

## Producción y calidad nutritiva de maíz bajo condiciones de secano en Aguascalientes, México

Ernesto Flores Ancira<sup>§</sup>  
Abraham Díaz Romo  
Carlos Haubi Segura  
Mario Alejandro López Gutiérrez

<sup>1</sup>Centro de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad núm. 940, Ciudad Universitaria, Aguascalientes, Aguascalientes, México. CP. 20131. (adiazr@correo.uaa.mx; drhaubi@yahoo.com; malopez@correo.uaa.mx).

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: efancira@gmail.com.

### Resumen

En Aguascalientes, durante 2014-2016, se evaluó la producción de grano y rastrojo y la calidad nutritiva de maíz durante 2014-2015, cultivado bajo condiciones de secano en los municipios del El Llano (LL) y Rincón de Romos (RR). La producción (grano + rastrojo) fue de 2 413, 1 072 y 2 059 kg ha<sup>-1</sup> y 699, 318 y 483 kg ha<sup>-1</sup> para El Llano y Rincón de Romos, durante 2014, 2015, y 2016 respectivamente. El rastrojo en LL resultó con 2 113, 969 y 1 856 kg ha<sup>-1</sup>, contra 419, 191 y 290 kg ha<sup>-1</sup> obtenido en RR para los años 2014, 2015, y 2016 correspondientemente. La producción de grano fue de 299, 103, y 201 kg ha<sup>-1</sup>, contra 280, 127 y 193 kg ha<sup>-1</sup> para los mismos municipios y años recíprocamente. La proteína cruda resultó similar ( $p \geq 0.05$ ) en el año 2014 con 6.7 y 6.2% y diferente ( $p \leq 0.05$ ) en 2015 con 5.3 y 2.9%, para los mismos municipios. La fibra detergente neutro resultó similar ( $p \geq 0.05$ ) con 55.8 y 56.6%, y 61.4, 65.2%, para RR y LL durante 2014 y 2015 respectivamente. La fibra detergente ácido difirió ( $p \leq 0.05$ ) de 30.9 y 30.2% y 34.6 y 38.3% durante los años 2014 y 2015 en RR y LL respectivamente. Las curvas ajustadas de digestibilidad *in situ* de la materia seca fueron similares ( $p \geq 0.05$ ) en las dos localidades RR y LL, y los períodos de evaluación 2014 y 2015.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., calidad nutritiva, grano, rastrojo, temporal.

