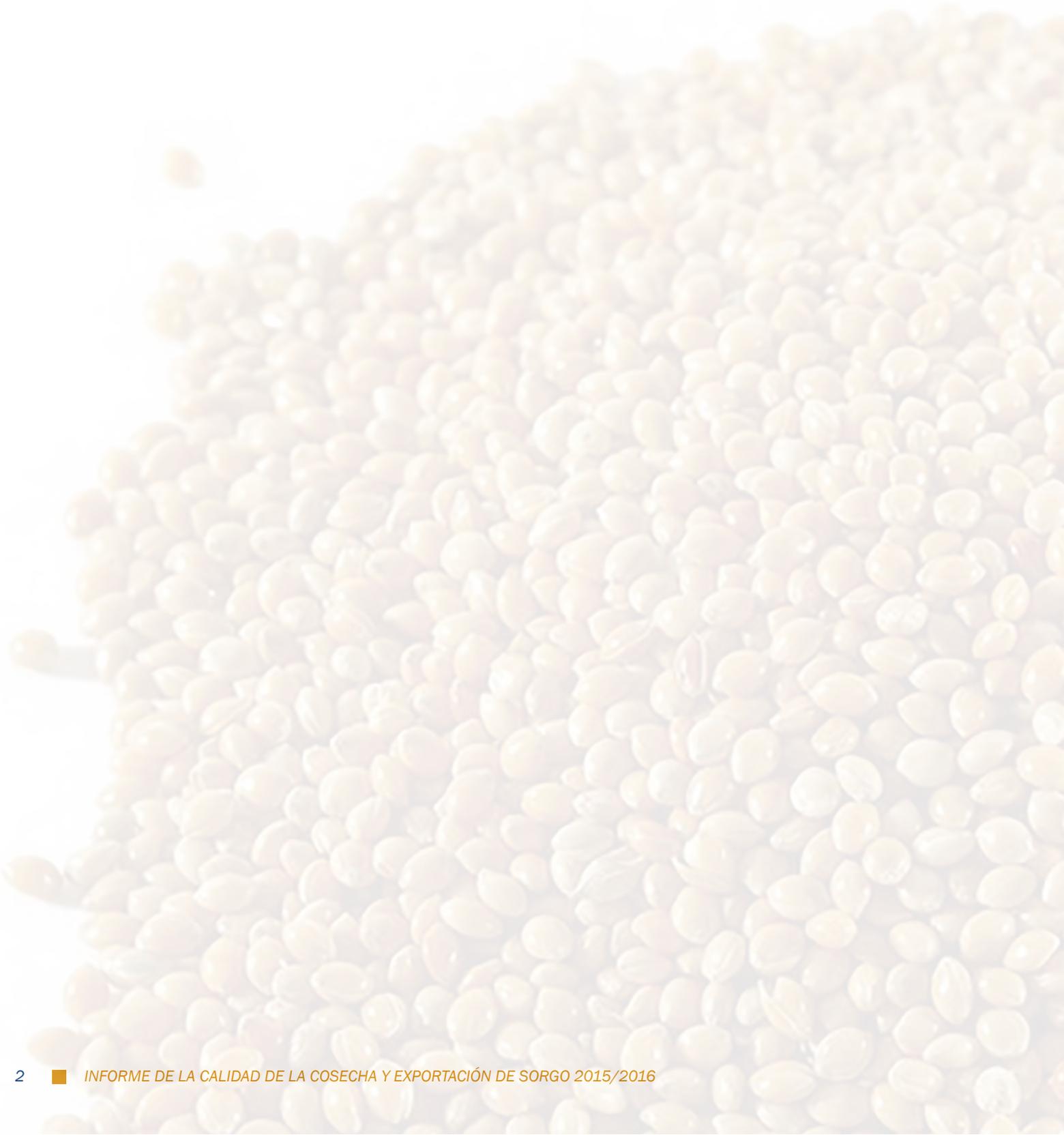




**U.S. GRAINS  
COUNCIL**

**2015/2016**

**INFORME DE LA CALIDAD  
DE LA COSECHA Y  
EXPORTACIÓN DE SORGO**



## AGRADECIMIENTOS

*El desarrollo de un informe de este alcance y envergadura y de forma oportuna requiere de la participación de varias personas y organizaciones. El U.S. Grains Council (el Consejo) y el United Sorghum Checkoff Program (el programa Sorghum Checkoff) agradece a la Dra. Sharon Bard y al Sr. Chris Schroeder de Centrec Consulting Group, LLC (Centrec) por la supervisión y coordinación en el desarrollo de este informe. Recibieron el apoyo del personal interno, junto con un equipo de expertos que ayudaron en la recolección de datos, el análisis y la elaboración del informe. Los miembros externos del equipo incluyen a los Drs. Curt Weller, Joseph Awika, Ignacio Ciampitti, Tom Whitaker y Marvin R. Paulsen. Además, el Consejo está en deuda con el Cereal Quality Lab (CQL) de Texas A&M University y con el Amarillo Grain Exchange (AGE), por proporcionar los servicios de análisis de la calidad del sorgo.*

*Este informe no hubiera sido posible sin la participación atenta y oportuna de los elevadores de granos de todo Estados Unidos. Estamos agradecidos por su tiempo y esfuerzo en recolectar y proporcionar las muestras de la cosecha durante su muy ocupado tiempo.*

*Finalmente, agradecemos los insustituibles servicios del Federal Grain Inspection Service (FGIS) del Departamento de Agricultura de EUA. El FGIS proporcionó las muestras de exportación junto con su clasificación y los resultados del análisis de aflatoxinas. La oficina de Asuntos Exteriores del FGIS coordinó el proceso de muestreo, además de que el personal de campo del FGIS recolectó y presentó las muestras de exportación. Estamos agradecidos por el tiempo que dedicaron durante tan ocupada temporada.*

## TABLA DE CONTENIDOS

SALUDOS DESDE EL CONSEJO .....	1
I. LO MÁS DESTACADO DE LA CALIDAD DE LA COSECHA.....	2
II. LO MÁS DESTACADO DE LA CALIDAD DE EXPORTACIÓN .....	3
III. INTRODUCCIÓN .....	4
IV. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA COSECHA .....	7
A. FACTORES DE CALIFICACIÓN .....	7
B. HUMEDAD.....	12
C. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	14
D. FACTORES FÍSICOS.....	20
E. MICOTOXINAS.....	27
V. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN .....	32
A. FACTORES DE CALIFICACIÓN .....	32
B. HUMEDAD.....	37
C. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	39
D. FACTORES FÍSICOS.....	45
E. MICOTOXINAS.....	52
VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS.....	56
A. CONDICIONES DE SIEMBRA Y DESARROLLO TEMPRANO .....	58
B. CONDICIONES DE ETAPA VEGETATIVA TARDÍA Y POLINIZACIÓN MEDIA.....	59
C. CONDICIONES DE MADUREZ Y DE COSECHA .....	61
D. COMPARACIÓN DE 2015 CON 2010-2014.....	62
VII. SISTEMA DE EXPORTACIÓN DE SORGO DE EUA.....	64
A. FLUJO DE EXPORTACIÓN DE SORGO DE EUA .....	64
B. IMPACTO DEL CANAL DE COMERCIALIZACIÓN DEL SORGO EN LA CALIDAD.....	65
C. INSPECCIÓN Y CALIFICACIÓN DEL GOBIERNO ESTADOUNIDENSE.....	66
VIII. PRODUCCIÓN, USO Y PANORAMA DEL SORGO ESTADOUNIDENSE .....	68
A. PRODUCCIÓN DE SORGO DE EUA .....	68
B. USO DEL SORGO E INVENTARIOS FINALES DE EUA.....	70
C. PANORAMA.....	71
IX. MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA COSECHA Y DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	73
A. VISIÓN GENERAL .....	73
B. DISEÑO DEL ESTUDIO Y MUESTREO .....	73
C. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	75
X. MÉTODOS DE ESTUDIO DE EXPORTACIONES Y DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	76
A. VISIÓN GENERAL.....	76
B. DISEÑO DEL ESTUDIO Y MUESTREO .....	76
C. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	78
XI. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	79
A. FACTORES DE CALIFICACIÓN DEL SORGO .....	79
B. HUMEDAD.....	80
C. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	80
D. FACTORES FÍSICOS.....	81
E. PRUEBAS DE MICOTOXINAS .....	81
XII. CALIFICACIONES Y CONVERSIONES DEL SORGO DE EUA .....	83
INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL USGC	

## SALUDOS DESDE EL CONSEJO

Nos complace proporcionar a los clientes de sorgo estadounidense y a los miembros del U.S. Grains Council el *Informe de la Calidad de la Cosecha y Exportación de Sorgo 2015/2016* del Consejo, el primero de una nueva serie anual. Este informe es la continuación del *Informe de la Calidad de la Cosecha Temprana de Sorgo 2015/2016* del Consejo, el cual proporcionó un primer vistazo de la calidad de la cosecha de este grano de 2015 conforme se cosechaba en el sur de la zona de cultivo.

Una información precisa y oportuna de la calidad de la cosecha ayuda a los compradores a tomar decisiones más informadas y aumenta su confianza en la capacidad y confiabilidad del mercado. El objetivo principal de este informe de calidad del sorgo es ofrecer un panorama transparente de la calidad de la cosecha más reciente de EUA cuando sale del campo y conforme llega al punto de embarque internacional.

El Consejo está comprometido con la seguridad alimentaria mundial y con el beneficio económico mutuo a través del comercio. Como un puente que es entre los compradores internacionales de sorgo y uno de los sistemas de exportación agrícola más grande y más sofisticado del mundo, el Consejo ofrece este informe como un servicio a nuestros socios en el mundo, en apoyo a nuestra misión de desarrollar mercados, facilitar el comercio y mejorar vidas.

Este *Informe de la Calidad de la Cosecha y Exportación de Sorgo 2015/2016* proporciona la información sobre el grado de calidad del sorgo y otros factores de calidad que no se han notificado en otra parte. Con el tiempo, aumentará el valor de este informe para todo aquellos que están interesados en esto, conforme la información se vuelva más conocida y surjan patrones, año con año. Confiamos en que nuestros socios internacionales encontrarán este *Informe de la Calidad de la Cosecha y Exportación de Sorgo 2015/2016* informativo y útil, y esperamos tener un compromiso continuo cimentado en la información que brinda.

Atentamente,



Alan Tiemann  
Presidente, U.S. Grains Council  
Febrero de 2016

## I. LO MÁS DESTACADO DE LA CALIDAD DE LA COSECHA

Debido a condiciones climáticas particularmente favorables durante la temporada de cultivo, las cuales permitieron altos rendimientos y un aumento de la superficie, se calcula la cosecha de sorgo de EUA de 2015 en 15.083 millones de ton. (594 millones de bushels), un incremento en producción del 37% comparado con la cosecha de 2014 y el mayor desde 1999. Las muestras de cosecha de 2015, fueron muy buenas en promedio, con un 94% con calificación U.S No. 2 o mejor. La humedad promedio estuvo cercana al óptimo de humedad en la cosecha, no se detectaron taninos y los promedios de las muestras de las características químicas y la mayor parte de las físicas estuvieron en el rango típico de valores que hay en la literatura técnica del sorgo de EUA. La cosecha de sorgo estadounidense de 2015 entró a los canales de comercialización con las siguientes características:

### FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

- Peso específico promedio de 58.9 lb/bu (75.9 kg/hectolitro), con un 97% igual o por arriba del límite mínimo de sorgo calificación US No. 2.
- Bajos niveles de granos quebrados y material extraño o BNFM (promedio de 1.7%), con 91% igual o por debajo del límite máximo de la calificación US No. 1.
- Material extraño promedio de 0.6%, muy por debajo del límite máximo de la calificación US No. 1, lo que indica que requiere de poca limpieza.
- Bajos niveles de daño total (un promedio de 0.1%), con 99% por debajo del límite máximo de la calificación US No. 1.
- No se observó daño por calor, lo cual era de esperarse en muestras originadas en los campos.
- Humedad promedio en elevadores de 14.1%, cercano al óptimo de la humedad en la cosecha.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

- Concentración promedio de proteína de 10.9% (base seca), que está en el rango de valores típicos de concentración de proteína que se encuentran en la literatura técnica de híbridos de sorgo de EUA.
- Concentración promedio de almidón de 73.2% (base seca), nivel típico de cualquier muestra de sorgo.

- Concentración promedio de aceite de 4.5% (base seca), que está en el rango de valores típicos de concentración de aceite que hay en la literatura técnica de híbridos de sorgo de EUA.
- No se detectaron niveles de taninos.

### FACTORES FÍSICOS

- Diámetro promedio del grano de 2.53 mm y peso promedio de 1000 granos (TKW) de 26.30 g, valores típicos de cualquier muestra de sorgo.
- Promedio de volumen del grano de 19.34 mm<sup>3</sup>, valor en el límite inferior de los valores típicos en la literatura técnica.
- Densidad real promedio del grano de 1.359 g/cm<sup>3</sup>, que está dentro del rango de sorgo para alimento balanceado.
- Índice promedio de dureza de grano de 71.0, un valor típico de cualquier muestra comercial de sorgo.

### MICOTOXINAS

- El 100% de las muestras de cosecha de sorgo de 2015 resultaron por debajo del nivel de acción de la FDA de 20 ppb.
- El 100 % de las muestras de exportación de sorgo de 2015 dieron resultados por debajo de los niveles recomendados de la FDA de DON (5 ppm para cerdos y otros animales; 10 ppm para pollos y ganado).

## II. LO MÁS DESTACADO DE LA CALIDAD DE EXPORTACIÓN

Estados Unidos es el principal exportador de sorgo, con casi un 75% del comercio mundial. Las primeras muestras de exportación de 2015/2016 del principal exportador de sorgo fueron en promedio muy buenas, con el 98% con calificación U.S No. 2 o mejor. La humedad promedio estuvo a un nivel considerado seguro para transporte y no se detectaron taninos. Como con las muestras de la cosecha, los promedios de las muestras de exportación de las características químicas y la mayoría de las físicas estuvieron en el rango típico de valores que hay en la literatura técnica del sorgo de EUA. Las características destacadas de calidad del promedio general de exportaciones de EUA en las primeras muestras de exportación de sorgo de 2015/2016 son:

### FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

- El peso específico promedio de 59.0 lb/bu (76.0 kg/hectolitro), con un 100% por arriba del límite mínimo del sorgo calificación US No. 2.
- Bajos niveles de granos quebrados y material extraño (BNFM) (promedio de 1.9%), con 96.2% igual o por debajo del límite máximo de calificación US No. 1.
- Promedio de material extraño de 0.9%, con 98.3% igual o por debajo del límite máximo de calificación US No. 1.
- Bajos niveles de daño total (un promedio de 0.5%), con 99.5% igual o por debajo del límite máximo de calificación US No. 1.
- No se observó daño por calor, el cual fue el mismo que en las muestras de la cosecha.
- Humedad promedio de 13.8%.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

- Concentración promedio de proteína de 10.8% (base seca), que está en el rango normal de valores típicos de concentración de proteína en la literatura técnica de híbridos de sorgo de EUA.
- Concentración promedio de almidón de 73.0% (base seca), nivel típico de cualquier muestra de sorgo.
- Concentración promedio de aceite de 4.5% (base seca), que está en el rango normal de los valores típicos de concentración de aceite de la literatura técnica de híbridos de sorgo de EUA.
- No se detectaron niveles de taninos.

### FACTORES FÍSICOS

- Diámetro promedio del grano de 2.60 mm y peso promedio de 1000 granos (TKW) de 27.57 g, valores típicos de cualquier muestra de sorgo.
- Promedio de volumen del grano de 20.28 mm<sup>3</sup>, valor en el límite inferior de los valores típicos en la literatura técnica.
- Densidad real promedio del grano de 1.360 g/cm<sup>3</sup>, que está dentro del rango de sorgo para alimento balanceado.
- Índice de dureza de grano promedio de 71.3, un valor típico de cualquier muestra de sorgo.

### MICOTOXINAS

- El 100% de las muestras de exportación de sorgo 2015/2016 resultaron por debajo del nivel de acción de la FDA de 20 ppb.
- El 100% de las muestras de exportación de sorgo de 2015/2016 dieron resultados por debajo de los niveles recomendados de la FDA de DON (5 ppm para cerdos y otros animales; 10 ppm para pollos y ganado).



### III. INTRODUCCIÓN (continuación)

Las características de calidad del sorgo identificadas al momento de la cosecha establecen la base de la calidad del grano que en última instancia llega a las puertas del importador. Sin embargo, conforme el sorgo pasa a través del sistema de comercialización de EUA, se mezcla con sorgo de otras regiones, se pone en camiones, barcazas y carros de ferrocarril, se almacena y se carga y descarga varias veces. Por lo tanto, cambia la calidad y la condición del sorgo entre la entrada inicial al mercado y el elevador de exportación. Por estas razones, la parte de la *Encuesta de Cosecha 2015/2016* de este informe debe ser considerado con cautela en conjunto con los resultados del *Estudio de Exportación 2015/2016* que también se incluyen en este informe. Como siempre, la calidad de las exportaciones de sorgo se establece en el contrato entre el vendedor y el comprador; los compradores tienen la libertad de negociar cualquier factor de calidad que les sea importante.

