

## Características físicas del grano de maicillo (sorgo) de tallo dulce

Ricardo Bressani, Brenda Rodas, Elsa Gudiel, Claudia Lezama & Herbert Velásquez

Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CECTA), Instituto de Investigaciones, Universidad Del Valle de Guatemala

**RESUMEN:** El grano del maicillo también conocido como sorgo (*sorghum bicolor* M.) ha llegado a tener una importancia relevante en la industria de alimentos para animales y en la industria de la alimentación y nutrición de la población mundial, tanto como la que tienen los cereales maíz, trigo y arroz. Un aspecto que ha sido de gran importancia para todos los granos que consume el hombre es la fisicoquímica del grano. En este trabajo se ha puesto atención a la distribución de los tres componentes estructurales del maicillo, es decir, el germen, el endospermo y la cáscara con el fin de caracterizar físicamente a este grano y establecer diferencias entre las doce variedades estudiadas. Algunas de las características que identifican la funcionalidad del grano son el índice de flotadores, el tamaño del grano, la densidad, porcentaje de expansión del grano, el índice de absorción de agua y el índice de solubilidad. La relación existente entre estas características, identifica el comportamiento del grano frente a los procesos físicos como molienda, cocción, nixtamalizado y otros procesamientos postcosecha. La cuantificación de estas características puede predecir el resultado final esperado lo que permite usar el producto en alimentación humana y potenciar sus características funcionales. Sobre esta base, se puede concluir que la distribución de los componentes anatómicos de las muestras de maicillo estudiadas, son similares a la distribución de otras variedades de maicillo y otros cereales, así para la cáscara se observa un rango entre 4.0-7.8 %, para el endospermo entre 82 y 90 % y para el germen entre 3.7 a 9.0 %. Se estableció la dureza del grano en base a la expansión del volumen del grano por una alta temperatura identificándose a las variedades Icta Mictlan (4.92 veces de aumento), Criollo (9.38 veces) y Dale Patulul (4.75 veces) como las de menor dureza, esto significa que estas variedades poseen un grano adecuado para el desarrollo de productos procesados.

**PALABRAS CLAVE:** sorgo, maicillo, cereales, *sorghum bicolor*, composición química proximal.

### Chemical and nutritional characteristics of some sweet sorghum varieties: physical characteristics

**ABSTRACT:** Grain sorghum also known as sorghum (*sorghum bicolor* M.) has become as important as corn, wheat and rice in the animal feed industry and the food industry and nutrition of the world's population. In this work, attention has been paid to the distribution of the three structural components of the sorghum, the germ, endosperm and husk in order to physically characterize the grain and differentiate between twelve varieties studied. Some characteristics that identify grain functionality are percent floaters, grain size, density, grain growth rate, and water absorption and solubility rates. The relationship between these parameters defines the behavior of the grain for physical processes such as milling, baking, alkaline cooking and other postharvest processing. Quantification of these metrics can predict the final outcome expected of the grain allowing, their functional characteristics and the product final form for human nutrition. The results showed that the distribution of the anatomic components of the sorghum samples studied were similar to the distribution of other varieties of millet and other cereals. The shell ranged from 4.0-7.8 %, the endosperm between 82 and 90 % and the seed from 3.7 to 9.0 %. Grain hardness was established on the volume expansion of the grain during popping. The Icta Mictlan variety increased 4.92 times its volume Criollo 9.38 times and Dale Patulul 4.75 times. Hence, these varieties had the lowest hardness, which meant that they were adequate for further processed product development.

**KEY WORDS:** sorghum, millet, corn, sorghum bicolor, proximal chemical composition.

### Introducción

El grano del maicillo también conocido como sorgo (*sorghum bicolor*) ha llegado a tener una importancia relevante en la industria de alimentos para animales y en la industria de la alimentación y nutrición de la población mundial, tanto como la que tienen los cereales maíz, trigo y arroz. La capacidad del