Recibido: agosto de 2018

Aceptado: octubre de 2018

## Introducción

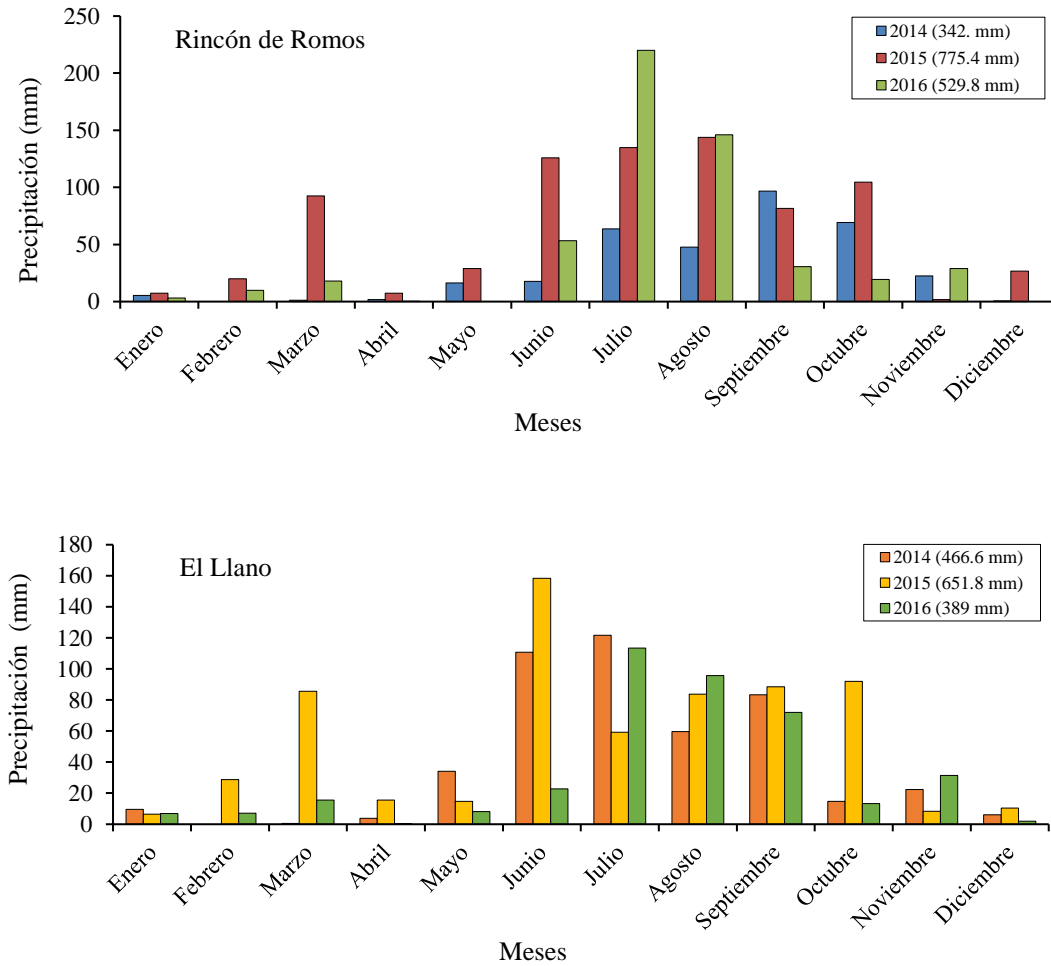
México y la región mesoamericana son el centro de origen del maíz *Zea mays* L. y de su diversificación en las más de 50 razas nativas reconocidas en nuestro territorio (Kato, 2005). El maíz representa, conjuntamente con el frijol *Phaseolus vulgaris* L., la base de la alimentación de la mayoría de las familias mexicanas, y cada año se cultivan de 7 a 8.5 y de 1.8 a 2.1 millones de hectáreas de maíz y frijol, respectivamente (CEFP/054/2004; CEFP/004/2007), de las cuales, 85% se cultivan bajo condiciones de temporal (Miramontes, 2011), mismas que aportan 65% del total de grano de maíz producido en México. El país es deficitario en maíz amarillo, que tiene diversos usos, principalmente pecuario, por lo cual se tienen requerimientos de importación superiores a los cinco millones de toneladas promedio anual (SAGARPA-SIAP, 2015).

El potencial de rendimiento del cultivo del maíz para grano bajo condiciones de riego es superior a las 20 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, en México, el promedio nacional para riego es de 5.2 t ha<sup>-1</sup> y 2 t ha<sup>-1</sup> para temporal (Miramontes 2011). En Aguascalientes, se cultivan anualmente una superficie de alrededor de 122 000 ha bajo condiciones de secano principalmente de maíz, con resultados productivos desastrosos, y el efecto erosivo de las actividades mecánicas y rústicas realizadas (barbecho y rastreo) en la preparación de la cama de siembra para el establecimiento del cultivo, plantas arvenses, daños por lagomorfos y roedores, pobre calidad de semilla, pero sobre todo el efecto del clima, entre otros (INIFAP, 1998).

Existe mucha información científicamente documentada acerca de la producción de maíz con datos recabados principalmente de zonas irrigadas o con climas propicios para el desarrollo de éste cultivo, no así, para las zonas productoras de maíz, pero bajo condiciones de temporal (Hernández, 1993). Por ello, los objetivos del presente trabajo fueron el determinar la producción de grano y rastrojo de maíz en dos municipios del estado de Aguascalientes Rincón de Romos (RR) y el Llano (LL), y cuantificar la calidad nutritiva del rastrojo bajo condiciones de secano durante tres años de evaluación.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó durante los años 2014 al 2016 en dos municipios del estado de Aguascalientes, México, RR y el LL. Durante el 2014 se localizaron y geoposicionaron satelitalmente tres parcelas en cada municipio (n= 6), siendo la posición para el sitio RR las coordenadas UTM (región 13Q): X= 774852, Y= 2465212, 2 021msnm, y para el LL las coordenadas UTM (región 13 Q): X= 801162, Y= 2415962, 2 031msnm. El clima de la región es templado (García, 1988; Medina *et al.* 1998), con una temperatura media anual de 20 °C y con suelos someros, pedregosos y pobres en materia orgánica del tipo Regosol y Feozem (INIFAP, 1998). La precipitación pluvial incide principalmente entre los meses de junio a septiembre, la cual, en 2014, 2015 y 2016, acumuló 342.8, 775.4 y 529.8 mm, y 466.6, 651.8, y 389 mm para RR y LL respectivamente (Figura 1).