Este *Estudio de Exportación 2015/2016* está basado en 182 muestras de sorgo recolectadas de embarques de exportación mientras se sometían al proceso de inspección federal y de calificación realizados por el Federal Grain Inspection Service del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

Para la *Encuesta de Exportación*, las áreas clave de exportación de sorgo de Estados Unidos se dividen en dos grupos geográficos, a los que se les denomina Salidas de Exportación (EO). Estas EO se identifican por las dos principales rutas de mercados de exportación:

1. La EO Texas incluye terminales de exportación a lo largo de las costas del Golfo en Texas; principalmente League City (en la zona de Houston) y Corpus Christi; y
2. La EO NOLA comprende las terminales de exportación cercanas al delta del río Mississippi.



Las muestras del *Estudio de Exportación* están estratificadas proporcionalmente en las dos EO. Los resultados de los análisis de las muestras de exportación se notifican tanto a nivel del promedio general de exportación de EUA como de las dos EO.

Este informe proporciona la información detallada de cada uno de los factores de calidad analizados de las muestras de la cosecha y las de exportación. Incluye promedios y desviaciones estándar del promedio general de todas las muestras de cosecha y de exportación, respectivamente, y de las dos HA y de las dos EO. Las secciones “Resultados de la Calidad de la Cosecha” y “Resultados de la Calidad de la Exportación” resumen los siguientes factores de calidad.

- Factores de calificación: peso específico, granos quebrados y material extraño (BNFM), material extraño, daño total y daño por calor.
- Humedad
- Composición Química: proteína, almidón, aceite y taninos.
- Factores físicos: diámetro del grano, peso de 1000 granos (TKW), volumen del grano, densidad verdadera del grano e índice de dureza del grano.
- Micotoxinas: aflatoxinas y DON

Los detalles sobre los métodos de análisis utilizados en este informe se encuentran en la sección “Métodos de análisis”.

El objetivo del *Estudio de Cosecha* y del *Estudio de Exportación* fue el de obtener muestras suficientes para calcular los promedios de los factores de calidad de las muestras de cosecha y de exportación con un margen de error relativo (ME relativo) menor al  $\pm 10\%$ , (un objetivo razonable para datos biológicos, tales como estos factores). Se calcularon

### III. INTRODUCCIÓN (continuación)

los promedios ponderados y las desviaciones estándar de cada factor de calidad siguiendo las técnicas estadísticas estándar de muestreo estratificado proporcional. Los detalles del muestreo estadístico y los métodos de análisis se presentan en las secciones “Métodos de análisis estadístico y Estudio de Cosecha” y “Métodos de análisis estadístico y Estudio de Exportación”.

Junto con la evaluación de la calidad de toda la cosecha de sorgo 2015 y de las primeras exportaciones 2015/2016, el *Informe de Calidad de Cosecha y Exportaciones de Sorgo 2015/2016* incluye evaluaciones del cultivo y de las condiciones climáticas durante la temporada de 2015; la producción, uso y panorama del sorgo estadounidense; y la descripción del sistema de exportación de EUA.

El primer año de datos de calidad de cosecha y exportación del sorgo pondrá los cimientos para evaluar las tendencias y los factores que impactan la calidad de este grano. Además, el acumulado de estudios de medición aumentará de valor, al permitir a los importadores y a otros interesados poder hacer comparaciones año con año y evaluar patrones de calidad del sorgo con base en las condiciones de cultivo, secado, manejo, almacenamiento y transporte.

El *Estudio de Exportación no predice la calidad presente de ningún cargamento o lote de sorgo después de su carga o en el punto de destino*. Es importante para todos los que participan en la cadena de valor entender las respectivas necesidades y obligaciones contractuales, ya que se pueden especificar en el contrato de compra-venta muchos de los atributos de calidad, además de la calificación. Además, este informe no explica las razones de los cambios en los factores de calidad del *Estudio de la Cosecha al Estudio de Exportación*. Muchos factores, tales como el clima, genética, mezclado y el secado y manejo del grano, afectan de forma compleja los cambios en la calidad del sorgo. Los resultados de los análisis de las muestras pueden variar de forma importante, en función de la forma en que se haya cargado el lote de sorgo en el vehículo de transporte y el método utilizado de toma de muestras.



## IV. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA COSECHA

### A. Factores de calificación

El Federal Grain Inspection Service (FGIS) del USDA ha establecido calificaciones numéricas, definiciones y normas para los granos. Los atributos que determinan la calificación numérica del sorgo son el peso específico, granos quebrados y material extraño (BNFM), material extraño, daño total y daño por calor. En la página 83 de este informe se brinda un cuadro de “Calificaciones y requisitos de calificaciones del sorgo estadounidense”.

#### RESUMEN: FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

- *El peso específico promedio del promedio general de la cosecha de EUA en 2015 fue 58.9 lb/bu (75.9 kg/hl), con un 84.5% de las muestras igual o arriba del factor límite de la calificación U.S. No. 1 y 97% de las muestras igual o arriba del límite de la calificación U.S. No. 2 (55.0 lb/bu o 70.8 kg/hl).*
- *Los granos rotos y material extraño (BNFM) promedio del promedio general de la cosecha de EUA de las muestras de 2015 (1.7%) estuvieron muy por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (3.0%), en las que el 99% de las muestras estaban igual o por debajo de la calificación U.S. No. 2 (6.0%) y 91% de las muestras también estaban igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1.*
- *El material extraño en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA promedió 0.6% en 2015, muy por debajo del valor máximo del 1.0 % de la calificación U.S. No. 1. El 98% de las muestras estuvieron igual o por debajo del límite máximo de material extraño permitido para la calificación U.S. No. 2 (2.0%).*
- *El daño total en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyó en 99% de las muestras con 2% o menos granos dañados (el máximo permitido de la calificación U.S. No. 1) y 99.5% con 5% o menos (el máximo permitido de la calificación U.S. No. 2).*
- *No se observó daño por calor en ninguna de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015.*
- *El contenido de humedad del promedio general de la cosecha de EUA de las muestras de 2015 registrado en el elevador promedió 14.1%, con un valor mínimo de 10.1% y un máximo de 17.9%.*

**IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)**

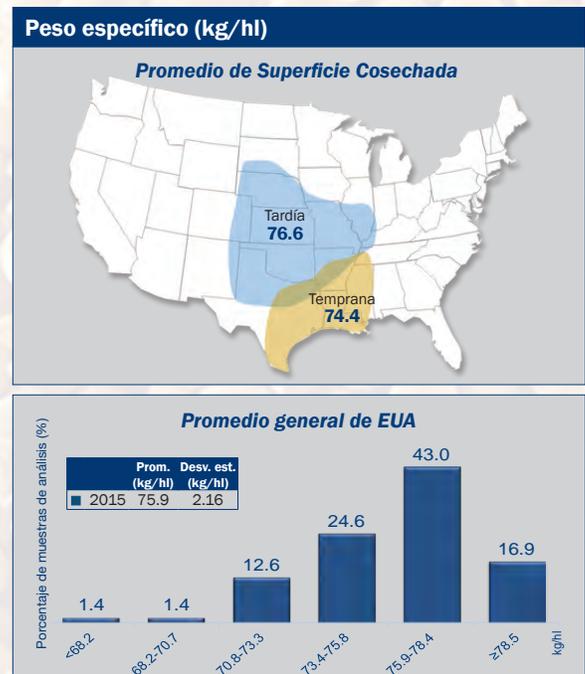
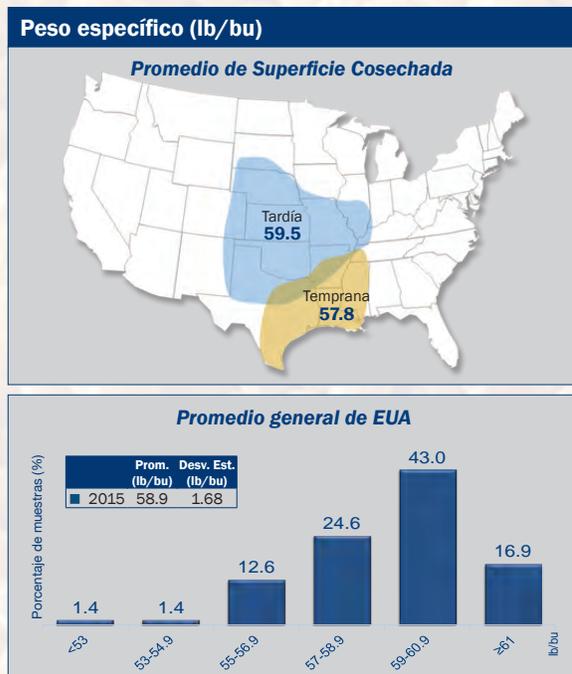
**1. Peso específico**

El peso específico (peso del grano por volumen de contenedor estándar) es una medida de la densidad de masa, que a menudo se utiliza como indicador general de la calidad general y como indicador de la dureza del endospermo para el procesamiento de reducción de tamaño y valor agregado. El sorgo con alto peso específico ocupa menos espacio de almacenamiento que el mismo peso de sorgo con un peso específico menor. El peso específico se ve impactado inicialmente por las diferencias genéticas en la estructura del grano. Sin embargo, se ve también afectado por el contenido de humedad, método de secado, daño físico al grano (granos quebrados y superficies rasposas), material extraño en la muestra, tamaño del grano, estrés durante la temporada de cultivo y daño microbiológico. Cuando se muestrea y mide en el punto de entrega del campo a un contenido de humedad dado, generalmente el alto peso específico indica alta calidad, alto porcentaje de endospermo duro (o vitroso) y un sorgo firme y limpio. El peso específico está altamente correlacionado con la densidad real del grano, el cual refleja la dureza y madurez del mismo<sup>1</sup>.

<b>Peso específico mínimo de la calificación U. S.</b>
No. 1: 57.0 lb
No. 2: 55.0 lb
No. 3: 53.0 lb

**RESULTADOS**

- El peso específico promedio del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 fue 58.9 lb/bu (75.9 kg/hl), arriba del mínimo para la calificación U.S. No. 1 (57.0 lb/bu o 73.4 kg/hl).
- Los valores de peso específico de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 tuvieron una desviación estándar de 1.68 lb/bu (2.16 kg/hl).
- Los valores de peso específico del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyeron en un 84.5% de las muestras igual o arriba del factor límite de la calificación U.S. No. 1 y 97.1% de las muestras igual o arriba del límite de la calificación U.S. No. 2 (55.0 lb/bu o 70.8 kg/hl).
- El peso específico promedio de la Cosecha Tardía (59.5 lb/bu o 76.6 kg/hl) en 2015 fue ligeramente más alto que el de la Cosecha Temprana (57.8 lb/bu o 74.4 kg/hl), lo cual puede atribuirse a las condiciones climáticas más favorables para el llenado del grano en la Zona de Cosecha Tardía en comparación con la Zona de Cosecha Temprana.



<sup>1</sup> Buffo, R.A., C.L. Weller y A.M. Parkhurst. 1998. Relationship among grain sorghum quality factors. Cereal Chemistry 75(1):100-104.

## IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 2. Granos quebrados y material extraño (BNFM)

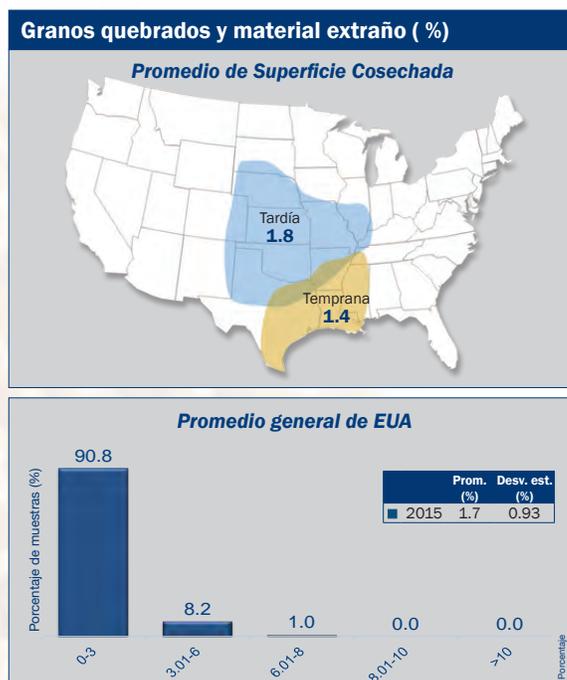
Los granos quebrados y el material extraño (BNFM) es un indicador de la cantidad de sorgo limpio y entero para alimentos balanceados y procesamiento. A menor porcentaje de BNFM, hay menos material extraño y/o menos granos quebrados en la muestra. Los altos niveles de BNFM en las muestras originadas en el campo generalmente provienen de lugares con cosechadoras y/o semillas de malezas en el campo. Los niveles de BNFM normalmente se incrementarán durante el secado y manejo, en función de los métodos utilizados y la solidez del grano. La formación de grietas de estrés durante el secado o durante el secado mecánico después de la cosecha también resultará en un aumento de los granos quebrados y de BNFM durante el manejo posterior.

**Límites máximos de BNFM de calificación U. S.**

No. 1: 3.0%
No. 2: 6.0%
No. 3: 8.0%

### RESULTADOS

- El promedio BNFM del promedio general de la cosecha de EUA en las muestras de 2015 (1.7%) estuvo muy por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (3.0 %).
- Los valores BNFM de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 0.93%.
- De las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, el 99% estuvo igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 2 (6.0%), de las cuales el 90.8% de las muestras estuvo también igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1.
- La condición del cultivo de sorgo de 2015 se calificó más alta que el promedio de los cinco años agrícolas a lo largo de la mayor parte de la temporada. Estas altas calificaciones de cultivo se reflejaron en los valores BNFM del promedio general de la cosecha de EUA, los cuales estuvieron iguales o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 2 (6%). Además, el 92% de las muestras estuvo igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (3%).



IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

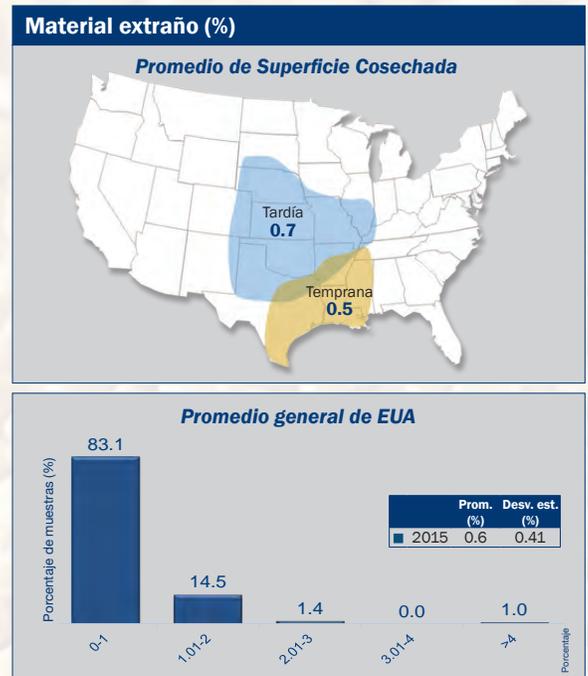
3. Material extraño

El material extraño, subconjunto del BNFM, es de importancia ya que tiene poco valor para alimentos balanceados o procesamiento. Es también por lo general más alto en contenido de humedad que el sorgo mismo y por ello conlleva un potencial de deterioro de la calidad del grano durante el almacenamiento. El material extraño también contribuye a la concentración de material liviano en el centro del silo y tiene la posibilidad de crear más problemas de calidad y daño debido a su alto nivel de humedad, como se mencionó con anterioridad.

Límites máximos de material extraño de la calificación U. S.	
No. 1:	1.0%
No. 2:	2.0%
No. 3:	3.0%

RESULTADOS

- El material extraño en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA promedió 0.6% en 2015, muy por debajo del valor máximo del 1.0 % de la calificación U.S. No. 1.
- Los valores de material extraño de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 0.41%.
- En las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, el 97.6% contenía igual o menos del máximo permitido de material extraño para la calificación U.S. No. 2 (2.0 %).
- El promedio de material extraño de la Cosecha Tardía (0.7%) en 2015 fue ligeramente más alto que el promedio de material extraño de la Cosecha Temprana (0.5%), lo cual puede atribuirse a las diferencias de presión de plagas en las zonas de cultivo de las muestras.



## IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 4. Daño Total

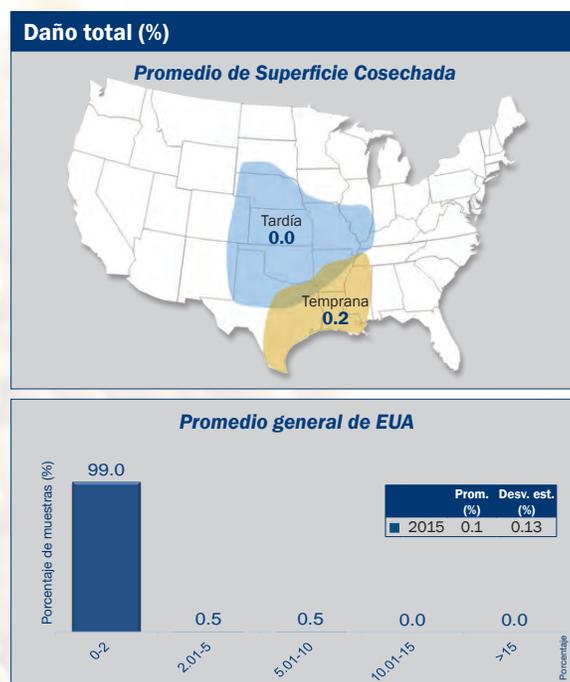
El daño total es el porcentaje de granos y piezas de los granos que de alguna manera están visualmente dañados, lo cual incluye daño en el suelo, daño grave del clima, con enfermedades, con daño de heladas, daño en el germen, daño por calor, perforaciones de insectos, daño por hongos, daño de brotes o de otra forma, materialmente dañado. La mayoría de estos tipos de daños resulta en algún tipo de decoloración o cambio de textura del grano. El daño no incluye piezas quebradas de granos que de otra forma se ven normales en apariencia. Por lo general el daño por hongos se relaciona con contenido de humedad y temperaturas más altas de lo deseado durante el cultivo y/o almacenamiento. El daño por hongos y el posible desarrollo de micotoxinas son el factor de daños de mayor preocupación. El daño por hongos puede darse previo a la cosecha, así como durante el almacenamiento temporal a niveles altos de humedad y de temperatura, antes de la entrega.

**Límites máximos de daño total de calificación U. S.**

No. 1: 2.0%
No. 2: 5.0%
No. 3: 10.0%

### RESULTADOS

- El daño total de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA promedió 0.1% en 2015, muy por debajo del límite de la calificación U.S. No. 1 (2%).
- Los valores de daño total de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 0.13%.
- El daño total en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyó en 99% de las muestras con 2% o menos granos dañados (el máximo permitido de la calificación U.S. No. 1) y 99.5% con 5% o menos (el máximo permitido de la calificación U.S. No. 2).
- No se observó daño en las muestras de Cosecha Tardía, mientras que los niveles observados en las muestras del promedio general pueden atribuirse al daño observado en las muestras de la Cosecha Temprana. La ausencia de daño en las muestras de Cosecha Tardía puede deberse a que no hubo problemas climáticos y de plagas, junto con buenas condiciones de recolección y un tránsito rápido al elevador.



### 5. Daño por calor

El daño por calor es un subconjunto del daño total, que cuenta con asignaciones separadas en las Normas de Calificaciones de EUA. El daño por calor puede estar causado por la actividad microbiológica en granos calientes y húmedos o por el alto calor aplicado durante el secado. El daño por calor rara vez se presenta en el sorgo entregado durante la cosecha directamente de los campos.

**Límites máximos de daño por calor de calificación U. S.**

No. 1: 0.2%
No. 2: 0.5%
No. 3: 1.0%

### RESULTADOS

- No se observó daño por calor en ninguna de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015.
- La ausencia de daño por calor probablemente se debió en parte a las muestras apenas cosechadas que venían directamente del campo al elevador, con un mínimo de secado previo.

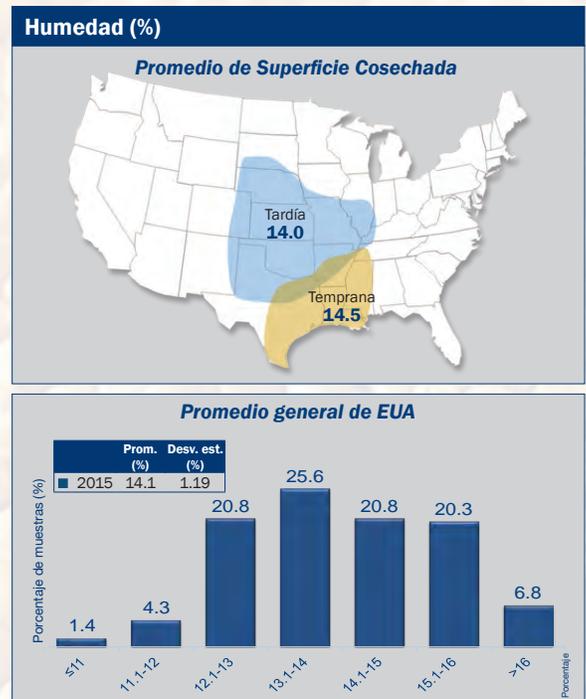
IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

**B. Humedad**

El contenido de humedad (peso del agua de los granos por peso total de granos (es decir, agua más materia seca)) se notifica en certificados de calificación oficiales, pero no determina qué calificación numérica se le asignará a la muestra. El contenido de humedad afecta la cantidad de materia seca que se vende y compra. La humedad es también un indicador del posible secado, tiene probables implicaciones en la capacidad de almacenamiento y afecta el peso específico. Un alto contenido de humedad al cosechar incrementa la probabilidad de que ocurra daño del grano durante la cosecha y en el secado. El contenido de humedad y la cantidad de secado mecánico requeridos también afectarán la formación de grietas por tensión, rompimiento y germinación. Los granos sumamente húmedos pueden ser precursores de grandes daños por hongos después durante el almacenamiento o transporte. Aunque el clima durante la temporada de cultivo afecta el rendimiento y el desarrollo del grano, la humedad en la cosecha está influida ampliamente por el momento de la cosecha y sus condiciones climáticas.

**RESULTADOS**

- El contenido de humedad del promedio general de la cosecha de EUA de las muestras de 2015 registrado en el elevador promedió 14.1%, con un valor mínimo de 10.1% y un máximo de 17.9%.
- Los valores de contenido de humedad de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 1.19%.
- Los valores de humedad del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyeron con sólo 52.1% de las muestras que contenían 14% o menos de humedad. El nivel de humedad del 14% es la humedad base usada por la mayoría de los elevadores para descuentos y es el nivel considerado como seguro para el almacenamiento de períodos cortos durante las bajas temperaturas de invierno.
- El promedio de contenido de humedad de la Cosecha Tardía (14.0%) en 2015 fue ligeramente menor que el de la Cosecha Temprana (14.5%). La diferencia puede atribuirse al mayor secado en el campo de las muestras de la Cosecha Tardía que en las de la Cosecha Temprana, debido a una ventana de cosecha más larga y a condiciones climáticas más favorables durante la misma.



#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### RESUMEN: FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

<b>Cosecha 2015</b>					
	No. de muestras	Prom.	Desv. Est.	Mín.	Máy.
<b>Promedio general de la cosecha de EUA</b>					
Peso específico (lb/bu)	207	58.9	1.68	46.1	62.5
Peso específico (kg/hl)	207	75.9	2.16	59.3	80.4
BNFM (%)	207	1.7	0.93	0.0	6.7
Material extraño (%)	207	0.6	0.41	0.0	4.8
Daño total (%)	207	0.1	0.13	0.0	5.7
Daño por calor (%)	207	0.0	0.00	0.0	0.0
Humedad (%)	207	14.1	1.19	10.1	17.9
<b>Temprana</b>					
Peso específico (lb/bu)	50	57.8	2.20	46.1	62.0
Peso específico (kg/hl)	50	74.4	2.83	59.3	79.8
BNFM (%)	50	1.4	0.62	0.5	4.5
Material extraño (%)	50	0.5	0.27	0.1	2.1
Daño total (%)	50	0.2	0.38	0.0	5.7
Daño por calor (%)	50	0.0	0.00	0.0	0.0
Humedad (%)	50	14.5	0.86	11.7	17.3
<b>Tardía</b>					
Peso específico (lb/bu)	157	59.5	1.42	53.9	62.5
Peso específico (kg/hl)	157	76.6	1.83	69.4	80.4
BNFM (%)	157	1.8	1.08	0.0	6.7
Material extraño (%)	157	0.7	0.47	0.0	4.8
Daño total (%)	157	0.0	0.00	0.0	0.0
Daño por calor (%)	157	0.0	0.00	0.0	0.0
Humedad (%)	157	14.0	1.36	10.1	17.9

#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### C. Composición química

La composición química del sorgo es importante debido a que los componentes de proteína, almidón, aceite y taninos son de gran interés para el usuario final. Los atributos de composición química no son factores de calificación. Sin embargo, brindan información adicional relativa al valor nutritivo para la alimentación del ganado y las aves, además de otros usos de procesamiento del sorgo. A diferencia de muchos atributos físicos, no se espera que los valores de composición química cambien de forma importante durante el almacenamiento o el transporte.

#### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

- *En 2015, la concentración de proteína del promedio general de la cosecha de EUA promedió 10.9%, con un rango de 6.8 a 14.1%.*
- *La concentración de proteína en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyó con sólo el 9% de las muestras por debajo del 9.0 %, 41% entre 9.0 y 10.99 %, y 51% igual o por arriba de 11.0 %.*
- *La concentración de almidón del promedio general de la cosecha de EUA promedió 73.2% en 2015, con un rango de 68.7 a 75.6%.*
- *La concentración de almidón en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyó en 34% de las muestras entre 70.00 y 72.99%, 46% entre 73.00 y 73.99% y 20% igual a o mayor a 74.00%.*
- *La concentración de aceite del promedio general de la cosecha de EUA promedió 4.5% en 2015, con un rango de 3.0 a 5.1%.*
- *Casi dos tercios de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 (66%) presentó una concentración de aceite de 4.50% y mayor, el 20% de las muestras de 4.00 a 4.49% y el 14% en 3.99% o inferior.*
- *Todas las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se consideraron libres de taninos.*

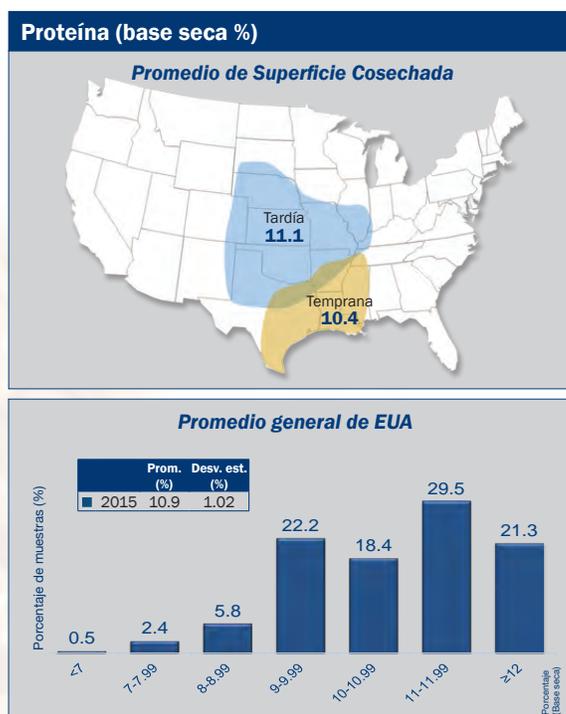
#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 1. Proteína

La proteína es muy importante para la alimentación de aves y ganado, debido a que proporciona aminoácidos azufrados esenciales y ayuda a mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia. Por lo general, la proteína está inversamente relacionada a la concentración de almidón. Los resultados se notifican en base seca.

#### RESULTADOS

- En 2015, la concentración de proteína del promedio general de la cosecha de EUA promedió 10.9%, lo cual se encuentra en el rango de los valores típicos de concentración de proteína que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.
- Los valores de concentración de proteína del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 1.02%.
- El rango de concentración de proteína de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA fue de 6.8 a 14.1% en 2015.
- La concentración de proteína en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyó en 8.7% de las muestras por debajo del 9.00%, 40.6% entre 9.00 y 10.99%, y 50.8% igual o por arriba del 11.00%.
- Las muestras de la Cosecha Tardía tuvieron un promedio de concentración de proteína de 11.1%, mientras que las muestras de la Cosecha Temprana tuvieron un promedio de concentración de proteína de 10.4%.



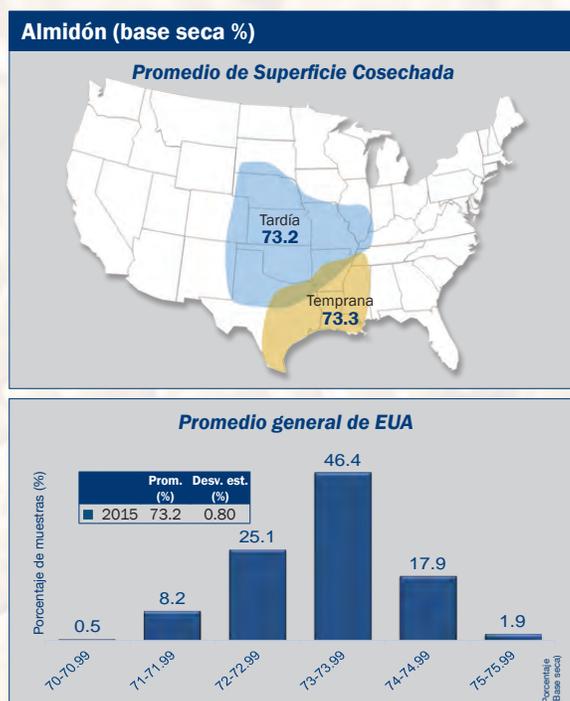
## IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 2. Almidón

El almidón es un factor importante del sorgo, que se relaciona con la energía metabolizable del ganado y las aves. Los niveles de almidón del sorgo pueden ser también de interés para los procesadores, ya que el almidón brinda el sustrato para varios procesos de valor agregado. A menudo, una alta concentración de almidón es un indicador de buena maduración/condiciones de llenado del grano y densidades del grano razonablemente moderadas. Por lo general, el almidón está inversamente relacionado a la concentración de proteína. Los resultados se notifican en base seca.

### RESULTADOS

- La concentración de almidón del promedio general de la cosecha de EUA promedió 73.2% en 2015, lo cual es un nivel típico de cualquier muestra comercial de sorgo híbrido.
- Los valores de concentración de almidón de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 0.80%.
- El rango de concentración del almidón de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA fue de 68.7 a 75.6% en 2015.
- La concentración de almidón en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 se distribuyó en 33.8% de las muestras entre 70.00 y 72.99%, 46.4% entre 73.00 y 73.99% y 19.8% igual a o mayor a 74.00%.
- El promedio de concentración de almidón de las muestras de la Cosecha Tardía (73.2%) fue esencialmente el mismo de las muestras de la Cosecha Temprana (73.3%), pero el rango en los valores de almidón de la Cosecha Tardía (de 68.7 a 75.6%) fue mayor que el de las de la Cosecha Temprana (de 71.1 a 75.0%). Lo que probablemente contribuyó al mayor rango de valores en concentración de almidón fue la mayor zona geográfica en la que se cultivan los híbridos de la Cosecha Tardía.



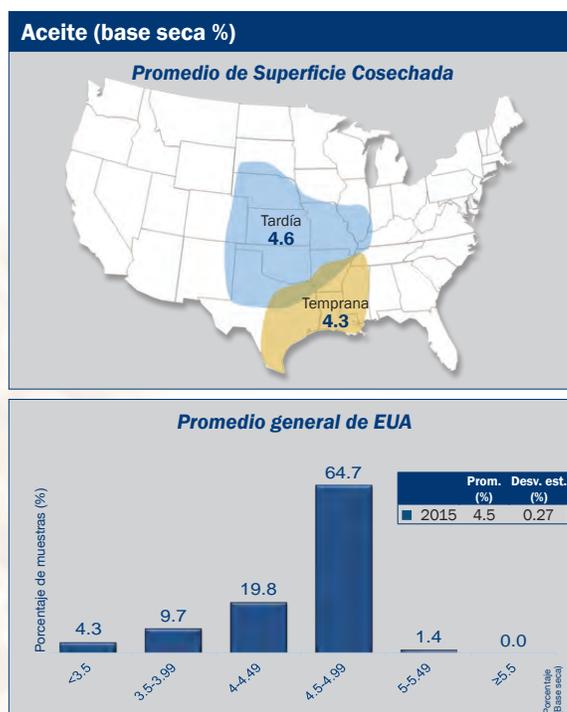
#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 3. Aceite

El aceite es un componente esencial de los alimentos para aves y ganado. Sirve como fuente de energía, permite la utilización de vitaminas liposolubles y proporciona ciertos ácidos grasos esenciales. El aceite puede también ser un coproducto importante del procesamiento de valor agregado del sorgo. Los resultados se notifican en base seca.

#### RESULTADOS

- La concentración de aceite del promedio general de la cosecha de EUA promedió 4.5% en 2015, lo cual está en el rango normal de los valores típicos de concentración de aceite que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.
- Los valores de concentración de aceite de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA presentaron una desviación estándar de 0.27%.
- El rango de concentración de aceite de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA fue de 3.05 a 5.1% en 2015.
- Casi dos tercios de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 (66.1%) tuvieron una concentración de aceite de 4.50% y mayor, el 19.8% de las muestras de 4.00 a 4.49% y el 14% en 3.99% o menor.
- Las muestras de la Cosecha Tardía tuvieron un promedio de concentración de aceite de 4.6%, mientras que las muestras de la Cosecha Temprana tuvieron un promedio de 4.3%.