maicillo para llenar las características indicadas se ha mostrado palpablemente por las regiones donde se ha dicho que es oriundo. Estas regiones son, Asia, la India y África Oriental en donde alimentos específicos se han utilizado en todos estos países para alimentar poblaciones significativamente grandes (Billie de Walt, 1985; Hulse et al, 1980; USAID, 1981; Feedipedia, 2014; Crop Plant Resources, 2000; Maunder, 2006; USDA, 2006). La característica más atractiva del maicillo es su diversidad genética ya que hay variedades que se desarrollan para producir forraje, variedades que además del forraje son capaces de producir cantidades significativas de grano y variedades que por su metabolismo especial logra acumular azúcar en el tallo y carbohidratos en la panoja ofreciendo dos productos deseables para el desarrollo de la población. Además de los anteriores, se ha informado que existen variedades de sorgo con una semilla de alto contenido de lisina lo cual le da algunos atributos de interés que deben ser incorporados en el desarrollo de nuevas variedades tanto para alimentar a los animales como para alimentar a los humanos. Un aspecto que ha sido de gran importancia para todos los granos que consume el hombre es la fisicoquímica del grano (Feedipedia, 2014).

Una característica especial del maicillo o sorgo es su capacidad de producir cantidades sustanciales de grano con niveles altos de proteína en comparación con otros cereales. Sus altos rendimientos superan al maíz en zonas cálidas y con poca disponibilidad de agua. El grano de maicillo es un grano pequeño en donde se depositan cantidades relativamente altas de los principales nutrientes de la composición química proximal, estas cantidades de nutrientes están distribuidas en tres áreas fisiológicas de la semilla que son el endospermo, el germen, y el pericarpio. La distribución de los compuestos químicos de la composición proximal, debidamente distribuidas en las regiones indicadas, permite la aplicación de métodos adecuados de molienda y procesamiento postcosecha lo que permite usar el producto en alimentación humana y potenciar sus características funcionales como absorción de agua, expansión del grano y nixtamalizado. El industrial y el consumidor de los productos de este grano aprecian significativamente más la calidad de la estructura del maicillo mientras que el productor desea una mayor producción, los dos aspectos son de importancia en la utilización del maicillo en la alimentación de los seres humanos. En este trabajo se ha puesto atención a la distribución de los tres componentes estructurales del maicillo y en un trabajo aparte se presentarán los nutrientes mayoritarios del grano de sorgo (Feedipedia, 2014).

## Materiales y métodos

### Materiales

Se trabajó con grano de seis variedades de sorgo dulce provenientes de Kentucky, EEUU. Fueron sembrados en dos localidades de la costa sur de Guatemala, Campo Sur de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) en Santa Lucía Cotzumalguapa y una finca particular localizada en Cocal, Patulul. Para fines comparativos se incluyeron dos variedades de maicillo criollo y tres variedades adicionales de sorgo dulce

provenientes de Texas E.E.U.U sembradas en las localidades antes mencionadas. El grano de cada variedad fue cosechado, limpiado y enviado a los laboratorios del Campo Central de la UVG para su estudio.

### Métodos

La metodología utilizada se basa en los métodos aplicados al maíz haciendo énfasis en el volumen, peso de grano, densidad y de funcionalidad tecnológica como por ejemplo expansión al calor (almidones), absorción de agua y dureza del grano (AOAC 1984).

### Diseño Experimental

Los granos por su color se clasificaron en rojas (Sugar Drip, Umbrella, M81E, HH8015, Della, Dale, Pampa E, Pampa Tanol 1 y Pampa Tanol 2.) y en blancas (Icta Mictlán y Top 76-6).

### Características físicas del grano

- **Dimensiones del grano.** Se toma una muestra de 10 granos y se miden con una regla, el largo del grano, el ancho y el grosor de cada grano. Se hace un promedio de las mediciones de cada dimensión.
- **Fraccionamiento físico del grano de sorgo.** Según las pruebas preliminares, una muestra de 10 granos de sorgo se dejó en remojo al menos una hora, y se procedió al fraccionamiento manual del grano obteniendo como resultado la separación del pericarpio, el germen y el endospermo (De Sinibaldi y Bressani 2001).
- **Expansión del grano de sorgo.** Una muestra de 5 gramos de grano de sorgo fue expuesto a calor directo, a una temperatura de 225 °C hasta lograr que explotara, (Tuna & Bressani 1992).
- **Peso de 100 granos.** Se expresa como el peso de 100 granos de sorgo medido en gramos en una balanza analítica en una muestra de 100 granos extraídos al azar de la población (Salazar-Martinez et al 2009).
- **Índice de flotadores.** Equivalente al número de granos flotantes de un total de 100 granos colocados en una solución de nitrato de sodio a una densidad de 1.25 g ml<sup>-1</sup> (Salinas et al 1992).
- **Densidad.** La densidad se determinó colocando 10 gramos de sorgo previamente pesados en un cilindro de 50 cc de etanol y luego midiendo el aumento en volumen (De Sinibaldi y Bressani 2001).
- **Índice de absorción de agua (WAI).** Gramos de gel recuperado por gramo de muestra seca usado en el test (Anderson et al 1969).
- **Índice de solubilidad (WSI).** Porcentaje de muestra seca en la fase acuosa (Anderson et al 1969).