**Figura 1. Precipitación pluvial anual y distribución mensual en Rincón de Romos y El Llano, Aguascalientes, durante 2014-2016.**

**Análisis de suelos**

Los suelos se muestrearon con una barrena (soil auger) tipo LS de 92 cm de longitud y su tubo muestral de 28 cm de largo, a una profundidad promedio de 20 cm. Se colectaron cinco muestras por parcela (n= 30), quince muestras en las tres parcelas de RR y quince en las tres del LL. Posteriormente, las muestras se secaron a temperatura ambiente, se molieron con rodillo de madera y tamizaron con una malla 10 (2 mm). Después se refrigeraron a una temperatura de 7 °C. Se determinó el pH (1:2, suelo:agua) mediante un potenciómetro. La materia orgánica se obtuvo mediante el método de Walkley y Black, el nitrógeno se determinó por el método Kjeldahl, el fósforo se midió mediante el método Olsen. La determinación de cationes solubles Ca y Mg, se hizo por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica en el extracto de saturación. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Nutrientes Vegetales del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2000). Los resultados correspondientes se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Resultados de los análisis físico-químicos del suelo en Rincón de Romos y el Llano, Aguascalientes, 2014.**

Variable	Metodología	Rincón de Romos	El Llano
Arena (%)	Bouyoucos	54	38
Limo (%)	Bouyoucos	21.3	37.3
Arcilla (%)	Bouyoucos	24.7	24.7
Clase textural		Franco arcillo arenosa	Franca
pH	(1:2 agua)	6.4	6.4
Conductividad eléctrica	(1:2 agua)	0.1	0.3
Materia orgánica (%)	Walkley y Black	1.4	1.2
Nitrógeno inorgánico (mg kg <sup>-1</sup> )	Micro Kjeldahl	14.1	7.9
Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> )	BrayKurtz 1	6.2	6.9
Potasio (mg kg <sup>-1</sup> )	Acetato de amonio	188.1	242.6
Calcio (mg kg <sup>-1</sup> )	Acetato de amonio	476.8	447.2
Magnesio (mg kg <sup>-1</sup> )	Acetato de amonio	58.9	58.2
Sodio (mg kg <sup>-1</sup> )	Acetato de amonio	24.8	24

### Producción de grano y rastrojo

La siembra se realizó de manera diferente cronológicamente durante los tres años de evaluación debido al establecimiento del período de lluvias de cada año, que para el 2014 fue en el mes de junio, para el año 2015 y 2016 fue a finales del mes de julio en los dos municipios. La semilla de maíz utilizada en ambos municipios para la siembra fue una variedad acriollada denominada SR Pipitillo. Dado las distintas condiciones de cosecha del maíz por parte de los dueños de los predios fue necesario adaptar los métodos de evaluación a esta situación.

En el sitio el LL, los productores acostumbran cosechar el maíz cuando las plantas están completamente secas, mediante una maquina cosechadora tipo chopper; luego este material picado lo somete al molino de martillos para obtener el rastrojo molido que es la forma en que lo usa y comercializa. En este sitio, el muestreo consistió en cosechar el maíz en pie, cuando estaba maduro y seco, en cinco surcos al azar en cada parcela y en 20 m lineales al azar en cada surco. Se pesó primero el total de material cosechado, posteriormente se extrajeron las mazorcas y se desgranaron, pesando el grano extraído. Luego, por diferencia se calculó el peso de rastrojo. Con la distancia entre surcos se calcularon los datos de producción por hectárea.

En el sitio de Rincón de Romos, los productores cosechan en forma manual mediante el corte de las plantas de maíz todavía en estado verde dejando que se deshidrate totalmente en el mono. Se cosecha con rozadera formando 'monos'. Aquí, Se realizó un muestro aleatorio escogiendo en cada parcela un total de cinco monos del maíz ya cosechado, y a los cuales se extrajeron cincuenta plantas de maíz (n= 50). Dichas plantas se pesaron individualmente de tres maneras: planta completa (rastrojo y mazorca), planta sin mazorca (rastrojo exclusivamente) y grano. Aquí se obtuvo el promedio del número de cañas de maíz por mono y por parcela. Con los datos anteriores y con el dato de superficie de cada parcela se calculó la producción por hectárea.