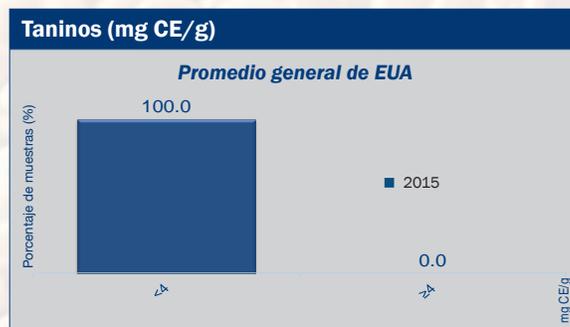
#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 4. Taninos

Los taninos están presentes en las variedades de sorgo que tienen la cabeza pigmentada dentro del grano. Químicamente, los taninos son compuestos que son moléculas grandes que comprenden moléculas fenólicas más pequeñas (catequinas, epicatequinas, etc.), que están ampliamente distribuidas en la naturaleza (compuestos que se encuentran en uvas, corteza, hojas de té, etc. que influyen en el aroma, sabor, sensación bucal y astringencia, y que tienen antioxidantes y otros posibles beneficios a la salud). Aunque están presentes en las variedades de sorgo cultivadas en todo el mundo, más del 99 % del sorgo que actualmente se cultiva en Estados Unidos está libre de taninos, debido a décadas de esfuerzos de mejoramiento para eliminarlos de los híbridos de este grano. Los taninos tienen efectos en las propiedades nutricionales y funcionales como resultado de sus interacciones con nutrientes en el grano. El desempeño del ganado y las aves puede verse negativamente afectado por la presencia de taninos en los alimentos que contienen sorgo. El sorgo sin taninos que actualmente se cultiva en Estados Unidos tiene prácticamente el mismo perfil energético que el maíz en los alimentos balanceados. Los resultados se notifican como menores a 4.0 miligramos de equivalentes de catequinas (CE) por gramo de muestra (4.0 mg CE/g) o superior. Los valores por debajo de 4.0 mg CE/g por lo general implica la ausencia de taninos condensados<sup>2,3</sup>.

### RESULTADOS

- Todos los niveles observados de taninos en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 (incluidas las muestras de las Cosechas Tardía y Temprana) fueron menores a 4.0 mg CE/g, lo que implica su ausencia.



<sup>2</sup> Awika, J.M. y L.W. Rooney. 2004. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry* 65, 1199-1221.

<sup>3</sup> Price, Martin L., Van Scoyoc, S., Butler, L.G., 1978. A critical evaluation of vanillin reaction as an assay for tannin sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 26, 1214-1218.

#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

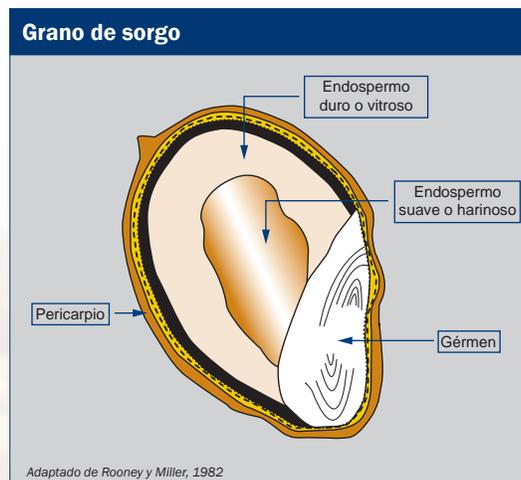
### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

Cosecha 2015					
	No. de muestras	Prom.	Desv. Est.	Mín.	Máx.
<b>Promedio general de la cosecha de EUA</b>					
Proteína (base seca %)	207	10.9	1.02	6.8	14.1
Almidón (base seca %)	207	73.2	0.80	68.7	75.6
Aceite (base seca %)	207	4.5	0.27	3.0	5.1
<b>Temprana</b>					
Proteína (base seca %)	50	10.4	0.75	7.1	12.7
Almidón (base seca %)	50	73.3	0.69	71.1	75.0
Aceite (base seca %)	50	4.3	0.31	3.0	5.0
<b>Tardía</b>					
Proteína (base seca %)	157	11.1	1.15	6.8	14.1
Almidón (base seca %)	157	73.2	0.86	68.7	75.6
Aceite (base seca %)	157	4.6	0.25	3.3	5.1

#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### D. Factores físicos

Los factores físicos incluyen otros atributos de calidad que no son ni factores de calificación ni composición química. Las pruebas de estos factores físicos brindan información adicional sobre las características de procesamiento del sorgo para varios usos, así como su capacidad de almacenamiento y el potencial de rotura en el manejo. La capacidad de almacenamiento, la capacidad de resistir el manejo y el desempeño del procesamiento del sorgo están influidos por su morfología. Los granos de sorgo están morfológicamente constituidos de tres partes: el germen o embrión, el pericarpio o cubierta externa y el endospermo. El endospermo representa del 82 al 86 % del grano, y consiste en endospermo suave (también conocido como harinoso) y el endospermo duro (también llamado vitroso), como se muestra a la derecha. El endospermo contiene principalmente almidón y proteína, mientras que el germen contiene aceite y algunas proteínas. El pericarpio consta mayormente de fibra con una pequeña cobertura de material ceroso.



#### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

- *Para las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, el diámetro del grano promedió 2.53 mm, el peso de 1000 granos promedió 26.30 g y el volumen del grano promedió 19.34 mm<sup>3</sup>.*
- *La densidad verdadera del grano del promedio general de la cosecha de EUA promedió 1.359 g/cm<sup>3</sup> en 2015, con un rango de 1.295 a 1.402 g/cm<sup>3</sup> y 88% de las muestras entre 1.345 g/cm<sup>3</sup> y 1.389 g/cm<sup>3</sup>.*
- *En promedio, las muestras del promedio general de la cosecha de EUA tuvieron menor volumen que el típico de los híbridos del sorgo de EUA, pero el diámetro del grano, el peso y la densidad verdadera estuvieron en el rango de valores notificados en la literatura técnica de los híbridos de sorgo comerciales.*
- *El índice de dureza del grano promedió 71.0 en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, con un rango desde 37.1 a 91.5 y 90% de las muestras entre 40.00 y 79.99.*

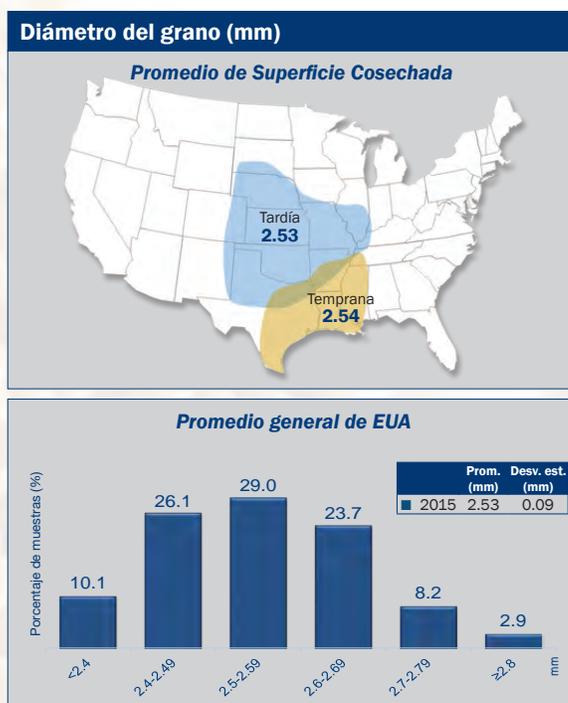
#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 1. Diámetro del grano

El diámetro del grano (notificado en mm) está directamente correlacionado con el volumen del mismo, afecta el comportamiento de reducción de tamaño y las prácticas de manejo del material, además de que puede indicar la madurez de los granos. La reducción de tamaño se refiere a la reducción de los granos (partículas grandes) a material molido (partículas pequeñas), por lo general mediante la molienda. La reducción de tamaño, consumo de energía, eficiencia del descorticado y rendimiento de los componentes del grano dependen del diámetro. El descorticado se refiere a quitar el pericarpio y el germen del grano por abrasión con eliminación mínima del endospermo antes de la consiguiente molienda. Mientras más pequeños sean los granos, se requiere mayor cuidado y preocupación en el manejo. Un llenado incompleto del grano y condiciones climáticas inesperadas pueden contribuir a valores de diámetro pequeños.

### RESULTADOS

- El diámetro del grano del promedio general de la cosecha de EUA promedió 2.53 mm en 2015, un valor típico de cualquier muestra comercial de híbrido de sorgo.
- Los valores del diámetro del grano de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 0.09 mm.
- El diámetro del grano de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA fue de 2.18 a 2.90 mm en 2015.
- En 2015, el diámetro del grano del promedio general de la cosecha de EUA estuvo distribuido de tal forma, que 11.1% de las muestras presentó un diámetro de 2.70 mm o mayor, 52.7% estuvo entre 2.50 y 2.69 mm y 36.2% fue menor a 2.50 mm.



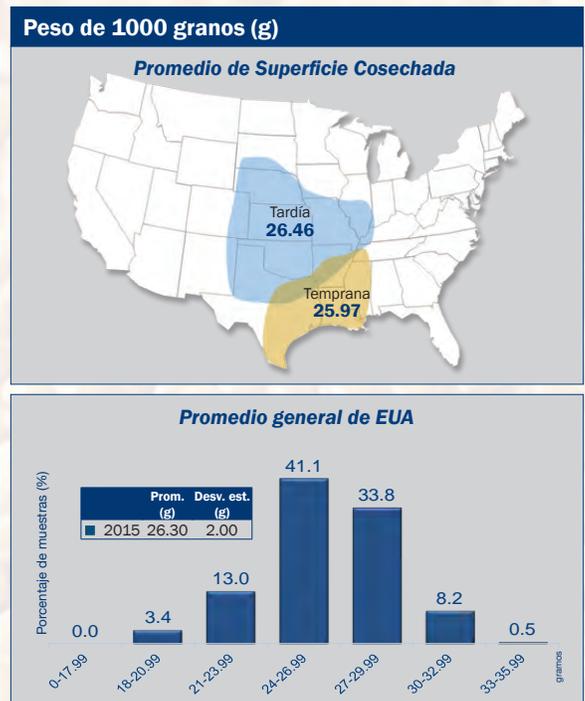
**IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)**

**2. Peso de 1000 granos (TKW)**

El peso de 1000 granos (comúnmente conocido como TKW) es el peso de un número fijo de granos que se notifica en gramos. El volumen (o tamaño) del grano puede inferirse del peso de 1000 granos, ya que conforme este peso aumenta o disminuye, el volumen del grano aumentará o disminuirá proporcionalmente. El volumen del grano afecta los índices de secado. Conforme se incrementa el volumen de grano, la proporción de volumen a superficie se vuelve más grande y el tiempo de secado a una humedad deseada es mayor. El peso del grano tiende a ser más alto para las variedades de especialidad de sorgo que presentan altas cantidades de endospermo duro (vitroso).

**RESULTADOS**

- El peso de 1000 granos (TKW) de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 promedió 26.30 g, valor que se encuentra en el rango de los valores típicos que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.
- Los valores TKW de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 2.00 g.
- El TKW de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA estuvo entre 19.49 y 34.66 g en 2015.
- En las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, el TKW se distribuyó de tal forma que el 8.7% de las muestras presentó un peso de 30.00 g o mayor, 74.9% entre 24.00 y 29.99 g y 16.4% menor a 24.00 g.
- El promedio de TKW ligeramente mayor de las muestras de Cosecha Tardía (26.46 g) al de las muestras de la Cosecha Temprana (25.97 g) generalmente se asemeja a la tendencia observada de los promedios del peso específico de la muestra respectiva.



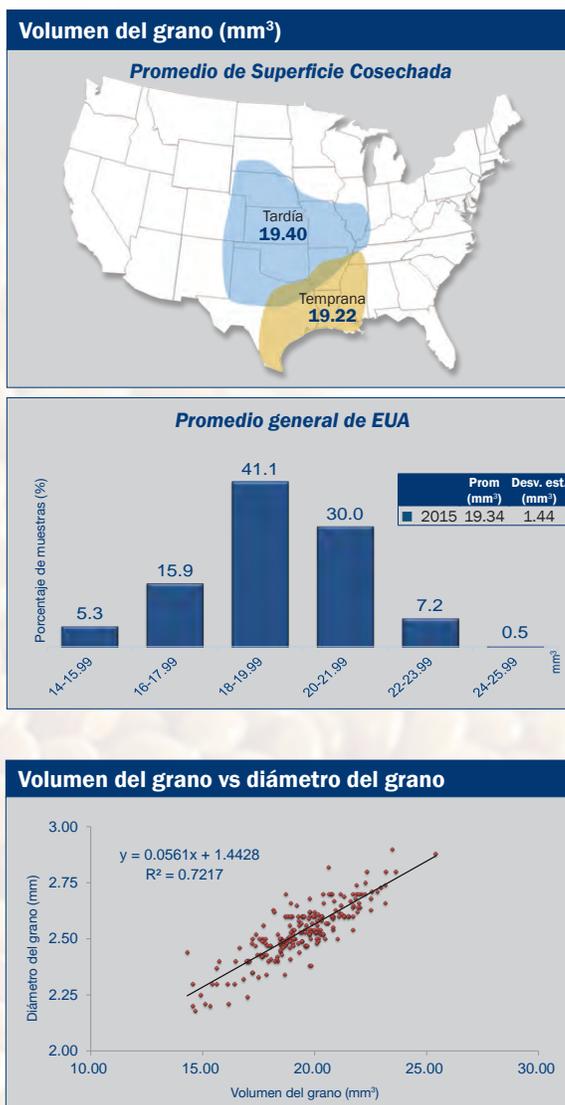
## IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 3. Volumen del grano

El volumen (o tamaño) del grano, notificado en  $\text{mm}^3$ , está directamente relacionado con su diámetro, que a menudo es un indicador de las condiciones de cultivo. Si las condiciones son secas, los granos pueden ser pequeños debido a un desarrollo atrofiado. Si la sequía golpea al final de la temporada, los granos pueden tener un menor llenado. Los granos pequeños son más difíciles de manejar y, debido a que tienen mayor proporción de superficie a volumen que los granos grandes, se quitan mayores cantidades de endospermo durante el descorticado, lo que reduce el rendimiento de los productos derivados del endospermo.

#### RESULTADOS

- El volumen del grano promedió  $19.34 \text{ mm}^3$  en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, un valor que está en la parte baja de los valores típicos que hay en la literatura técnica de cualquier muestra de híbrido de sorgo comercial.
- Los valores de volumen del grano de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de  $1.44 \text{ mm}^3$ .
- El volumen de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA estuvieron entre  $14.31$  y  $25.40 \text{ mm}^3$  en 2015.
- En las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, el volumen del grano se distribuyó de tal forma que 21.2% de las muestras presentaron un volumen menor a  $18.00 \text{ mm}^3$ , 71.1% estuvo entre  $18.0$  y  $21.99 \text{ mm}^3$  y 7.9% igual o mayor a  $22.00 \text{ mm}^3$ .
- El volumen del grano promedio de las muestras de la Cosecha Tardía ( $19.40 \text{ mm}^3$ ) fue ligeramente más alto que el promedio de las muestras de la Cosecha Temprana ( $19.22 \text{ mm}^3$ ).
- El volumen del grano tuvo una relación positiva (un coeficiente de correlación de 0.85) con el diámetro del grano en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, como lo muestra la figura adyacente.



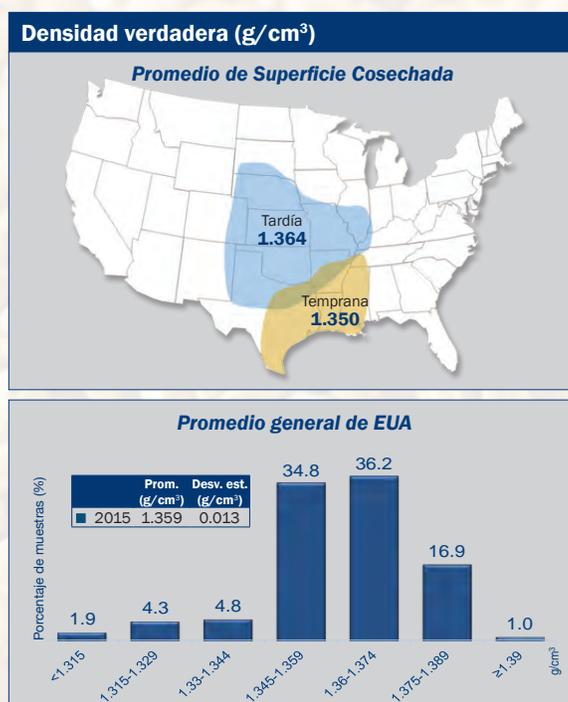
#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 4. Densidad verdadera del grano

La densidad verdadera del grano (peso por volumen del grano), notificada como  $\text{g}/\text{cm}^3$ , es un indicador relativo de su dureza, el cual es de utilidad durante las operaciones de reducción de tamaño. La genética del híbrido del sorgo y el ambiente de cultivo afectan la densidad verdadera. El sorgo con mayor densidad es típicamente menos susceptible al rompimiento durante el manejo que el sorgo de baja densidad. La mayoría del sorgo que se usa para alimento balanceado tiene valores de densidad verdadera de 1.330 a 1.400  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Se considera al sorgo con una densidad mayor a 1.315  $\text{g}/\text{cm}^3$  como adecuado para el procesamiento para sémola cervecera y hojuelas, mientras que el sorgo con densidad menor a 1.315  $\text{g}/\text{cm}^3$  es adecuado para su procesamiento en harina para pan blando y almidón.