## Resultados y discusión

Una de las dificultades encontradas para fraccionar el grano de sorgo fue la separación del pericarpio, ya que por su naturaleza, se encuentra adherido fuertemente al endospermo. Se realizó un número de pruebas preliminares tales como el perlado, proceso que consiste en colocar una cantidad aproximada de 100 gramos de sorgo en un perlador eléctrico (STRONC-SCOTT 17810, Direct Drive Fan Motor, HP 1/3, Dayton, 1725 rpm máximo) por períodos de tiempo variable, uno, dos y tres minutos, lo que produjo la separación de la cáscara o pericarpio pero disminuyó también considerablemente el tamaño del grano por lo que hubo pérdida de endospermo. Otra prueba consistió en dejar en remojo el grano de sorgo en agua por un período de tiempo de 30 minutos y posteriormente seccionarlo manualmente con la ayuda de una pinza. Por último, se ensayó la inmersión del grano en una solución de cal al 1% para proceder a la cocción del grano y desprender la cáscara por fricción, este proceso es el que se usa en el nixtamalizado del maíz. De las pruebas realizadas, la más empírica, o sea el remojo del grano y fraccionamiento manual, resultó ser la más adecuada, aportando mejores resultados.

Como se observa en el Cuadro 1, el tamaño de los granos varió en un rango de 0.28 cm -0.42 cm para el ancho, 0.41cm-0.51cm para el largo y 0.19 cm - 0.25 cm para el grosor, siendo las variedades M81E e Icta Mictlan las de mayor tamaño. Los granos de sorgo más pequeños fueron los de la variedad Umbrella. En cuanto al largo del grano, la variedad Pampa Tanol 2 presenta el mayor valor con 0.51cm y en cuanto al grosor la variedad Criolla es prioritaria con un valor de 0.29 cm.

En el Cuadro 2 se presentan los datos del fraccionamiento físico del grano de sorgo para las 12 variedades en estudio.

Los resultados obtenidos de este análisis demuestran que el grano que presenta mayor porcentaje de endospermo, es la variedad Umbrella. El resultado es interesante ya que en el Cuadro 1 se informó que esta variedad presentaba el grano más pequeño.

En el Cuadro 3, se lista el resumen de los resultados obtenidos de la expansión de los granos de sorgo de las 12 especies analizadas. Como se puede observar, la clasificación del reventado de los granos se dividió en 3 categorías, debido a que algunos de los granos que se expusieron al calor, solo rompieron la cáscara del grano mostrando una pequeña porción del endospermo pero sin completar la expansión. De las 12 muestras utilizadas para el reventado, los granos de la variedad Top 76-6, Icta Mictlan y Criollo mostraron el mayor porcentaje de granos reventados completamente, esto podría estar relacionado con el porcentaje de almidón en el endospermo ya que tienen valores de porcentaje muy parecidos (ver Cuadro 2). Cabe notar que la variedad Umbrella de la cual se obtuvo un porcentaje mayor de endospermo, se mantuvo en niveles bajos de reventado, por lo que se asume que el endospermo es vítreo y no almidonoso. El mismo concepto aplica al resto de las variedades.

El Cuadro 4 muestra el porcentaje de expansión de los granos de sorgo de las 12 variedades. Los resultados obtenidos de la expansión evidencian que la muestra de sorgo Criollo fue la que se expandió en mayor cantidad, 9.38 veces, seguido de la Icta Mictlan y la Dale Patulul con 4.92 y 4.75 veces respectivamente. La variedad Icta Mictlan presenta el mayor porcentaje de endospermo.