El muestreo se realizó en diciembre de 2014, 2015, 2016, cuando las plantas y el grano de maíz estuvo maduro y listo para cosecharse. Con los datos anteriores, se calculó la producción por hectárea en base seca: producción total (grano y rastrojo), producción de rastrojo y producción de grano.

### **Calidad nutritiva**

Se cosechó el rastrojo seco en el mes de diciembre de 2014 y 2015, con tres muestreos por parcela de aproximadamente 1.5 kg, formándose una muestra compuesta para el análisis bromatológico. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 24 h y se procesaron utilizando un molino de la marca Wiley® con una malla de 1 mm. Se analizó la proteína cruda (PC) según la técnica Dumas (AOAC, 1990), utilizando un detector de nitrógeno Leco FP-528. Las fracciones de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), se analizaron con el método Van Soest y Robertson (1991). La digestibilidad ruminal *in situ* de la materia seca (DISMS) se desarrolló en base al método de la bolsa de nylon (Mehrez y Orskov, 1977) con mediciones a las 0, 6, 12, 18, 24, 36, 48, 72 y 96 horas, para obtener curvas de digestibilidad completas y analizar los parámetros de la cinética de degradación utilizando el modelo matemático de Orskov y McDonald (1979):

$$Y = a + b (1 - \exp^{-c*t})$$

Donde: a= es la porción soluble del forraje, medido a 0 h de fermentación (30 min en baño de agua a 39 °C); b= es la fracción potencialmente degradable; c= es la tasa de degradación por hora; y t= es el tiempo de fermentación. La suma de las fracciones a+b es el total de material degradable. A partir, de estos parámetros se calculó la degradabilidad esperada (DE) a 24 y 48h.

### **Análisis de datos**

Los análisis de las variables producción de grano y rastrojo de maíz, se realizó mediante análisis de varianza (Anova), utilizando un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 3x2: 3 años de evaluación (2014, 2015, 2016) y dos sitios el LL y RR, con tres repeticiones (parcelas) en cada sitio. La calidad nutritiva del rastrojo de maíz se analizó mediante Anova, utilizando un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x2: 2 sitios el LL y RR y dos años de evaluación (2014, 2015), con tres repeticiones. Cuando existieron diferencias entre tratamientos (efectos principales), se utilizó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) (Steel y Torrie 1980), para la separación de medias con el programa estadístico SAS (SAS Institute, 2006).

## **Resultados y discusión**

### **Producción de grano y rastrojo**

En relación a la producción total de forraje, los análisis estadísticos mostraron diferencias ( $p \leq 0.01$ ) para los factores de sitio y año, y también para la interacción ( $p \leq 0.05$ ). Las mayores producciones totales se obtuvieron en el LL en 2014 y 2016, con 2 413 y 2 059 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2). En RR las

producciones fueron menores con 318 y 699 kg ha<sup>-1</sup>, aunque estadísticamente iguales a la producción del LL en 2015 (1 072 kg ha<sup>-1</sup>). La producción de rastrojo en el LL resultó mayor en 2014 y 2016 con 2 113 y 1 856 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que en RR se obtuvieron 419 y 290 kg ha<sup>-1</sup> en los años respectivos, siendo estos datos estadísticamente iguales a la producción de rastrojo en el LL en 2015 (969 kg ha<sup>-1</sup>). El rastrojo en RR en 2015 fue de 191 kg ha<sup>-1</sup>, aunque estadísticamente igual a los otros años del mismo sitio. El rastrojo representó alrededor del 90% de la producción total en el sitio el LL, mientras que en RR representó 60%.

Los datos relativos a la producción de grano, sólo mostraron diferencias significativas entre años ( $p \leq 0.01$ ), pero no entre sitios ni en la interacción. Las mayores producciones de grano en los dos municipios se obtuvieron en los años 2014 y 2016 con promedios de 289.5 y 197 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que en el 2015 la producción promedio de grano fue de 115 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Producción de materia seca (kg ha<sup>-1</sup>) en maíz de secano en Aguascalientes, México, 2014-2016.**

Año	Sitio	Producción total	Producción de rastrojo	Producción de grano
2014	El Llano	2 413 a	2 113 a	299 a
	Rincón de Romos	699 b	419 bc	280 ab
2015	El Llano	1 072 b	969 b	103 c
	Rincón de Romos	318 b	191 c	127 bc
2016	El Llano	2 059 a	1 856 a	201 abc
	Rincón de Romos	483 b	290 bc	193 abc

