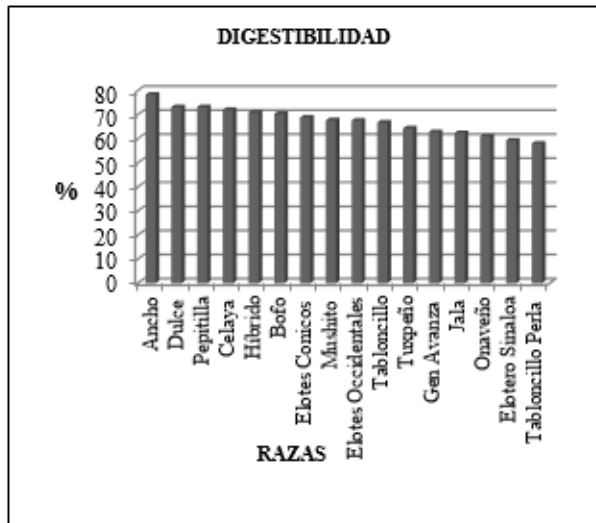
**Gráfico 5** Promedio de % fibra detergente ácido de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas de híbridos del occidente de México.



**Gráfico 6** Promedio de % lignina de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas del occidente de México.

Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIV). Los maíces con mejor digestibilidad fueron Ancho (M05099 y M05002); Mushito (M05082, M05081 y M05072); Tabloncillo (M05024, M05023 y Tabloncillo típico); Tuxpeño (INIFAP30) y Elotes Occidentales (M05053). La DIV de estos materiales osciló entre 75.3 y 83.8% (Anexo 3).

El forraje seco de maíz es menos digerible al madurar la planta porque aumenta el contenido de lignina, la cual dificulta a las bacterias del rumen degradar la celulosa y hemicelulosa en compuestos asimilables para el ganado (Wattiaux, 1994). Lundval et al. (1994) señalan que la digestibilidad de hojas y tallos en maíz difiere entre genotipos con valores que van del 58.0 a 67.6% y de 26.2 a 65.0% respectivamente. En el presente estudio se estimó la digestibilidad del total de la planta, por lo que los valores aquí informados son ligeramente diferentes a los del citado autor. Como el muestreo se efectuó con el grano maduro, las plantas del presente trabajo se encontraban en un estado de fenológico más avanzado, con menor humedad, más fibras estructurales, y más almidones en el grano, a diferencia de la etapa fenológica de elote citada en la literatura. Laurer et al. (2001) informan que la digestibilidad del forraje de maíces para grano varía entre 54 y 86%. En el presente estudio, los valores más altos de digestibilidad de diez colectas, se encuentran entre 75 y 83.8%, así que el grupo de colectas con mejor DIV son de interés, porque a pesar de la madurez de la planta, una proporción considerable de su materia seca está disponible para nutrir al rumiante. Los grupos raciales a los que pertenecen estos materiales son Ancho, Tabloncillo, Mushito y Tuxpeño, que además superaron en DIV al híbrido testigo LUG21xLUG282. Estos resultados muestran que los maíces nativos tienen un grado de digestibilidad tan bueno como el de los híbridos, y pueden ser valiosos para una mejor alimentación del ganado.



**Gráfico 7** Promedio de % digestibilidad de 14 grupos raciales y generaciones avanzadas de híbridos del occidente de México.

## Conclusiones

Las colectas con mayor ENG pertenecen a las razas Ancho (M05099 y M0502); Mushito (M05082, M05081 y M05072); Tabloncillo (M05024, M05023 y Tabloncillo típico); Tuxpeño (INIFAP30) y Elotes Occidentales (M05053), con un rango entre 1.17 y 1.42 Mcal kgMS<sup>-1</sup>; el híbrido de grano amarillo LUG21xLUG282 (ENG=1.07) estadísticamente es inferior.

Colectas de Tabloncillo Perla (M05090, M05094, M05093, e INIFAP23); Mushito (M05050 y M05080); y Tabloncillo (M05091), tienen el mayor contenido de materia seca, entre 80 y 91%.