**Cuadro 1.** Promedio y desviación estándar de las dimensiones del grano de sorgo de 12 variedades

Muestra	Ancho (cm)	Largo (cm)	Grosor (cm)
Pampa e	0.37 ± 0.05	0.46 ± 0.04	0.24 ± 0.02
M81E	0.42 ± 0.03	0.42 ± 0.03	0.25 ± 0.00
Pampatanol 1	0.37 ± 0.03	0.49 ± 0.03	0.23 ± 0.02
Top 76-6	0.37 ± 0.03	0.41 ± 0.01	0.24 ± 0.02
Sugar drip	0.37 ± 0.05	0.46 ± 0.04	0.24 ± 0.02
Umbrella	0.28 ± 0.03	0.40 ± 0.00	0.19 ± 0.02
Pampatanol 2	0.37 ± 0.03	0.51 ± 0.02	0.20 ± 0.00
Icta Mictlan	0.39 ± 0.04	0.41 ± 0.04	0.19 ± 0.03
Dale patulu	0.35 ± 0.04	0.50 ± 0.03	0.23 ± 0.02
Della	0.37 ± 0.03	0.42 ± 0.03	0.23 ± 0.03
Hibrido h8015	0.35 ± 0.04	0.42 ± 0.03	0.24 ± 0.03
Criollo	0.37 ± 0.02	0.38 ± 0.05	0.29 ± 0.06

**Cuadro 2.** Fraccionamiento del grano de 12 variedades de sorgo

Muestra	Cáscara, %	Endospermo, %	Germen, %
Pampa e	5.39 ± 0.02	86.90 ± 0.46	6.62 ± 0.22
M81E	5.34 ± 0.74	88.06 ± 0.62	6.16 ± 0.47
Pampatanol 1	7.07 ± 0.87	85.77 ± 0.92	7.60 ± 0.62
Top 76-6	5.30 ± 0.94	89.83 ± 0.40	4.86 ± 0.42
Sugar drip	5.48 ± 0.94	89.65 ± 0.66	6.56 ± 0.60
Umbrella	4.74 ± 0.00	90.55 ± 0.67	3.69 ± 0.20
Pampatanol 2	4.81 ± 0.69	86.57 ± 0.46	8.39 ± 0.10
Icta Mictlan	4.37 ± 0.17	86.97 ± 0.26	8.97 ± 0.27
Dale patulul	4.35 ± 0.15	86.59 ± 0.72	8.04 ± 0.25
Della	6.07 ± 0.20	87.05 ± 0.80	7.09 ± 0.05
Hibrido h8015	6.35 ± 0.65	86.06 ± 0.23	7.58 ± 0.65
Criollo	7.79 ± 0.69	82.91 ± 0.75	9.13 ± 0.74

**Cuadro 3.** Porcentaje del grano reventado de 12 variedades

Muestra	Granos iniciales	% de granos reventados completamente	% de granos parcialmente reventados	% de granos no reventados
Pampa e	178	15.70	71.30	12.90
M81E	204	34.80	46.07	19.11
Pampatanol 1	176	49.44	38.63	11.93
Top 76-6	209	63.65	22.00	14.35
Sugar drip	265	1.13	13.58	85.29
Umbrella	266	26.32	32.70	40.98
Pampatanol 2	181	34.80	27.62	37.56
Icta Mictlan	196	69.89	23.46	6.63
Dale patulul	349	54.14	4.29	49.85
Della	327	11.32	40.06	48.62
Hibrido h8015	166	27.72	46.98	25.30
Criollo	190	88.94	4.21	6.84

**Cuadro 4.** Expansión del grano de 12 variedades de sorgo

Muestra	Volumen de los granos crudos (mL±0.1mL)	Volumen de los granos expandidos (mL±0.1mL)	Volumen final/volumen inicial
Pampa e	7.0	11.0	1.57
M81E	7.0	18.0	2.57
Pampatanol 1	6.5	25.0	3.85
Top 76-6	6.	24.0	3.69
Sugar drip	7.0	9.0	1.29
Umbrella	7.0	14.0	2.00
Pampatanol 2	6.5	20.0	3.08
Icta Mictlan	6.5	32.0	4.92
Dale patulul	8.0	38.0	4.75
Della	6.5	13.5	2.08
Hibrido h8015	6.5	15.0	2.31
Criollo	6.5	61.0	9.38