Literales distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

En general la producción de grano resultó extremadamente baja y prácticamente lo que se cosecha es únicamente forraje (rastrojo). Por otro lado, cabe señalar que la producción total fue menor en el año 2015, a pesar de que este año tuvo una mayor precipitación pluvial por haber sembrado hasta a finales del mes de julio. Luna y Gaytán (2001), en Sandoval, Aguascalientes, encontraron producciones promedio de grano de maíz de temporal con ayuda de pileteo y fertilización con la variedad mejorada V-209 y una variedad criolla, y fertilización química con N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup> de 40-40-00, de 2264 y 1 982 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, mostrando que el pileteo resultó el factor de mayor influencia inclusive que la fertilización química en la producción final de grano de maíz de temporal de ambos cultivares (V-209 y el criollo).

Por su parte, Trueba (2012), en los valles altos del estado de México, con mejores condiciones de humedad y suelo encontró producciones de grano de maíz bajo condiciones de temporal del orden de 2.65 t ha<sup>-1</sup>, superiores a las producciones encontradas en el Llano y Rincón de Romos, Aguascalientes, en este experimento.

### Calidad nutritiva

En relación al contenido de PC del rastrojo se encontraron niveles similares de proteína para los diferentes años y sitios (5.3 a 6.7%), excepto para LL en 2015, que resultó significativamente menor ( $p \leq 0.05$ ) con 2.9% (Cuadro 3). El menor contenido de proteína en El LL en 2015, así como mayor contenido de fibras, podría deberse a que en ese año hubo lluvias tardías, aunado que la

cosecha se hace con máquina ‘chopper’ hasta que las plantas están secas y permanecen en pie individualmente y expuestas a la lluvia, por lo que puede haber lixiviación de nutrientes solubles. Mientras tanto en RR el método de cosecha es manual en estado verde mediante la confección de ‘monos’, lo que disminuye la exposición del forraje y la lixiviación de nutrientes solubles.

Para el parámetro FDN no se encontraron diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre sitios y años, con valores de 55.8% a 65.2%. En cuanto a FDA se encontraron valores similares de 30.2 a 34.6%, excepto para el LL en 2015 que presentó 38.3%, fue estadísticamente mayor ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Promedios de contenido de proteína cruda (PC) y fibras detergentes neutro y ácido (FDN y FDA), en maíz de temporal en Aguascalientes, México, 2014-2015.**

Año	Sitio	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)
2014	Rincón de Romos	6.7 a	55.8	30.9 b
	El Llano	6.2 a	56.6	30.2 b
2015	Rincón de Romos	5.3 a	61.4	34.6 ab
	El Llano	2.9 b	65.2	38.3 a

Literales distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

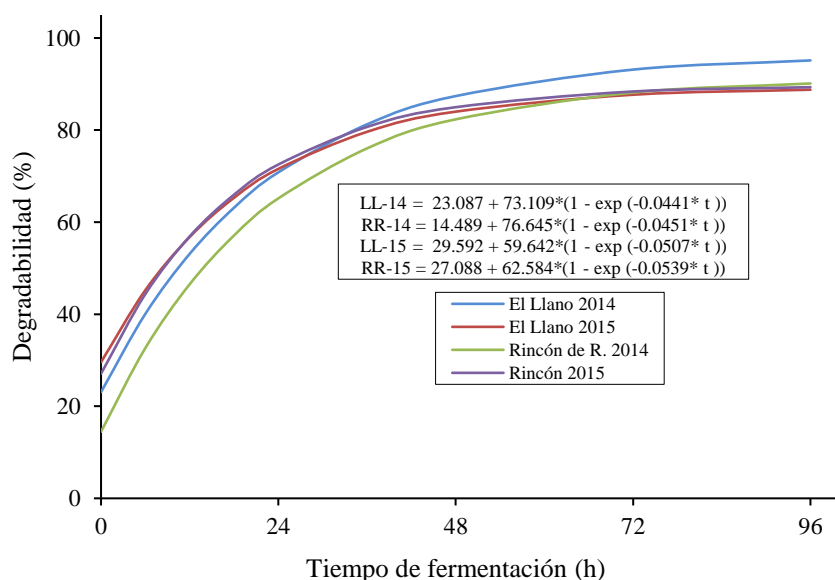
Con respecto a la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), la fracción soluble ‘a’ fue mayor en el año 2015 que en 2014 (28.34% vs 18.79%), y mejor en el LL frente a RR (26.34% vs 20.79%) debido a la mejor lluvia del segundo año. Contrariamente, la fracción lentamente digestible ‘b’ presentó un compartimiento inverso, siendo mejor en el año 2014 que en 2015 (74.88% vs 61.11%) y superior en la localidad RR frente al LL (69.61% vs 66.38%). Al final, si se suman la digestibilidad de ambas fracciones (a+b) se observan cambios por año (2014: 93.65 vs 2015 89.45, eem= 1.312; P= 0.053), pero no por localidad (LL: 92.71 vs RR:90.40; eem= 1.312; P= 0.248). La digestibilidad esperada a 48 h (DE-48 h) fue ligeramente superior en la localidad LL en el año 2014 (87.35%) pero bajó en el 2015 (83.83%), mientras que en RR fue muy similar en ambos años (2014: 82.34% vs 2015: 83.83%) (eem: 2.090; P= 0.179). Un cambio de 5% en digestibilidad puede implicar u cambio de casi 10% de más energía neta de lactancia, por lo que es de mayor importancia incrementar la calidad nutricional de los forrajes para el ganado (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Digestibilidad *in situ* (DISMS) en maíz de temporal en dos localidades de Aguascalientes, México, durante 2014 y 2105.**