### RESULTADOS

- La densidad verdadera del grano promedió 1.359  $\text{g}/\text{cm}^3$  en 2015, lo cual cae dentro del rango de valores que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.
- Los valores de densidad verdadera de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 0.013  $\text{g}/\text{cm}^3$ .
- Las densidades verdaderas de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 estuvieron entre 1.295 y 1.402  $\text{g}/\text{cm}^3$ .
- En las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, la densidad verdadera del grano se distribuyó de tal forma que 1.9% de las muestras estuvo por debajo de 1.315  $\text{g}/\text{cm}^3$ , 4.3% entre 1.315 y 1.329  $\text{g}/\text{cm}^3$ , 4.8% entre 1.330 y 1.344  $\text{g}/\text{cm}^3$  y 88.9% entre 1.345  $\text{g}/\text{cm}^3$  y mayor.
- El promedio de densidades verdaderas ligeramente mayor de las muestras de la Cosecha Tardía (1.364  $\text{g}/\text{cm}^3$ ) que el promedio de las muestras de la Cosecha Temprana (1.350  $\text{g}/\text{cm}^3$ ) por lo general es muy parecido a la tendencia observada en los promedios de peso específico de la muestra respectiva.



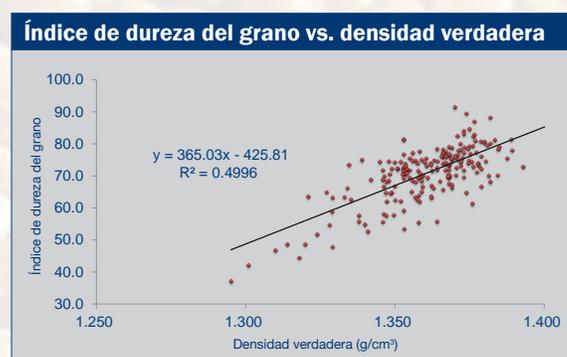
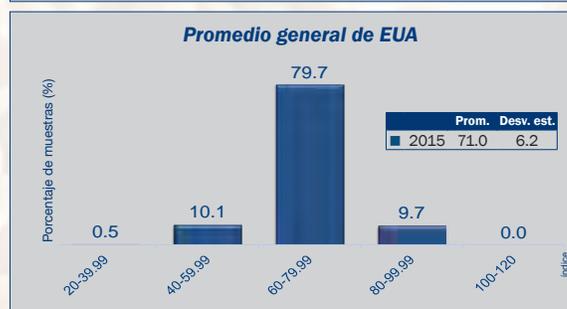
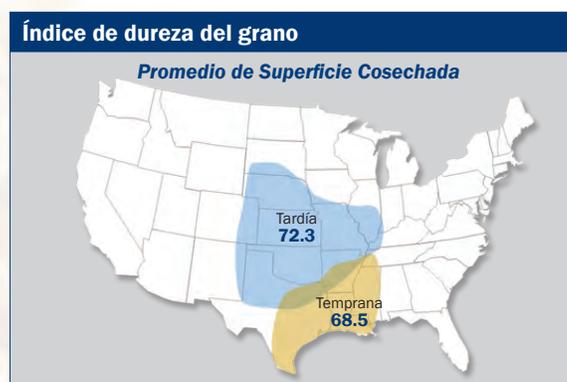
#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 5. Índice de dureza del grano

La dureza del grano afecta la resistencia a hongos e insectos, el comportamiento durante la reducción de tamaño y el uso final del sorgo. El comportamiento durante el tamizado, el consumo de energía en la reducción de tamaño, la distribución del tamaño de partícula del material molido y el rendimiento de los componentes del grano dependen de la dureza. El sorgo más duro no sólo produce partículas más gruesas o grandes que el sorgo suave; también requiere más energía por masa para lograr una distribución del tamaño de partícula similar durante la reducción de tamaño. Como resultado, la molienda para obtener un tamaño de partícula óptimo de alimentos balanceados para ganado o aves puede ser más costoso para el sorgo duro que para el suave. El peso específico y la densidad del grano están correlacionados con la dureza. El índice de dureza del grano es un número sin dimensión, en el que el valor en aumento indica el incremento de la dureza física del grano.

#### RESULTADOS

- El índice de dureza del grano promedió 71.0 en las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, valor típico para cualquier muestra de híbrido de sorgo comercial.
- Los valores del índice de dureza del grano de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015 presentaron una desviación estándar de 6.2.
- El índice de dureza del grano de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA estuvieron entre 37.1 y 91.5 en 2015.
- En las muestras del promedio general de la cosecha de EUA de 2015, los índices de dureza del grano se distribuyeron de tal forma, que 9.7% de las muestras presentó índices de dureza del grano de 80.00 o mayor, 89.8% tuvo de 40.0 a 79.99 y 0.5% menos de 40.00.
- El promedio de índice de dureza del grano ligeramente mayor de las muestras de la Cosecha Tardía (72.3) que el promedio de las muestras de la Cosecha Temprana (68.5) por lo general se asemeja a la tendencia observada en los promedios del peso específico de la muestra respectiva.
- La dureza del grano tuvo una relación débil pero positiva con la densidad verdadera (un coeficiente de correlación de 0.71), como lo muestra la figura adyacente.



#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

	Cosecha 2015				
	No. de muestras	Prom.	Desv. Est.	Mín.	Máx.
<b>Promedio general de la cosecha de EUA</b>					
Diámetro del grano (mm)	207	2.53	0.09	2.18	2.90
TKW (g)	207	26.30	2.00	19.49	34.66
Volumen del grano (mm <sup>3</sup> )	207	19.34	1.44	14.31	25.40
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	207	1.359	0.013	1.295	1.402
Índice de dureza del grano	207	71.0	6.2	37.1	91.5
<b>temprana</b>					
Diámetro del grano (mm)	50	2.54	0.10	2.20	2.90
TKW (g)	50	25.97	2.32	19.50	32.10
Volumen del grano (mm <sup>3</sup> )	50	19.22	1.61	14.56	23.46
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	50	1.350	0.015	1.295	1.382
Índice de dureza del grano	50	68.5	6.9	37.1	84.0
<b>Tardía</b>					
Diámetro del grano (mm)	157	2.53	0.09	2.18	2.88
TKW (g)	157	26.46	1.84	19.49	34.66
Volumen del grano (mm <sup>3</sup> )	157	19.40	1.36	14.31	25.40
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	157	1.364	0.012	1.327	1.402
Índice de dureza del grano	157	72.3	5.9	47.9	91.5

#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### E. Micotoxinas

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por hongos que existen naturalmente en los granos. Al consumirse a niveles altos, las micotoxinas pueden causar enfermedades en humanos y animales. Aunque se han encontrado varias micotoxinas en el sorgo y otros granos, se consideran las aflatoxinas y el deoxinivalenol (DON o vomitoxina) como dos de las micotoxinas importantes.

Para el informe de este año, se determinó aflatoxinas y DON a las muestras de la cosecha de 2015. Ya que la producción de micotoxinas está altamente influenciada por las condiciones de cultivo, el objetivo del *Estudio de la Cosecha* es estrictamente notificar los casos en los que se detectan aflatoxinas o DON en el sorgo al cosechar. No se notifican niveles específicos de las micotoxinas.

La revisión de micotoxinas del *Estudio de la Cosecha* NO pretende predecir la presencia o el nivel en el cual pueden aparecer las micotoxinas en las exportaciones de sorgo de EUA. Debido a las múltiples etapas que tiene el canal de comercialización de granos en EUA y a las leyes y normas que guían a la industria, son menores los niveles en los que aparecen las micotoxinas en las exportaciones de sorgo de lo que primero podría aparecer en este grano conforme sale del campo. Además, este informe no quiere decir que la evaluación vaya a captar todos los casos de micotoxinas en todos los principales estados productores de sorgo estudiados. Los resultados del *Estudio de la Cosecha* deben usarse sólo como un indicador del potencial de presencia de micotoxinas en el sorgo conforme sale del campo. Debido a que el Consejo acumula varios años de *Informes de la Cosecha y Exportaciones del Sorgo*, se verán los patrones año con año de la presencia de micotoxinas al cosechar este grano. La sección de “Resultados de pruebas de calidad de exportación” notificará la calidad del sorgo en los puntos de exportación, lo cual será un indicador más preciso de la presencia de micotoxinas en los embarques de exportación de sorgo de EUA de 2015/2016.

#### EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE AFLATOXINAS Y DON

Se realizaron pruebas ponderadas y sistemáticas de al menos el 25% de las 200 muestras objetivo en toda la zona muestreada para evaluar el impacto de las condiciones de cultivo de 2015 sobre el desarrollo total de aflatoxinas y DON en la cosecha de sorgo de EUA. El criterio de muestreo, descrito en la sección “Métodos de Estudio y Análisis Estadístico”, resultó en un número objetivo de 58 muestras analizadas de micotoxinas.

Se usó un umbral establecido por el Federal Grain Inspection Service (FGIS) del Departamento de Agricultura de EUA (USDA) como el Límite Bajo de Cumplimiento (LCL), para determinar si aparecía o no un nivel detectable de micotoxinas en la muestra. El LCL de los juegos analíticos aprobados por el FGIS y usados para este informe de 2015/2016 fue de 5.0 partes por mil millones (ppb) de aflatoxinas y 0.5 partes por millón (ppm) de DON. El LCL de FGIS fue más alto que el Límite de Detección (LOD) especificado por el fabricante del juego de 2.0 ppb y 0.1 ppm de aflatoxinas y DON, respectivamente. Los detalles de la metodología de prueba de las micotoxinas empleada en este estudio están en la sección “Métodos de Análisis”.

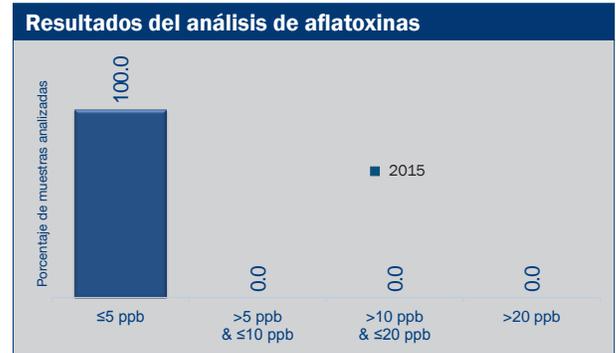


**IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)**

**RESULTADOS: AFLATOXINAS**

Se analizaron aflatoxinas a un total de 58 muestras de cosecha en 2015. Los resultados del *Estudio de la Cosecha de 2015* son los siguientes:

- Las cincuenta y ocho (58) muestras o el 100% de las 58 muestras de estudio, no tuvieron niveles detectables de aflatoxinas (los resultados de los análisis de muestras fueron menores o iguales al LCL del FGIS de 5.0 ppb).
- Ninguna muestra (0) o 0.0% de las 58 muestras mostró niveles de aflatoxinas mayores al LCL de 5.0 ppb, pero menores o iguales a 10 ppb.
- Ninguna muestra (0) o 0.0% de las 58 muestras mostró niveles de aflatoxinas mayores a 10 ppb, pero menores o iguales al nivel de acción de la Food and Drug Administration (FDA) de 20 ppb.
- Ninguna muestra (0) o 0.0% de las 58 muestras mostró niveles de aflatoxinas mayores al nivel de acción del FDA de 20 ppb.



Todas las muestras de estudio de la temporada de 2015 resultaron por debajo del valor LCL del FGIS de 5.0 ppb, lo que indica que el nivel de contaminación en la cosecha nacional es potencialmente mínimo. Esto puede deberse, en parte, a las condiciones climáticas favorables en 2015 (véase la sección de “Condiciones de cultivo y climáticas” para más información de las condiciones de cultivo de 2015). El clima fue frío y húmedo en 2015, lo cual resultó en que no se estresaran las plantas. Estas condiciones no fueron propicias para la formación de aflatoxinas.

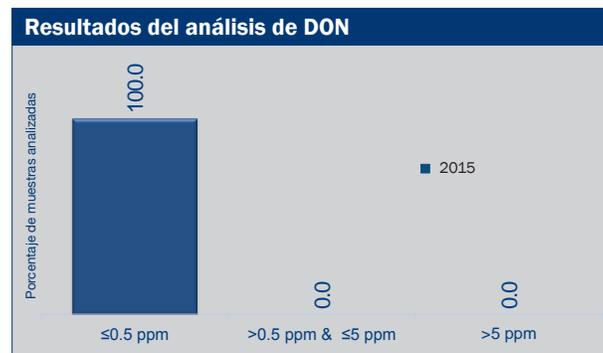


#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### RESULTADOS: DON (DEOXINIVALENOL O VOMITOXINA)

En 2015 se determinó DON en un total de 58 muestras en conjunto. A continuación los resultados del estudio de 2015:

- Las cincuenta y ocho (58) muestras o el 100.0% de las 58 muestras de estudio, no tuvieron niveles detectables de DON (las muestras fueron menores o iguales al LCL del FGIS de 0.5 ppm).
- Ninguna muestra (0) o el 0.0% de las 58 muestras resultó mayor a 0.5 ppm, pero menor o igual al nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm.
- Ninguna muestra (0) o 0.0% de las 58 muestras resultó mayor a los niveles de recomendación de la FDA de 5 ppm.
- En 2015, las 58 muestras o el 100% resultaron por debajo del nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm.



En 2015, las 58 muestras o el 100% resultaron por debajo del límite de recomendación de la FDA de 5 ppm. De hecho, todas las muestras del estudio resultaron por debajo del umbral LCL del FGIS de 0.5 ppm, lo que indica que el nivel de contaminación de DON en la cosecha nacional fue potencialmente mínimo. El hecho de que todas las muestras analizadas resultaran por debajo del umbral LCL del FGIS de 0.5 ppm puede deberse, en parte, a las condiciones climáticas menos propicias para el desarrollo de DON en 2015 (véase la sección “Condiciones del Cultivo y del Clima” para más información de las condiciones de cultivo de 2015).

## 1. Antecedentes: Generales

Los niveles en los cuales los hongos producen micotoxinas están influidos por el tipo de hongo y las condiciones ambientales bajo las cuales se produce y almacena el sorgo. Debido a estas diferencias, la producción de micotoxinas varía a lo largo de las zonas de producción de sorgo y a través de los años. En algunos años, es factible que las condiciones de cultivo en las regiones productoras de sorgo no produzcan niveles altos de alguna de las micotoxinas. En otros años, las condiciones ambientales en una zona en particular pueden ser propicias para la producción de una micotoxina en especial a niveles que impacte el uso del sorgo para consumo humano y animal. Los seres humanos y el ganado son sensibles a las micotoxinas en diversos niveles. Como resultado, la FDA ha publicado niveles de acción de aflatoxinas y niveles de recomendación de DON en función del uso al que esté destinado.

Los niveles de acción especifican los límites precisos de contaminación por encima de los cuales el organismo gubernamental está preparado para tomar medidas reglamentarias. Los niveles de acción son una señal para la industria de que la FDA cree tener información científica que da sustento a las medidas reglamentarias y/o judiciales, si una toxina o contaminante estuviera presente en niveles que excedan el nivel de acción, si el organismo gubernamental decide así hacerlo. Si se analizan suplementos alimenticios importados o nacionales de acuerdo con métodos válidos y se encuentra que exceden los niveles de acción correspondientes, se les considera adulterados y la FDA puede decomisarlos y retirarlos del comercio interestatal.

Los niveles de recomendación brindan una guía de los niveles concernientes a la industria de una sustancia presente en el alimento para consumo humano o animal que el organismo cree que da un margen adecuado de inocuidad para proteger la salud humana y animal. Aunque la FDA se reserva el derecho de tomar medidas para hacer cumplir reglamentos, el hacerlos cumplir no es el propósito fundamental del nivel de recomendación.

Una fuente de información adicional es el documento guía de la National Grain and Feed Association (NGFA) titulado “FDA Mycotoxin Regulatory Guidance” que puede encontrarse en <http://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>.

## IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 2. Antecedentes: Aflatoxinas

El tipo de micotoxina más importante relacionado con el sorgo son las aflatoxinas. Existen varios tipos de aflatoxinas producidas por diferentes especies del hongo *Aspergillus*, del que la especie más destacada es el *A. flavus*. El crecimiento del hongo y la contaminación de aflatoxinas en el grano se pueden dar en el campo, antes de la cosecha o en el almacenamiento. Sin embargo, la contaminación previa a la cosecha se considera la causa de la mayoría de los problemas que tienen que ver con aflatoxinas. El *A. flavus* crece bien en condiciones ambientales cálidas y secas, o cuando hay sequía durante un amplio periodo. Puede ser un problema serio en el sur de Estados Unidos, donde las condiciones secas y de calor son más comunes. Los hongos normalmente atacan sólo algunos granos de la planta y a menudo penetra a los granos a través de heridas producidas por insectos.