Tabloncillo Perla, de ciclo intermedio precoz y 65 días a flor masculina, es más eficiente para acumular materia seca que razas de ciclo más largo, como Mushito, Tuxpeño y Elotes Occidentales, de 75 a 80 días a espigamiento.

Las colectas con menor lignina de Mushito (M05052, M05048, M05049, M05068 y M05072), Tabloncillo Perla (M05093 e INIFAP14), Elotes Occidentales (M05053 y M05089), Elotero de Sinaloa (M05098), Ancho (M05002), Onaveño (INIFAP26) y Tabloncillo (INIFAP46), con un rango de 19.28 a 22.15% de LIG.

Las colectas con mejor DIV mostraron entre 75 y 83%; son de Ancho (M05099 y M05002); Mushito (M05082, M05081 y M05072); Tabloncillo (M05024, M05023 y Tabloncillo típico); Tuxpeño (INIFAP30) y Elotes Occidentales (M05053).

Los resultados de este trabajo permiten conocer una parte del potencial aun no aprovechado que existe en las poblaciones nativas de maíz, razón por la cual el acervo genético que está en manos de los agricultores tradicionales debe ser preservado, tanto in situ como ex situ en bancos de germoplasma, y ponerlo a disposición de los programas de fitomejoramiento y de ganaderos.

## Referencias

Allen, M. S. 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *J. Dairy Sci.* 80:1447-1462.

Arguillier, O., V. Medichin y J. Barriere. 2000. Inbred line evaluation and breeding for digestibility-related traits in forage maize. *Crop Sci.* 40:1596-1600.

Alpura, 2000. Evaluación de híbridos de maíz para ensilar. Verano 2000. Ganaderos productores de leche pura S.A. de C.V. Cuautitlán Izcalli, México. 21 p.



Báez Duran S., C. Aguilar Ruiz, H. Gutiérrez Quiroz, A. Herrera Avilés y B. Martínez Pando. 1999. Evaluación de híbridos para ensilar. Departamento de servicios técnicos agropecuarios Alpura 20 pp

Báez Duran S., C. Aguilar Ruiz, H. Gutiérrez Quiroz, A. Herrera Avilés y B. Martínez Pando. 2000. Evaluación de híbridos para ensilar. Departamento de servicios técnicos agropecuarios Alpura 20 Pp.

Báez Duran S., C. Aguilar Ruiz, H. Gutiérrez Quiroz, A. Herrera Avilés y B. Martínez Pando. 2001. Evaluación de híbridos para ensilar. Departamento de servicios técnicos agropecuarios Alpura, 21 pp

Clark, P. W. and L. E. Armentano. 1993. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grain compared with alfalfa haylage. *J. Dairy Sci.* 76:2644-2650.

Chandler, Paul T. 1997. Evaluación de variedades para producir ensilados en vacas lecheras. In: III conferencia internacional sobre nutrición y manejo. Gerencia de asistencia técnica LALA alimentos S.A. de C.V. Gómez Palacio, Dgo.

Faz Contreras, Rodolfo, Gregorio Núñez Hernández y Rolando Herrera Saldaña. 2000. Híbridos de maíz y sorgo forrajeros para ensilar en La comarca Lagunera. Primavera 2000. SAGAR, INIFAP, Gerencia técnica del grupo LALA, S.A. de C.V. 13p.

Firkins, J. L. 1977. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. *J. Dairy Sci.* 80:1426-1437.

Fonseca, A.J.M., A.R.J. Cabrita, A.M. Lag y E. Gomes. 2000. Evaluation of chemical composition and particle size of maize silages produced in north- west of Portugal. *Anim. Feed Sci. Tech.* 83: 173-183.

Herrera y Saldaña, R., F. Eduardo Contreras, R. Faz Contreras y G. Núñez. 1997. Resultados de la evaluación de 17 híbridos de maíz y 8 variedades de sorgo en la Comarca Lagunera. III Conferencia Internacional sobre Nutrición y Manejo. Gómez Palacios, Dgo. México, 122 pp.