Fracción	Año		Prob.	Localidad		Prob.	eem	Interacciones: año x localidad			
	2014	2015		LL	RR			2014-LL	2014-RR	2015-LL	2015-RR
a (%)	18.79 <sup>a</sup>	28.34 <sup>b</sup>	0.0008	26.34 <sup>b</sup>	20.79 <sup>a</sup>	0.0166	1.301	23.09 <sup>a</sup>	14.49 <sup>a</sup>	29.59 <sup>a</sup>	27.09 <sup>a</sup>
b (%)	74.88 <sup>b</sup>	61.11 <sup>a</sup>	0	66.38 <sup>a</sup>	69.61 <sup>b</sup>	0.0351	0.904	73.11 <sup>a</sup>	76.65 <sup>a</sup>	59.64 <sup>a</sup>	62.58 <sup>a</sup>
c (%)	4.46 <sup>a</sup>	5.23 <sup>b</sup>	0.0041	4.74 <sup>a</sup>	4.95 <sup>a</sup>	0.3088	0.138	4.41 <sup>a</sup>	4.51 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	5.4 <sup>a</sup>
a+b (%)	93.66 <sup>a</sup>	89.45 <sup>a</sup>	0.053	92.71 <sup>a</sup>	90.4 <sup>a</sup>	0.2484	1.312	96.2 <sup>a</sup>	91.13 <sup>a</sup>	89.23 <sup>a</sup>	89.67 <sup>a</sup>
DE-24h	67.99 <sup>a</sup>	71.96 <sup>a</sup>	0.1147	71.1 <sup>a</sup>	68.85 <sup>a</sup>	0.3457	1.589	70.8 <sup>a</sup>	65.18 <sup>a</sup>	71.4 <sup>a</sup>	72.52 <sup>a</sup>
DE-48h	84.84 <sup>a</sup>	84.4 <sup>a</sup>	0.8385	85.59 <sup>a</sup>	83.65 <sup>a</sup>	0.3816	1.4478	87.35 <sup>a</sup>	82.34 <sup>a</sup>	83.83 <sup>a</sup>	84.98 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup>= filas con literales diferentes son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ , HSD Tukey). Error estándar de la media (eem) para año y localidad son iguales. LL= El Llano, RR= Rincón de Romos. Parámetros de las curvas de degradabilidad (%) y digestibilidad esperada (DE) a 24 y 48 h, utilizando el Modelo de Orskov y McDonald:  $Y = a + b(1 - \exp^{-c \cdot t})$ .

Con base a los resultados anteriores, se calcularon las curvas de digestibilidad *in situ* de la materia seca estadísticamente ajustadas (Figura 2).



**Figura 2. Digestibilidad *in situ* de la materia seca DISMS (%) de rastrojo de maíz en Rincón de Romos (RR) y El Llano (LL), Aguascalientes, durante 2014 y 2015.** Curvas de digestibilidad ajustadas estadísticamente al modelo de Orskov y Mconald (1979)  $Y = a + b \cdot (1 - \exp(-c \cdot t))$ .