Existen cuatro tipos de aflatoxinas que se encuentra de forma natural en los alimentos: aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Estas cuatro aflatoxinas se les conoce comúnmente como “aflatoxinas” o “aflatoxinas totales”. La aflatoxina B1 es la más comúnmente encontrada en alimentos para consumo animal y humano y es también la más tóxica. Las investigaciones han mostrado que la B1 es un carcinógeno natural potente en animales, con un vínculo fuerte a la incidencia de cáncer en el ser humano. Además, el ganado lechero metaboliza la aflatoxina a una forma diferente llamada aflatoxina M1, la cual puede acumularse en la leche.

Las aflatoxinas expresan su toxicidad en humanos y animales, principalmente al atacar el hígado. La toxicidad se puede dar con el consumo a corto plazo de dosis muy altas de granos contaminados con aflatoxinas o la ingestión a largo plazo de niveles bajos de aflatoxinas, lo que probablemente resultaría en la muerte de aves y patos, las especies animales más sensibles. El ganado puede experimentar una reducción de la eficiencia alimenticia o la reproducción, además de que el sistema inmunitario, tanto en humanos como en animales, puede verse suprimido debido a la ingestión de aflatoxinas.

La FDA ha establecido niveles de acción para aflatoxina M1 en leche destinada al consumo humano y para las aflatoxinas en alimentos para consumo humano, granos y alimentos para el ganado (véase la tabla a continuación).

La FDA ha establecido políticas adicionales y disposiciones legales con respecto a la mezcla de granos con niveles de aflatoxinas que excedan estos niveles umbral. En general, la FDA actualmente no permite la mezcla de granos que contenga aflatoxinas con granos no contaminados para reducir el contenido de aflatoxinas de la mezcla resultante a niveles aceptables para uso en alimentos para consumo humano o animal.

Si lo solicita el comprador, el sorgo exportado de EUA será analizado por aflatoxinas por el FGIS. El sorgo por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb o de la especificación del comprador no se puede exportar, a menos que se cumplan otras condiciones estrictas. Estos requerimientos resultan en niveles relativamente bajos de aflatoxinas en el grano de exportación.

Nivel de acción de aflatoxinas	Criterios
0.5 ppb (Aflatoxina M1)	Leche destinada a consumo humano
20 ppb	Para maíz y otros granos destinados a animales inmaduros (que incluye a las aves inmaduras) y para ganado lechero, o cuando se desconoce el destino del animal.
20 ppb	Para alimento para animales, aparte del maíz o harina de semilla de algodón.
100 ppb	Para maíz y otros granos destinados a ganado reproductor, cerdos reproductores o aves maduras.
200 ppb	Para maíz y otros granos destinados a cerdos en finalización de 100 libras o más.
300 ppb	Para maíz y otros granos destinados a dietas de ganado bovino en finalización (por ejemplo, ganado de engorde) y para harina de semilla de algodón destinada a ganado bovino, cerdos o aves reproductoras.

Fuente: FDA y USDA GIPSA, <http://www.gipsa.usda.gov/Publications/fgis/broch/b-aflatox.pdf>

#### IV. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE LA COSECHA (continúa)

### 3. Antecedentes: DON (deoxinivalenol o vomitoxina)

La DON es otra micotoxina de cuidado para algunos importadores de sorgo. Es producida por ciertas especies de *Fusarium*, de las cuales la más importante es *Fusarium graminearum* (*Gibberellazeae*). La *Gibberellazeae* se puede desarrollar cuando hay clima frío o moderado y húmedo durante la floración. La contaminación del sorgo por micotoxinas causada por *Gibberellazeae* comúnmente se relaciona con la postergación excesiva de la cosecha y/o el almacenamiento de sorgo con alta humedad.

La DON es una preocupación principal para animales monogástricos, a los que puede causar irritación de la boca y garganta. Como resultado, los animales pueden tarde o temprano rehusarse a comer el sorgo contaminado con DON, además de que pueden presentar una baja ganancia de peso, diarrea, letargia y hemorragias intestinales. Además, el DON puede ocasionar la inhibición del sistema inmunitario, lo que resulta en susceptibilidad a una serie de enfermedades infecciosas.

La FDA ha publicado niveles de recomendación de DON. Para los productos de granos, los niveles de recomendación son:

- 5 ppm en granos y en coproductos de granos para cerdos, que no excedan el 20 % de la dieta.
- 10 ppm en granos y en coproductos de granos para aves y ganado, que no excedan el 50 % de la dieta; y
- 5 ppm en granos y en coproductos de granos para el resto de los animales, que no excedan el 40 % de la dieta.

El FGIS no exige el análisis de DON en sorgo destinado a los mercados de exportación, pero puede realizar pruebas cualitativas o cuantitativas de DON a solicitud del comprador.



## V. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE EXPORTACIÓN

### A. Factores de calificación

El Federal Grain Inspection Service (FGIS) del USDA ha establecido calificaciones numéricas, definiciones y normas para los granos. Los atributos que determinan la calificación numérica del sorgo son el peso específico, granos quebrados y material extraño (BNFM), material extraño, daño total y daño por calor. En la página 83 de este informe se brinda un cuadro de “Calificaciones y requisitos de calificaciones del sorgo estadounidense”. Para este *Estudio de Exportación 2015/2016*, todas las muestras de exportación recibidas fueron de sublotos con contratos especificados como calificación U.S No. 2 o mejor, la cual es la más común especificada en los contratos de exportación.

#### RESUMEN: FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

- *El peso específico promedio del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 fue 59.0 lb/bu (76.0 kg/hl), por arriba del mínimo de la calificación U.S. No. 1 de sorgo (57.0 lb/bu o 73.4 kg/hl), en el que el 100% de las muestras estuvo igual por arriba del límite de la calificación U.S. No. 2 (55.0 lb/bu o 70.8 kg/hl).*
- *El promedio de granos quebrados y de material extraño (BNFM) del promedio general de exportación de EUA en las muestras de 2015/2016 (1.9%) estuvo muy por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (3.0%), en el que todas las muestras estuvieron igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 2 (6.0%).*
- *El material extraño promedio de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 (0.9%) estuvo por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (1.0%), en el que el 98.3% de las muestras estuvo igual o por debajo del material extraño máximo permitido de la calificación U.S. No. 2 de EUA (2.0%).*
- *El daño total promedio de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 (0.5%) estuvo muy por debajo del máximo para de la calificación U.S. No. 1 de EUA (2.0%), en el que el 100% de las muestras presentó un 5.0% o menos (el máximo permitido para la calificación U.S. No. 2).*
- *El peso específico promedio de la EO NOLA (59.3 lb/bu o 76.4 kg/hl) fue mayor que el de la EO de Texas (57.8 lb/bu o 74.5 kg/hl).*
- *El promedio de material extraño y daño total de la EO NOLA (0.8% y 0.4%, respectivamente) fue menor que el de la EO de Texas (1.0% y 0.8%).*
- *No se observaron diferencias en el promedio de BNFM entre las EO NOLA (1.9%) y Texas (1.9%).*
- *No se observó daño por calor en ninguna de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016.*
- *El promedio de los valores BNFM, material extraño y daño total del promedio general de EUA fueron mayores al momento de exportación que en la cosecha, lo cual era de esperarse. Sin embargo, las desviaciones estándar de estos análisis indicaron más uniformidad en la exportación que en la cosecha.*
- *El contenido de humedad promedio del promedio general de exportación de EUA fue de 13.8%. El contenido de humedad promedio fue ligeramente mayor para la EO NOLA (13.8%), con más variabilidad que para la EO de Texas (13.6%).*
- *La humedad promedio del promedio general de EUA fue menor en la exportación que en la cosecha (14.1%); la desviación estándar de las muestras de exportación indicaron mucha mayor uniformidad de la humedad en la exportación que en la cosecha.*

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 1. Peso específico

El peso específico (peso del grano por volumen de contenedor estándar) es una medida de la densidad de masa, que a menudo se utiliza como indicador general de la calidad general y como indicador de la dureza del endospermo para el procesamiento de reducción de tamaño y valor agregado. El sorgo con alto peso específico ocupa menos espacio de almacenamiento que el mismo peso de sorgo con un peso específico menor. El peso específico se ve impactado inicialmente por las diferencias genéticas en la estructura del grano. Sin embargo, se ve también afectado por el contenido de humedad, método de secado, daño físico al grano (granos quebrados y superficies rasposas), material extraño en la muestra, tamaño del grano, estrés durante la temporada de cultivo y daño microbiológico. Cuando se muestrea y mide en el punto de entrega del campo a un contenido de humedad dado, generalmente el alto peso específico indica alta calidad, alto porcentaje de endospermo duro (o vitroso) y un sorgo firme y limpio. El peso específico está altamente correlacionado con la densidad real del grano, el cual refleja la dureza y madurez del mismo<sup>1</sup>.

**Peso específico mínima de la calificación U.S.**

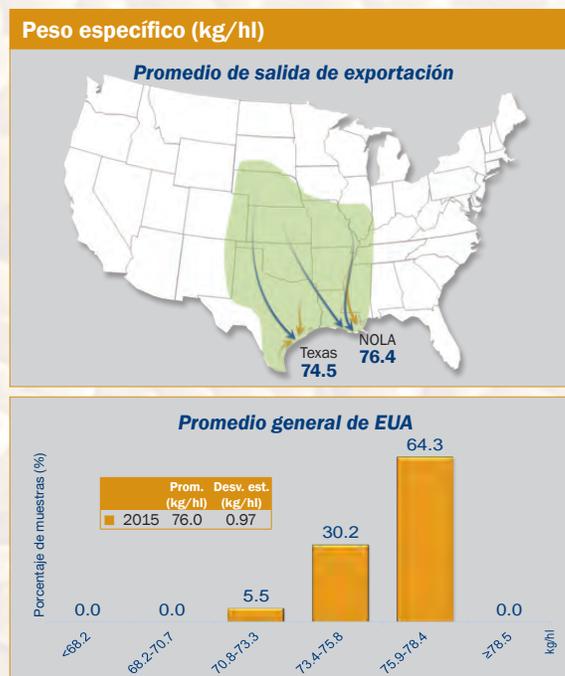
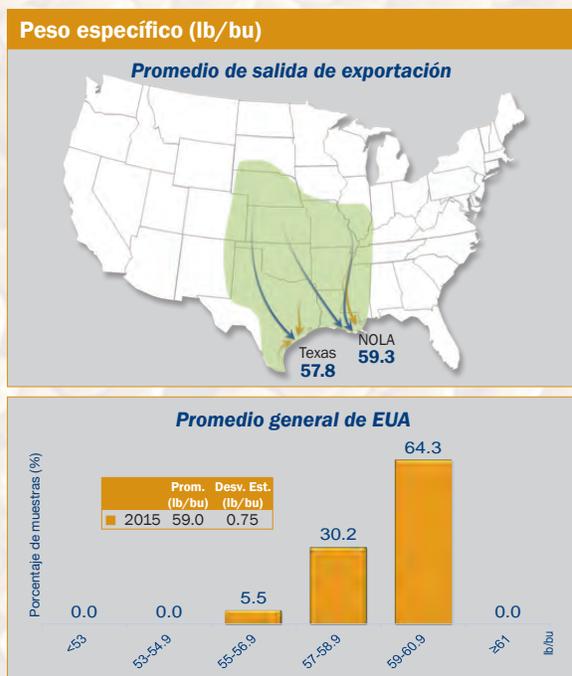
No. 1: 57.0 lb

No. 2: 55.0 lb

No. 3: 53.0 lb

### RESULTADOS

- El peso específico promedio del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 fue de 59.0 lb/bu (76.0 kg/hl), arriba del mínimo de la calificación U.S. No. 1 (57.0 lb/bu o 73.4 kg/hl).
- Los valores de peso específico de las muestras del promedio general de exportación de EUA en 2015/2016 tuvieron una desviación estándar de 0.75 lb/bu (0.97 kg/hl) y un intervalo de 56.2 a 60.5 lb/bu (72.3 a 77.9 kg/hl).
- El peso específico promedio del promedio general de exportación de EUA fue muy similar al promedio de peso específico del promedio general de cosecha de EUA (58.9 lb/bu o 75.9 kg/hl).
- Los valores de peso específico del promedio general de exportación de EUA 2015/2016 se distribuyeron con 94.5% de las muestras igual o por arriba del límite de la calificación U.S No. 1.
- El peso específico promedio fue mayor para la EO NOLA (59.3 lb/bu o 76.4 kg/hl), con menor variabilidad que para la EO Texas (57.8 lb/bu o 74.5 kg/hl).



<sup>1</sup> Buffo, R.A., C.L. Weller y A.M. Parkhurst. 1998. Relationship among grain sorghum quality factors. *Cereal Chemistry* 75(1):100-104.

V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

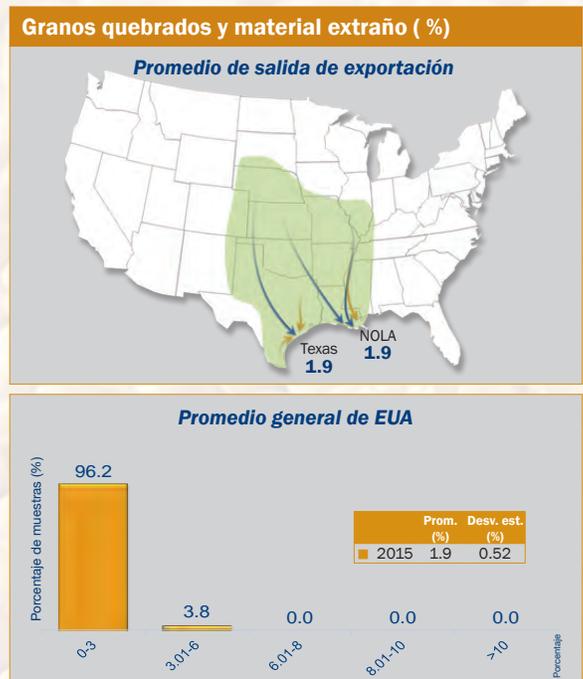
2. Granos quebrados y material extraño (BNFM)

Los granos quebrados y el material extraño (BNFM) es un indicador de la cantidad de sorgo limpio y entero para alimentos balanceados y procesamiento. A menor porcentaje de BNFM, hay menos material extraño y/o menos granos quebrados en la muestra. Los altos niveles de BNFM en las muestras originadas en el campo generalmente provienen de lugares con cosechadoras y/o semillas de malezas en el campo. Los niveles de BNFM normalmente se incrementarán durante el secado y manejo, en función de los métodos utilizados y la solidez del grano. La formación de grietas de estrés durante el secado o durante el secado mecánico después de la cosecha también resultará en un aumento de los granos quebrados y de BNFM durante el manejo posterior.

Límites máximos de BNFM de calificación U. S.
No. 1: 3.0%
No. 2: 6.0%
No. 3: 8.0%

RESULTADOS

- El BNFM promedio del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 (1.9%) estuvo muy por debajo del máximo para la calificación U.S. No. 1 (3.0 %).
- Los valores BNFM de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.52%, con un intervalo de 1.0 a 4.6%.
- El BNFM promedio del promedio general de exportación de EUA fue más alto que el promedio general de cosecha de EUA (1.7%); sin embargo, la desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho más baja que la del las muestras de la cosecha (0.93%).
- Los valores BNFM del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 estuvieron igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 2 (6.0%), en los cuales, el 96.2% de las muestras estuvo también por debajo del máximo de calificación U.S. No. 1 (3.0%).
- No se observaron diferencias en el promedio de BNFM entre las EO NOLA (1.9%) y Texas (1.9%). Ambos promedios estuvieron muy por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (3.0%).



## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 3. Material extraño

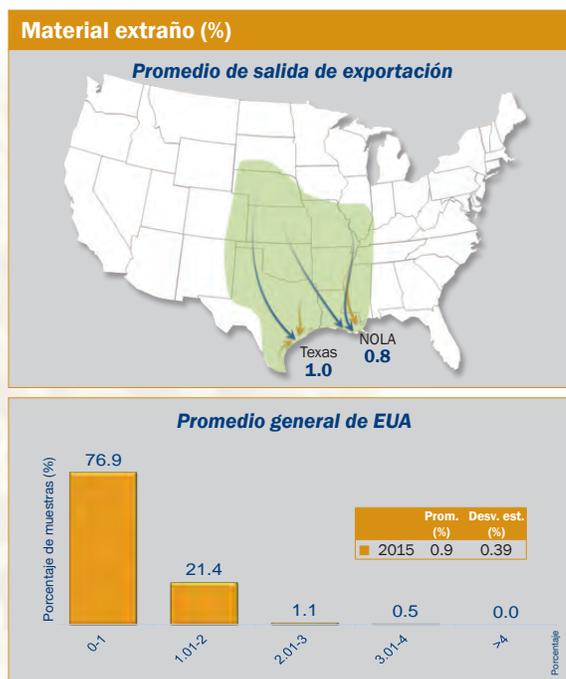
El material extraño, subconjunto del BNFM, es de importancia ya que tiene poco valor para alimentos balanceados o procesamiento. Es también por lo general más alto en contenido de humedad que el sorgo mismo y por ello conlleva un potencial de deterioro de la calidad del grano durante el almacenamiento. El material extraño también contribuye a la concentración de material liviano en el centro del silo y tiene la posibilidad de crear más problemas de calidad y daño debido a su alto nivel de humedad, como se mencionó con anterioridad.