Laurer, J., J.G. Coors and R. Shaver. 2001. Corn silage brown midrib, waxy high oil and others. In: Proceedings of the 31th State California alfalfa and forage symposium. Cooperative Extension Service, University of California. Modesto, CA.

Lundval J. P., D. R Buxton, A. R. Hallauer y J. R. George. 1994. Forage quality variation among maize inbreds: in vitro digestibility and cell-wall components. *Crop Sci.* 34: 1672 – 1678.

Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463-1481.

Matsuo, T. 1975. Adaptability, stability and productivity of varieties in crop plants. In: Adaptability in plants. T. Matsuo (ed.) JIBP synthesis. 6:173-177.

Martín López, José G., José Ron Parra, José J. Sánchez González, Lino de la Cruz Larios, Moisés M. Morales Rivera, José A. Carrera Valtierra, Alejandro Ortega Carmona, Víctor A. Vidal Martínez y Manuel de J. Guerrero Herrera. 2008. Caracterización agronómica y morfológica de maíces nativos del noroccidente de México. *Rev. Fitotec.* Vol. 31(4):331-340.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh revised edition. The National Academy of Sciences. U.S.A. 381 pp.

Núñez H.G., G.F. Contreras G., C.R. Faz y S.R. Herrera 1999. Componentes tecnológicos para la producción de ensilajes de maíz y sorgo. SAGAR INIFAP. Centro Regional Norte Centro Campo Experimental La laguna. Torreón, Coahuila, Méx. 52 pp.

Núñez H.G., G.F. Contreras G., C.R. Faz y S.R. Herrera 2003. Características agronómicas y químicas en híbridos de maíz para forraje de alto valor energético. Tec. Pec. Mex. 41(1):37-48.

Peña R. A., H.G. Núñez y F. González C. 2002. Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. Tec. Pec. Mex. 40(3):215-228.

Pioneer Hi-Bred International, Inc. 1990. Pioneer forage manual, a nutritional guide. Des Moines, Iowa, EUA. 24p.

Pond, W.G. y D.C. Church. 2003. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, Editorial Limusa, 205 pp.

Ramírez Vega, Humberto. 2006. Parámetros fenoprodutivos del maíz forrajero y su asociación con el índice potencial de rendimiento lechero. Tesis doctorado en ciencias. Universidad de Colima. Tecomán, Colima. 106 p.

Rivera Palacios, Felipe de J. y Fernando Galván Castillo. 2003. La producción de forraje como alternativa para mejorar los sistemas agropecuarios en el estado de Guanajuato. Dir. Gral. de Agric. Sria. de Desarrollo Agropecuario y Rural del Estado de Guanajuato. 12 p.

Swain, S. M. and L. E. Armentano. 1994. Quantitative evaluation of fiber from nonforage sources used to replace alfalfa silage, J. Dairy Sci, 77: 2318 – 2331.

Tejada de Hernández, I. 1985. 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. Km. 15.5 Carr. México-Toluca, Palo Alto, D. F. p. 276.

Van Soest, P. J. y R. H. Wine, 1968. Chemical Analysis. J. Assoc. of Chem. Anals 51:780.

Van Soest P.J., J. B. Robertson, y B.A. Lewis 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharids in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Vaughan, K. K., S. M. Swain and L. E. Armentano. 1991. Effectiveness of NDF from ground corn cobs and wheat middlings compared to alfalfa silage. J. Dairy Sci. 74, Suppl. 1:220.

Wattiaux, Michel A. 1994. Guia Técnica Lechera. Nutrición y Alimentación. Traducción de J. Homan, Ma. Carmen Moreno y Ana María Rodríguez. Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Programa Internacional de Agricultura. Universidad de Wisconsin, Madison, E.U.A. 130 p.

Wiersma, D.W., P.R. Carter, K.A Albrecht and J.G. Coors. 1993. Kernel milkline stage and corn forage yield, quality and dry matter content. J. Prod. Agric. 6:94-99.