Los resultados muestran que las curvas ajustadas de DISMS fueron estadísticamente similares ( $p \geq 0.05$ ) en las dos localidades (Rincón de Romos y El Llano), y los dos años de evaluación (2014 y 2015). Sin embargo, existieron diferencias significativas en las fracciones a, b y c.

Estos resultados concuerdan con el desempeño de los forrajes en general en donde la DISMS declina al avanzar la madurez del forraje por el efecto esperado del aumento en las fracciones de fibra en el forraje (FDA y FDN) (Krysl *et al.* 1987). Además, la digestibilidad *in situ* de la materia seca se relaciona con las concentraciones de FDA y FDN independientemente de maíces híbridos cultivados bajo riego y fertilización, y aquellos maíces acriollados cultivados bajo condiciones de secano (Lundvall *et al.*, 1994).

Núñez *et al.* (2001), Trabajando con híbridos de maíz intermedios y precoces bajo riego, encontraron diferencias en la variable FDA que fluctuaron entre 28 y 30%, mientras que para la (FDN) los valores oscilaron entre 49.2 y 63.3% en el norte de México, valores muy similares tanto en RR como en el LL, Aguascalientes, entre los años 2014 y 2015 aunque éstos últimos bajo condiciones de secano. Con respecto a la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), las mismas variedades de maíz híbrido bajo condiciones de riego mostraron valores que cambiaron entre 64.1 y 73.2% logrados por los híbridos de ciclo más corto los cuales mostraron una mayor digestibilidad, lo que concuerda con Cummings y Dobson Jr. (1973).

La baja calidad nutritiva del rastrojo de maíz determinada por la escasa proteína cruda y altos contenidos de la fracción de fibras (FDN y FDA) y su efecto en disminuir la digestibilidad, puede estar asociadas con diferencias en la dureza de la estructura de la hoja y el tallo, del tejido joven y



del maduro, y con las características de turgencia entre el tejido muerto y vivo (Sosa *et al.* 2000). Ello, respalda el argumento de los productores de maíz bajo condiciones de temporal que indican que el rastrojo mantiene a sus animales al igual que los forrajes secos en la época seca (Guevara *et al.* 2014). La baja digestibilidad de los forrajes incluyendo aquella encontrada en el rastrojo de maíz, podría estar asociada a limitaciones físicas en el consumo del animal debido a dietas altas en fibra, o bien a que el animal hace más eficiente su velocidad de consumo dado por el número de bocados y el peso individual del mismo (Chacón y Stobbs, 1976).

## Conclusiones

La digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) del rastrojo de maíz resultó baja en los dos sitios, aunque numéricamente mayor en RR, quizá por el efecto de la cosecha de maíz en estado verde que se acostumbra en este municipio. La alternativa productiva llevada a cabo en el estado de Aguascalientes en casi 122 000 ha, como lo es la siembra de maíz bajo condiciones de secano, no es una actividad ni productiva ni ecológicamente sustentables, pues genera una acelerada erosión del suelo y producciones tanto de grano de maíz como rastrojo muy pobre.

Programas como el PROCAMPO (PROAGRO) del sector oficial no coadyuvan positivamente en el empoderamiento económico del sector social dedicado al cultivo de maíz bajo condiciones de temporal, sobre todo aquel localizado en las zonas áridas y semiáridas de México, al contrario, son catalizadores del ciclo perverso que acrecienta la pobreza económica y la destrucción del suelo. Se palpa una carencia de educación muy profunda de la población del sector rural que sea capaz de sensibilizarlos y buscar alternativas de producción más sustentables. Resulta muy recomendable la ayuda del pileteo (riegos de auxilio) en aquellos sitios que cuenten con bordos o alguna obra de infraestructura para cosechar agua de lluvia, para aumentar significativamente los rendimientos de maíz sembrado bajo condiciones de secano en las zonas áridas y semiáridas de México, incluyendo el estado de Aguascalientes.

Con el efecto indeterminado todavía del cambio climático sobre la climatología general del mundo, pero especialmente aquel que incide en las zonas áridas y semiáridas, resulta muy recomendable la sustitución total de las áreas que actualmente son utilizadas para la producción de cultivos temporales por sistemas productivos más acordes a la climatología de estas zonas como la producción animal y la biodiversidad como lo son los pastizales nativos, que aprovechan de una mejor manera las escasas y mal distribuidas precipitaciones pluviales que inciden año tras año en este tipo de zonas de altísima siniestrabilidad y entonces redirigir recursos una vez logrado esto, para impulsar el desarrollo social y económico de estas enormes áreas.