**Cuadro 5.** Porcentaje de humedad de los granos de 12 variedades

	Peso de muestra (±0.0001g)	Peso de muestra seca (±0.0001g)	% de humedad
Pampa e	0.2995	0.0340	88.65
M81E	0.2357	0.0338	85.66
Pampatanol 1	0.2708	0.0371	86.29
Top 76-6	0.2523	0.0305	87.91
Sugar drip	0.2040	0.0266	86.96
Umbrella	0.1831	0.0231	87.38
Pampatanol 2	0.2688	0.0394	85.34
Icta Mictlan	0.2699	0.0377	86.03
Dale patulul	0.1574	0.0312	80.18
Della	0.1648	0.0155	90.60
Hibrido h8015	0.3218	0.0323	89.96
Criollo	0.3244	0.0371	88.56

**Cuadro 6.** Resultados más sobresalientes en el análisis del grano de sorgo de las 12 variedades

Característica	Criollo	Icta Mictlan	Top 76-6
% cáscara	7.79 ± 0.69	4.37 ± 0.17	5.30 ± 0.94
% endospermo	82.91 ± 0.75	86.97 ± 0.26	89.83 ± 0.40
% germen	9.13 ± 0.74	8.97% ± 0.27	4.86 ± 0.42
% humedad en grano	88.56	86.03	87.91
% reventado	88.94	69.89	63.65
Expansión (veces)	9.38	4.92	3.69

El Cuadro 5 presenta el porcentaje de humedad para el grano de sorgo de cada variedad. Observando las cifras se concluye que las variedades que presentan mayor humedad son la variedad Della (90.60%), y la Híbrido H8015 (89.96%). La muestra que presenta menor porcentaje de agua retenida en el grano es la

**Cuadro 7.** Peso de 100 granos de sorgo, porcentaje de flotadores, porcentaje de absorción de agua y porcentaje de solubilidad

Variedad	Peso de 100 granos (g)	Flotadores (%) <sup>*</sup>	Densidad (mg/ml)	WAI <sup>**</sup> (g agua/g muestra)	WSI <sup>**</sup> (%)
Sugar Drip	18.23 ± 1.32	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.54 ± 0.01	3.41 ± 0.12
M81E	18.78 ± 1.38	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.51 ± 0.03	4.34 ± 0.43
Dale	14.32 ± 0.46	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.46 ± 0.16	4.50 ± 0.57
Della	14.82 ± 2.93	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.58 ± 0.09	3.77 ± 0.12
Umbrella	17.95 ± 1.02	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.48 ± 0.02	3.34 ± 0.42
HH8015	35.28 ± 2.30	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.22 ± 0.10	3.49 ± 0.65
Pampa E	25.00 ± 0.00	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.53 ± 0.18	4.28 ± 0.11
Pampa Tanol 1	26.68 ± 0.50	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.36 ± 0.01	3.98 ± 0.32
Pampa Tanol 2	28.57 ± 0.00	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.41 ± 0.00	3.94 ± 0.07
Icta Mictlán	18.57 ± 1.62	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.34 ± 0.02	6.01 ± 0.33
Top 76-6	19.19 ± 0.95	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.35 ± 0.02	4.74 ± 0.72
Criollo	27.40 ± 0.53	100 ± 0.00	1.0 ± 0.00	2.17 ± 0.03	4.90 ± 0.05

<sup>\*</sup>El nitrato de sodio se sustituyó por nitrato de potasio a la misma gravedad específica

<sup>\*\*</sup>WAI (índice de absorción de agua) y WSI (índice de solubilidad) en muestras de sorgo molido

variedad Dale Patulul (80.18%). El resto de las doce variedades oscilan en un rango de 86.00% a 88.50%. El porcentaje de agua retenida en el grano, solamente es un indicativo de cuánta agua puede absorber el grano durante la aplicación de un proceso de cocción. Además es un indicador apropiado para el control de contaminantes propio del grano de sorgo en los que la humedad juega un papel importante.

De los análisis realizados para el grano de sorgo, los resultados más sobresalientes se muestran en el Cuadro 6. Estos resultados demuestran que no existe una estrecha relación entre el porcentaje de humedad del grano, a menos que esta sea inducida, y el aumento del volumen por la expansión.