**Límites máximos de material extraño de la calificación U. S.**

No. 1: 1.0%
No. 2: 2.0%
No. 3: 3.0%

### RESULTADOS

- El material extraño en las muestras del promedio general de exportación de EUA promedió 0.9% en 2015/2016, por debajo del valor máximo de 1.0 % de la calificación U.S No. 1 de EUA.
- Los valores de material extraño de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.39%, con un intervalo de 0.1% a 3.4%.
- El material extraño promedio del promedio general de exportación de EUA fue mayor que el del promedio general de la cosecha de EUA (0.6%); la desviación estándar de las muestras de exportación fue ligeramente menor que la de las muestras de cosecha (0.41%).
- En las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, el 98.3% de las muestras estuvo igual o por debajo del máximo permisible de material extraño de la calificación U.S. No. 2 (2.0%), en las que el 76.8% de las muestras estuvieron también igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (1.0%).
- El material extraño promedio fue ligeramente menor en las muestras de la EO NOLA (0.8%), con menos variabilidad que las muestras de la EO Texas (1.0%). Ambos promedios estuvieron igual o por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (1.0%).



## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 4. Daño Total

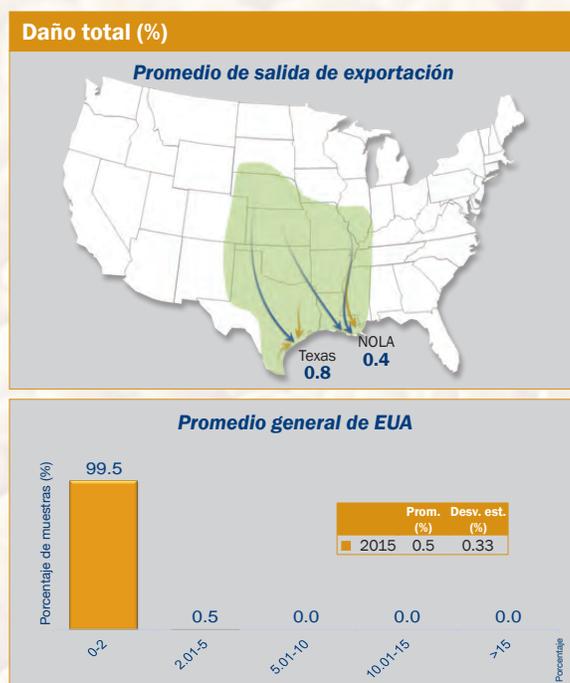
El daño total es el porcentaje de granos y piezas de los granos que de alguna manera están visualmente dañados, lo cual incluye daño en el suelo, daño grave del clima, con enfermedades, con daño de heladas, daño en el germen, daño por calor, perforaciones de insectos, daño por hongos, daño de brotes o de otra forma, materialmente dañado. La mayoría de estos tipos de daños resulta en algún tipo de decoloración o cambio de textura del grano. El daño no incluye piezas quebradas de granos que de otra forma se ven normales en apariencia. Por lo general el daño por hongos se relaciona con un contenido de humedad y temperaturas más altas de lo deseado durante el cultivo y/o almacenamiento. El daño por hongos y el posible desarrollo de micotoxinas son el factor de daños de mayor preocupación. El daño por hongos puede darse previo a la cosecha, así como durante el almacenamiento temporal a niveles altos de humedad y de temperatura, antes de la entrega.

**Límites máximos de daño total de calificación U. S.**

No. 1: 2.0%
No. 2: 5.0%
No. 3: 10.0%

### RESULTADOS

- El daño total de las muestras del promedio general de exportación de EUA promedió 0.5% en 2015/2016, muy por debajo del límite de la calificación U.S. No. 1 (2.0%).
- Los valores de daño total de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.33%, con un intervalo de 0.0% a 2.1%.
- El daño total promedio del promedio general de exportación de EUA fue mayor que el del promedio general de la cosecha de EUA (0.1%); la desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que el de las muestras de cosecha (0.13%).
- El daño total en las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 se distribuyó con 99.5% de las muestras con 2.0% o menos granos dañados (el máximo permitido para la calificación U.S. No. 1) y 100% con 5.0% o menos (el máximo permitido de la calificación U.S. No. 2).
- El daño total promedio fue menor para la EO NOLA (0.4%), con menor variabilidad que el de la EO Texas (0.8%). Ambos promedios estuvieron por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (2.0%).



### 5. Daño por calor

El daño por calor es un subconjunto del daño total, que cuenta con asignaciones separadas en las Normas de Calificaciones de EUA. El daño por calor puede estar causado por la actividad microbiológica en granos calientes y húmedos o por el alto calor aplicado durante el secado. El daño por calor rara vez se presenta en el sorgo entregado durante la cosecha directamente de los campos.

**Límites máximos de daño térmico de calificación U. S.**

No. 1: 0.2%
No. 2: 0.5%
No. 3: 1.0%

### RESULTADOS

- No se observó daño por calor en ninguna de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016.
- La ausencia de daño por calor probablemente se debió en parte a las muestras de la cosecha que se movieron rápidamente del campo a las instalaciones de exportación con nada o un mínimo de secado previo.

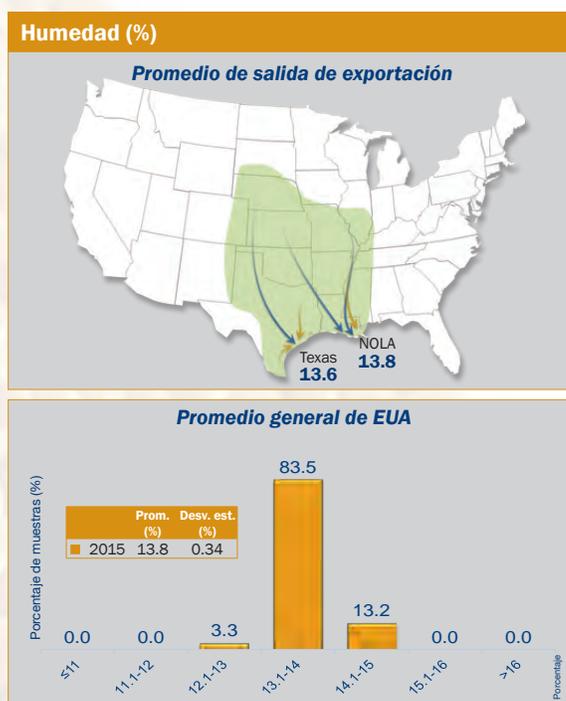
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### B. Humedad

El contenido de humedad (peso del agua de los granos por peso total de granos (es decir, agua más materia seca)) se notifica en certificados de calificación oficiales, pero no determina qué calificación numérica se le asignará a la muestra. El contenido de humedad afecta la cantidad de materia seca que se vende y compra. La humedad es también un indicador del posible secado, tiene probables implicaciones en la capacidad de almacenamiento y afecta el peso específico. Un alto contenido de humedad al cosechar incrementa la probabilidad de que ocurra daño del grano durante la cosecha y en el secado. El contenido de humedad y la cantidad de secado mecánico que se necesiten también afectarán al rompimiento y germinación. Los granos sumamente húmedos pueden ser precursores de grandes daños por hongos después durante el almacenamiento o transporte. Aunque el clima durante la temporada de cultivo afecta el rendimiento y el desarrollo del grano, la humedad en la cosecha está influida ampliamente por el momento de la cosecha y sus condiciones climáticas.

### RESULTADOS

- El contenido de humedad de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 registrado en las instalaciones de exportación promedió 13.8%, con un valor mínimo de 12.3% y un máximo de 14.6%.
- Los valores de contenido de humedad de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.34%.
- La humedad promedio del promedio general de exportación de EUA fue menor que la del promedio general de la cosecha de EUA (14.1%); sin embargo, la desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que la de las muestras de la cosecha (1.19%).
- Los valores de humedad de 2015/2016 se distribuyeron en 86.8% de las muestras con 14% o menor humedad y el otro 13.2% de las muestras entre 14% y 15% de humedad. El nivel de humedad del 14% es la humedad base usada por la mayoría de los elevadores para descuentos y es el nivel considerado como seguro para el almacenamiento de períodos cortos durante las bajas temperaturas de invierno.
- El contenido de humedad promedio fue ligeramente mayor en las muestras de la EO NOLA (13.8%), con más variabilidad que en las muestras de la EO Texas (13.6%).



## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### RESUMEN: FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

Exportación 2015/2016					
	No. de muestras	Prom.	Desv. Est.	Mín.	Máx.
<b>Promedio general de exportaciones de EUA</b>					
Peso específico (lb/bu)	182	59.0	0.75	56.2	60.5
Peso específico (kg/hl)	182	76.0	0.97	72.3	77.9
BNFM (%)	182	1.9**	0.52	1.0	4.6
Material extraño (%)	182	0.9**	0.39	0.1	3.4
Daño total (%)	182	0.5**	0.33	0.0	2.1
Daño por calor (%)	182	0.0	0.00	0.0	0.0
Humedad (%)	182	13.8**	0.34	12.3	14.6
<b>NOLA</b>					
Peso específico (lb/bu)	46	59.3	0.73	56.2	59.2
Peso específico (kg/hl)	46	76.4	0.94	72.3	76.2
BNFM (%)	46	1.9	0.47	1.0	4.6
Material extraño (%)	46	0.8	0.35	0.3	3.4
Daño total (%)	46	0.4	0.29	0.0	2.1
Daño por calor (%)	46	0.0	0.00	0.0	0.0
Humedad (%)	46	13.8	0.36	13.1	14.1
<b>Texas</b>					
Peso específico (lb/bu)	136	57.8	0.82	56.7	60.5
Peso específico (kg/hl)	136	74.5	1.06	73.0	77.9
BNFM (%)	136	1.9	0.69	1.1	3.7
Material extraño (%)	136	1.0	0.53	0.1	2.4
Daño total (%)	136	0.8	0.48	0.0	1.3
Daño por calor (%)	136	0.0	0.00	0.0	0.0
Humedad (%)	136	13.6	0.26	12.3	14.6

\*\* Indica que los promedios de exportación de 2015 fueron significativamente diferentes de los promedios de la cosecha de 2015, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### C. Composición química

La composición química del sorgo es importante debido a que los componentes de proteína, almidón, aceite y taninos son de gran interés para el usuario final. Los atributos de composición química no son factores de calificación. Sin embargo, brindan información adicional relativa al valor nutritivo para la alimentación del ganado y las aves, además de otros usos de procesamiento del sorgo. A diferencia de muchos atributos físicos, no se espera que los valores de composición química cambien de forma importante durante el almacenamiento o el transporte.

#### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

- *En 2015/2016, la concentración de proteína del promedio general de exportación de EUA promedió 10.8%, lo cual se encuentra en el rango normal que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.*
- *La concentración de almidón del promedio general de exportación de EUA promedió 73.0% en 2015/2016, lo cual es un nivel típico de cualquier muestra de sorgo.*
- *La concentración de aceite del promedio general de exportación de EUA promedió 4.5% en 2015/2016, lo cual está en el rango normal que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.*
- *No se observó ninguna diferencia en la concentración de proteína promedio entre las EO NOLA (10.8%) y Texas (10.8%).*
- *Las concentraciones promedio de almidón y aceite de la EO NOLA (73.2% y 4.6%, respectivamente) fueron ligeramente mayores que para la EO Texas (72.3% y 4.2%).*
- *Los valores promedio de proteína y almidón del promedio general de EUA fueron ligeramente menores al momento de exportación que en la cosecha, mientras que el aceite permaneció sin cambios. Las desviaciones estándar de todos estos análisis indicaron más uniformidad (desviaciones estándar más bajas) al momento de exportación que en la cosecha.*
- *Todas las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 se consideraron libres de taninos.*

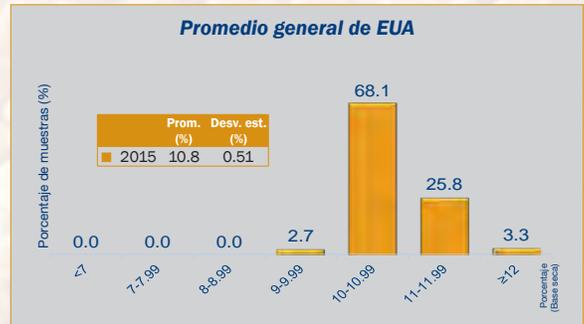
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 1. Proteína

La proteína es muy importante para la alimentación de aves y ganado, debido a que proporciona aminoácidos azufrados esenciales y ayuda a mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia. Por lo general, la proteína está inversamente relacionada a la concentración de almidón. Los resultados se notifican en base seca.

#### RESULTADOS

- En 2015/2016, la concentración de proteína del promedio general de exportación de EUA promedió 10.8%, lo cual se encuentra en el rango normal que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.
- Los valores de concentración de proteína de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.51%.
- El rango de concentración de proteína de las muestras del promedio general de exportación de EUA fue de 9.7 a 12.6%.
- La proteína promedio del promedio general de exportación de EUA fue ligeramente menor que el de las muestras del promedio general de la cosecha de EUA (10.9%). La desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que la de las muestras de la cosecha (1.02%).



- La concentración de proteína de las muestras del promedio general de exportación de EUA 2015/2016 se distribuyó en 2.7% de las muestras por debajo del 10.00%, 93.9% entre 10.00 y 11.99% y 3.3% igual o por arriba de 12.00%.
- No se observaron diferencias en el promedio de concentración de proteína entre las EO NOLA (10.8%) y Texas (10.8%). Ambos promedios cayeron dentro del rango normal de los valores notificados de concentración de proteína

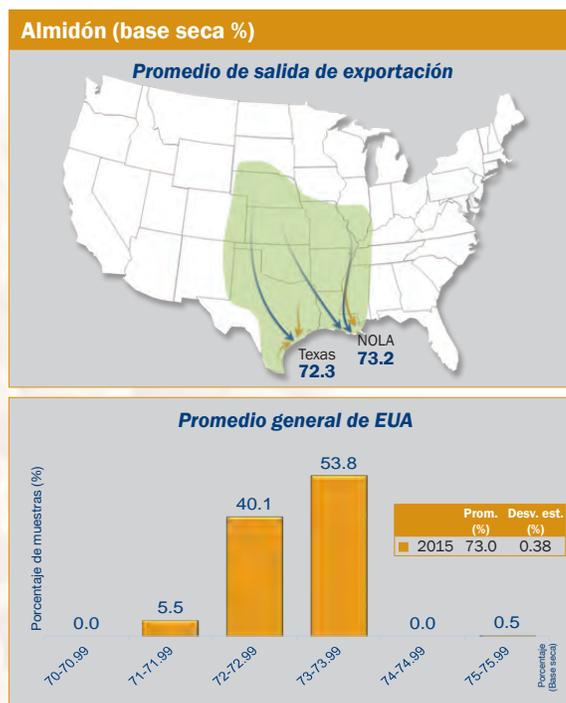
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 2. Almidón

El almidón es un factor importante del sorgo, que se relaciona con la energía metabolizable del ganado y las aves. Los niveles de almidón del sorgo pueden ser también de interés para los procesadores, ya que el almidón brinda el sustrato para varios procesos de valor agregado. A menudo, una alta concentración de almidón es un indicador de buena maduración/condiciones de llenado del grano y densidades del grano razonablemente moderadas. Por lo general, el almidón está inversamente relacionado a la concentración de proteína. Los resultados se notifican en base seca.

#### RESULTADOS

- La concentración de almidón del promedio general de exportación de EUA promedió 73.0% en 2015/2016, lo cual es un nivel típico para cualquier muestra se sorgo.
- Los valores de concentración de almidón de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar del 0.38%.
- El rango de concentración del almidón de las muestras del promedio general de exportación de EUA fue de 71.4 a 75.0 % en 2015/2016.
- El almidón promedio del promedio general de exportación de EUA fue ligeramente menor que las muestras del promedio general de la cosecha de EUA (73.2%). La desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que la de las muestras de la cosecha (0.80%).
- La concentración de almidón en las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 se distribuyó en 5.5% de las muestras por debajo de 72.00, 93.9% entre 72.00 y 73.99 %, y 0.5% igual o mayor a 74.00%.
- El promedio de la concentración de almidón fue mayor para la EO NOLA (73.2%), con menor variabilidad que para la EO Texas (72.3%). Ambos promedios cayeron en el rango normal de valores notificados de concentración de almidón.