## Literatura citada

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> (Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. 1928 p.
- CEFP/004/2007. 2007. Centro de estudios de las finanzas públicas. H. Cámara de Diputados. LX Legislatura febrero de 2007. <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0042007.pdf>.

- CEFP/054/2004. 2004. Centro de estudios de las finanzas públicas. H. Cámara de Diputados. LX Legislatura febrero de 2004. <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0542004.pdf>.
- Chacon, E. and Stobbs, T. H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 27(5):709-727.
- Cummings, D. G. and Dobson, Jr. J. W. 1973. Corn for silage as influenced by hybrid maturity, row spacing, plant population, and climate. *Agron. J.* 65(2):240-243.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Instituto Nacional de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México. 217 p.
- Guevara, H. F.; Rodríguez, L. L. A.; Ovando, C. J. Gómez, C. H.; Ocaña, C. H y Camacho, V. T. C. 2014. Implicaciones socioeconómicas y energéticas del uso y manejo de rastrojo en la región Frailesca, Chiapas. *In: Reyes, M. L.; Camacho, T. C. y Guevara, F. (Eds.). Rastrojos manejo, uso y mercado en el Centro y Sur de México.* INIFAP. México. 38-91 pp.
- Hernández, X. E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: A personal view. *In: Ramamoorthy, T. P.; Bye, R.; Lot, A. and Fa, J. (Eds). Biological diversity of México: origins and distribution.* Oxford University Press, New York. 733-753 pp.
- INIFAP. 1998. Guía para la asistencia técnica agrícola - área de influencia del Campo Experimental Pabellón. SAGRAPA-INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. 429 p.
- Kato, Y. T. A. 2005. Cómo y dónde se originó el maíz. *Investigación y Ciencia.* 347:68-72.
- Krysl, J. L.; Galyean, M. L.; Wallace, J. D.; McCollum, F. T.; Judkins, M. B.; Branine, M. E. and Caton. J. S. 1987. Cattle nutrition on blue grama rangeland in New Mexico. *Agricultural Experiment Station. Bull.* 727. New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics. 33 p.
- Luna, F. M. y Gaytán, B. R. 2001. Rendimiento de maíz de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Agric. Téc. Méx.* 7(2):163-169.
- Lundvall, J. P.; Buxton, D. R.; Hallauer, A. R. and George. J. R. 1994. Forage quality variation among maize hybrids: *In situ* digestibility and cell wall components. *Crop Science.* 34:1672-1678.
- Medina, G. G.; Ruiz, C. J. A. y Martínez, P. R. A. 1998. Los climas de México. Una estratificación ambiental basada en el componente climático. Centro de Investigación Regional del Pacífico Norte. INIFAP-SAGAR. Libro técnico núm. 1. 103 p.
- Mehrez, A. Z. and Ørskov, E. R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 88(3):645-650.
- Miramontes, P. C. U. 2011. Situación actual y perspectivas del maíz en México. 1996-2012. Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). México, DF. [Maiz/PortalesFijos/Situacion/maiz96-12.pdf](http://Maiz/PortalesFijos/Situacion/maiz96-12.pdf).
- Núñez, H. G.; Faz, C. R.; Tovar, G. M. R. y Zavala, G. A. 2001. Híbridos de maíz para la producción de forraje con alta digestibilidad en el norte de México. *Téc. Pec. Méx.* 39(2):77-88.
- Ørskov, E. R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:499-503.
- SAGARPA-SIAP 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Atlas Agroalimentario.
- SAGARPA-SIAP. 2015. Atlas Agroalimentario 2015. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 1ª (Ed.). 216 p.
- SAS. 2006. User Guide. Statistical Analysis System Inc., Carry, NC. Version 9.01.

- SEMARNAT. 2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana-NOM-021-RECNAT. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. México, DF.
- SIAP. 2013. Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. México, DF. <http://w4.siap.gob.mx/sispro/SP-AG/Maiz/PortalesFijos/Situacion/maiz96-12.pdf>.
- Sosa, R. E.; Sansores, L. L.; Zapata, B. G. y Ortega, R. L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc. Pec. Méx.* 38(2):105-117.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach 2<sup>nd</sup> (Ed.). McGraw Hill. New York, USA. 336-348 pp.
- Trueba, C. A. J. 2012. Estudio para caracterizar el potencial productivo de las semillas de maíz en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 211 p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Sci.* 74(10):3583-3597.