El Cuadro 7 describe las características de dureza del grano de sorgo en sus distintas variedades. Las variedades HH8015, Pampa E, Pampa Tanol 1, Pampa Tanol 2 y Criollo se encuentran en un intervalo de valores superior al resto de variedades, sin embargo no resulta ser un factor determinante en la obtención del índice de flotadores y la densidad lo cual indica que todas las variedades presentan, para fines de procesamiento, el mismo grado de dureza. Los valores de capacidad de absorción de agua e índice de solubilidad para las harinas de sorgo listados en la misma tabla, demuestran la conclusión anteriormente descrita. Sin embargo debe notarse que la variedad ICTA Mictlán, posee un valor más alto para el índice de solubilidad lo que indica un grado más alto de afinidad higroscópica, característica que se atribuye al contenido de almidones presentes en el grano.

## Conclusiones

La distribución de los componentes anatómicos de las muestras de maicillo azucarado, son similares a la distribución de otras variedades de maicillo y otros cereales.

En el pericarpio, se encuentra la mayor concentración de coloración del grano de sorgo.

Con respecto a la dureza del grano, dos de las variedades clasificadas como blancas (Icta Mictlán y Criollo) y una variedad clasificada como roja (Dale), presentan menor dureza debido a su endospermo almidonoso reflejado en el aumento de volumen durante la expansión.

De las variedades estudiadas, el menor porcentaje de germen se encontró en las variedades Umbrella, clasificada como sorgo rojo y Top 76-6, clasificada como sorgo blanco.

Con respecto a la funcionalidad del grano, se encontró un aumento de volumen del grano reventado de 9.38 veces para el sorgo Criollo, seguido de 4.92 en la variedad Icta Mictlán y 4.75 en la variedad Dale Patulul. Esto significa que las variedades poseen un grano adecuado para el desarrollo de productos procesados.

## Agradecimientos

Al Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) quien por medio del programa *Food for Progress* financió la ejecución del presente estudio dentro del proyecto UVG-USDA FFPr10 (Contrato OGSM: FCC-520-2010/026-00)

## Bibliografía

- Anderson RA, Conway HF, Pfeiffer UF, Griffin Jr EL (1969) *Roll and extrusion-cooking of grain sorghum grits* Cereal Sci Today **14**: 372-375
- AOAC (1984) *Official Methods of Analysis* AOAC 4<sup>th</sup> Ed
- Billie de Walt P (1985) *Sistemas de Producción de Sorgo en América Latina* Compton L (ed) México

- Crop Plant Resources (2000) *Sorghum: Sorghum bicolor* New Mexico State University, Plant and Soil Science
- De Sinibaldi ACB, Bressani R (2001) Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz Arch La Nutrición **51**: 86-94
- Feedipedia (2014) Animal Feed Resources Information System. The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) *Sorghum bicolor* [www.feedipedia.org/node/224](http://www.feedipedia.org/node/224) (Acceso 09/2014)
- Hulse JH, Laing EM, Pearson OE (1980) *Sorghum and the Millets: Their Composition and Nutritive Value* Academic Press
- Maunder B (2006) SORGHUM: *The Global Grain of the Future* National Sorghum Producers What is Sorghum? [www.sorghumgrowers.com/Sorghum+101](http://www.sorghumgrowers.com/Sorghum+101) (Acceso 05/2006)
- Salazar-Martínez J, Guevara-Escobar A, Malda-Barrera G, Rivera-Figueroa CH, Salinas-Moreno Y (2009) Componentes de la varianza de caracteres de maíz asociados al nixtamal Tecnociencia (Chihuahua) 3 (2): 74-83
- Salinas MY, Arellano JL, Martínez F (1992) *Propiedades físicas, químicas y correlaciones de maíces híbridos precoces para Valles Altos* Arch La Nutrición **42**: 161-167
- Tuna E, Bressani R (1992) Relación entre Algunas Características Físicas de Variedades de Sorgo (*Sorghum vulgare*) y su Capacidad de Reventado Arch La Nutrición **42**: 291-300
- USAID (1981) Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality INTROSML, ICAR Patancheru, India
- USDA, NRCS (2006) The PLANTS Database, 6 March 2006 (<http://plants.usda.gov>). Data compiled from various sources by M W Skinner National Plant Data Center, Baton Rouge