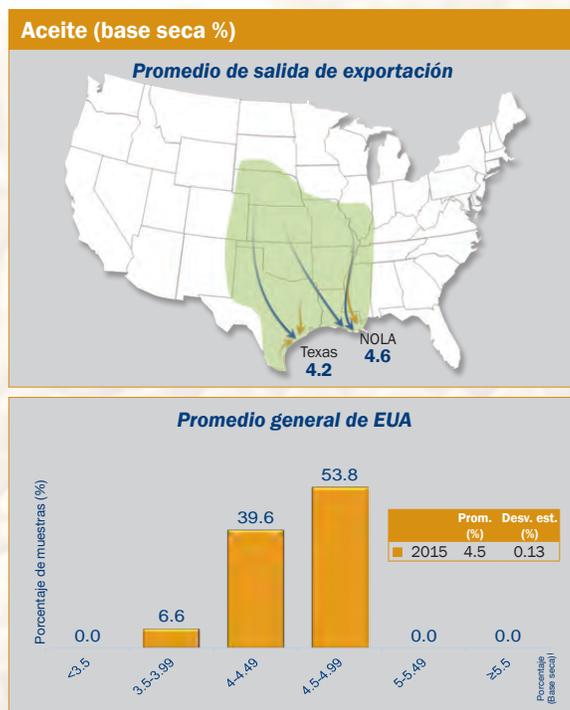
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 3. Aceite

El aceite es un componente esencial de los alimentos para aves y ganado. Sirve como fuente de energía, permite la utilización de vitaminas liposolubles y proporciona ciertos ácidos grasos esenciales. El aceite puede también ser un coproducto importante del procesamiento de valor agregado del sorgo. Los resultados se notifican en base seca.

#### RESULTADOS

- La concentración de aceite del promedio general de exportación de EUA promedió 4.5% en 2015/2016, lo cual está en el rango normal que hay en la literatura técnica de los híbridos del sorgo estadounidense.
- Los valores de concentración de aceite de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.13%.
- El rango de concentración de aceite de las muestras del promedio general de exportación de EUA fue de 3.7 a 4.9% en 2015/2016.
- El aceite promedio del promedio general de exportación de EUA fue el mismo que el del promedio general de cosecha EUA (4.5%); la desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que la de las de las muestras de cosecha (0.27%).
- La concentración de aceite de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 se distribuyeron en el 6.6% de las muestras a 3.99% o menos y 93.4% de muestras de 4.00 a 4.99%.
- El promedio de la concentración de aceite fue mayor para la EO NOLA (4.6%), con menor variabilidad que para la EO Texas (4.2%). Ambos promedios cayeron en el rango normal de valores de concentración de aceite que se han notificado.



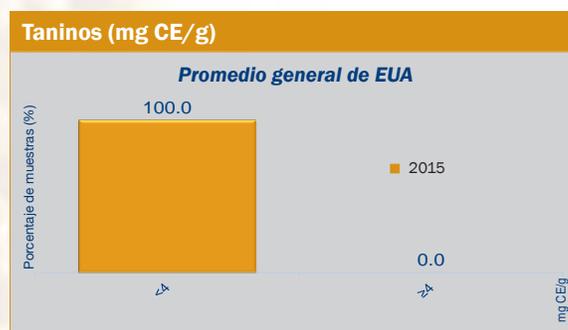
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 4. Taninos

Los taninos están presentes en las variedades de sorgo que tienen la cabeza pigmentada dentro del grano. Químicamente, los taninos son compuestos que son moléculas grandes que comprenden moléculas fenólicas más pequeñas (catequinas, epicatequinas, etc.), que están ampliamente distribuidas en la naturaleza (compuestos que se encuentran en uvas, corteza, hojas de té, etc. que influyen en el aroma, sabor, sensación bucal y astringencia, y que tienen antioxidantes y otros posibles beneficios a la salud). Aunque están presentes en las variedades de sorgo cultivadas en todo el mundo, más del 99 % del sorgo que actualmente se cultiva en Estados Unidos está libre de taninos, debido a décadas de esfuerzos de mejoramiento para eliminarlos de los híbridos de este grano. Los taninos tienen efectos en las propiedades nutricionales y funcionales como resultado de sus interacciones con nutrientes en el grano. El desempeño del ganado y las aves puede verse negativamente afectado por la presencia de taninos en los alimentos que contienen sorgo. El sorgo sin taninos que actualmente se cultiva en Estados Unidos tiene prácticamente el mismo perfil energético que el maíz en los alimentos balanceados. Los resultados se notifican como menores a 4.0 miligramos de equivalentes de catequinas por gramo o 4.0 mg CE/g o superior. Por lo general, los valores por debajo de 4.0 mg CE/g implican la ausencia de taninos condensados<sup>2, 3</sup>.

### RESULTADOS

- Los niveles de taninos en todas las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 se determinaron como menores a 4.0 mg CE/g, lo que implica ausencia de lo mismos.



<sup>2</sup> Awika, J.M. y L.W. Rooney. 2004. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry* 65, 1199-1221.

<sup>3</sup> Price, M.L., S. Van Scoyoc y L.G. Butler. 1978. A critical evaluation of vanillin reaction as an assay for tannin sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 26, 1214-1218.

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

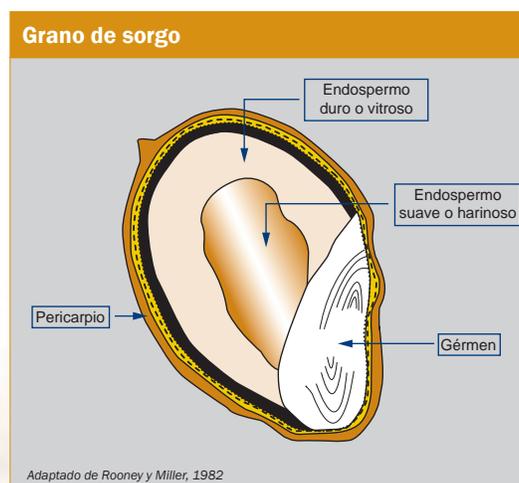
Exportación 2015/2016					
	No. de muestras	Prom.	Desv. Est.	Mín.	Máx.
<b>Promedio general de la cosecha de EUA</b>					
Proteína (base seca %)	182	10.8	0.51	9.7	12.6
Almidón (base seca %)	182	73.0**	0.38	71.4	75.0
Aceite (base seca %)	182	4.5	0.13	3.7	4.9
<b>NOLA</b>					
Proteína (base seca %)	46	10.8	0.51	9.7	12.1
Almidón (base seca %)	46	73.2	0.36	71.4	73.4
Aceite (base seca %)	46	4.6	0.10	3.7	4.7
<b>Texas</b>					
Proteína (base seca %)	136	10.8	0.51	9.9	12.6
Almidón (base seca %)	136	72.3	0.45	72.3	75.0
Aceite (base seca %)	136	4.2	0.25	4.4	4.9

\*\* Indica que los promedios de exportación de 2015 fueron significativamente diferentes de los promedios de la cosecha de 2015, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### D. Factores físicos

Los factores físicos incluyen otros atributos de calidad que no son ni factores de calificación ni composición química. Las pruebas de estos factores físicos brindan información adicional sobre las características de procesamiento del sorgo para varios usos, así como su capacidad de almacenamiento y el potencial de rotura en el manejo. La capacidad de almacenamiento, la capacidad de resistir el manejo y el desempeño del procesamiento del sorgo están influidos por su morfología. Los granos de sorgo están morfológicamente constituidos de tres partes: el germen o embrión, el pericarpio o cubierta externa y el endospermo. El endospermo representa del 82 al 86 % del grano, y consiste en endospermo suave (también conocido como harinoso) y el endospermo duro (también llamado vitroso), como se muestra a la derecha. El endospermo contiene principalmente almidón y proteína, mientras que el germen contiene aceite y algunas proteínas. El pericarpio consta mayormente de fibra con una pequeña cobertura de material ceroso.



### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

- En las muestras de sorgo del promedio general de EUA de 2015/2016, el diámetro del grano promedió 2.60 mm, el peso de 1000 granos promedió 27.57 g y el volumen del grano promedió 20.28 mm<sup>3</sup>, todos ellos valores típicos de cualquier muestra de sorgo, excepto el volumen del grano, que estaba en la parte baja del rango de valores citados en la literatura técnica.
- En las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, las densidades verdaderas del grano promediaron 1.360 g/cm<sup>3</sup>, que estaba en el rango de sorgo para alimento balanceado.
- El índice de dureza del grano promedió 71.3 en el promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, valor típico para cualquier muestra de sorgo.
- Los valores promedio de diámetro del grano, peso de 1000 granos, volumen de grano, densidad verdadera e índice de dureza de grano de la EO NOLA fue mayor que para la EO Texas. Aunque no se presentaron diferencias de variedades y zonas de cultivo entre las EO, no se vinculó ninguna importancia práctica a las diferencias constantes entre las EO, ya que todos promedios observados estuvieron en el rango de valores citados en la literatura técnica del sorgo.
- Los promedios de valores de diámetro de grano, peso de 1000 granos, volumen de grano, densidad verdadera y dureza del grano del promedio general de EUA fueron de alguna manera mayores en la exportación que en la cosecha. Las desviaciones estándar más bajas de todos estos análisis en la exportación indicaron mayor uniformidad en la exportación que en la cosecha.

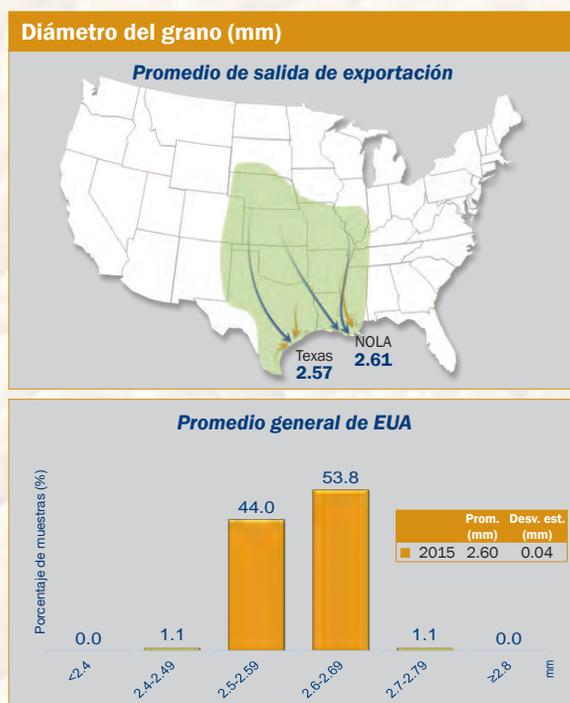
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 1. Diámetro del grano

El diámetro del grano (notificado en mm) está directamente correlacionado con el volumen del mismo, afecta el comportamiento de reducción de tamaño y las prácticas de manejo del material, además de que puede indicar la madurez de los granos. La reducción de tamaño se refiere a la reducción de los granos (partículas grandes) a material molido (partículas pequeñas), por lo general mediante la molienda. La reducción de tamaño, consumo de energía, eficiencia del descorticado y rendimiento de los componentes del grano dependen del diámetro. El descorticado se refiere a quitar el pericarpio y el germen del grano por abrasión con eliminación mínima del endospermo antes de la consiguiente molienda. Mientras más pequeños sean los granos, se requiere mayor cuidado y preocupación en el manejo. Un llenado incompleto del grano y condiciones climáticas inesperadas pueden contribuir a valores de diámetro pequeños.

### RESULTADOS

- El diámetro del grano del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 promedió 2.60 mm, valor típico de cualquier muestra de sorgo.
- Los valores del diámetro del grano de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.04 mm.
- El diámetro del grano de las muestras del promedio general de exportación de EUA fue de 2.47 a 2.71 mm en 2015/2016.
- El diámetro del grano promedio del promedio general de exportación de EUA fue mayor que el de las muestras del promedio general de cosecha de EUA (2.53 mm). La desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que el de las muestras de la cosecha (0.04 mm).
- En 2015/2016, los diámetros del grano del promedio general de exportación de EUA estuvieron distribuidos de tal forma, que 1.1% de las muestras presentó un diámetro de 2.70 mm o más, 97.8% entre 2.50 y 2.69 mm y 1.1% menor a 2.50 mm.
- El diámetro de grano promedio fue ligeramente más alto para la EO NOLA (2.61 mm) que para la EO Texas (2.57 mm). Ambos promedios cayeron en el rango normal de valores de diámetro de grano que se han notificado.



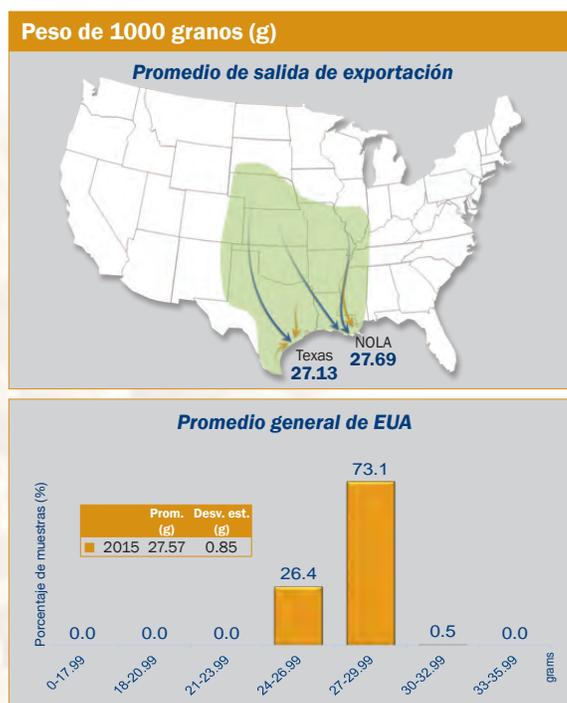
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 2. Peso de 1000 granos (TKW)

El peso de 1000 granos (comúnmente conocido como TKW) es el peso de un número fijo de granos que se notifica en gramos. El volumen (o tamaño) del grano puede inferirse del peso de 1000 granos, ya que conforme este peso aumenta o disminuye, el volumen del grano aumentará o disminuirá proporcionalmente. El volumen del grano afecta los índices de secado. Conforme se incrementa el volumen de grano, la proporción de volumen a superficie se vuelve más grande y el tiempo de secado a una humedad deseada es mayor. El peso del grano tiende a ser más alto para las variedades de especialidad de sorgo que presentan altas cantidades de endospermo duro (vitroso).

#### RESULTADOS

- El peso de 1000 granos promedió 27.57 g en el promedio general de exportación de EUA de sorgo de 2015/2016, un valor en el rango de valores típicos que hay en la literatura técnica de híbridos de sorgo de EUA.
- Los valores del peso de 1000 granos de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 0.84 g
- El peso de 1000 granos o TKW de las muestras del promedio general de exportación de EUA estuvo entre 24.28 y 30.02 g en 2015/2016.
- El TKW promedio del promedio general de exportación de EUA fue mayor que el de las muestras del promedio general de cosecha de EUA (26.30 g). La desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que la de las muestras de cosecha (2.00 g).
- En las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, el TKW se distribuyó de tal forma que el 0.5% de las muestras tuvo un valor 30.00 g o más y el 99.5% estuvo entre 24.00 y 29.99 g.
- El TKW promedio fue mayor para la EO NOLA (27.69 g), con menos variabilidad que la EO Texas (27.13 g). Ambos promedios cayeron dentro del rango normal de valores notificados de TKW.



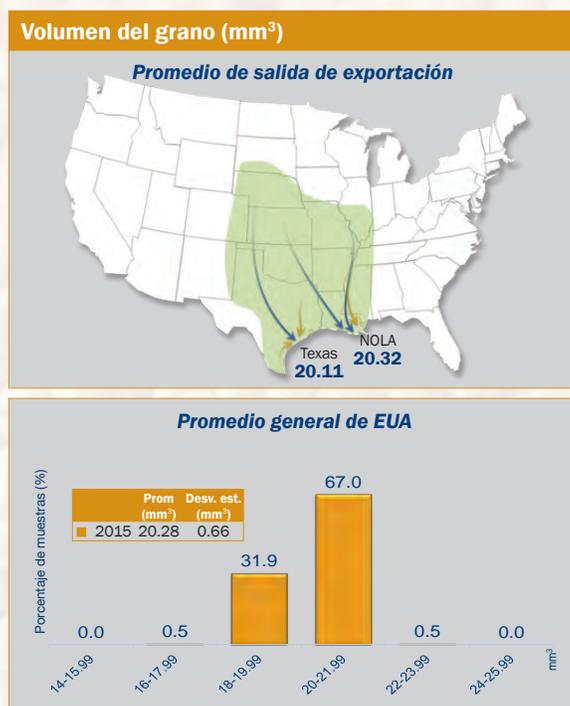
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 3. Volumen del grano

El volumen (o tamaño) del grano, notificado en  $\text{mm}^3$ , está directamente relacionado a su diámetro, que a menudo es un indicador de las condiciones de cultivo. Si las condiciones son secas, los granos pueden ser pequeños debido a un desarrollo atrofiado. Si la sequía golpea al final de la temporada, los granos pueden tener un menor llenado. Los granos pequeños son más difíciles de manejar y, debido a que tienen mayor proporción de superficie a volumen que los granos grandes, se quitan mayores cantidades de endospermo durante el descorticado, lo que reduce el rendimiento de los productos derivados del endospermo.

#### RESULTADOS

- El volumen del grano promedió 20.28  $\text{mm}^3$  en el promedio general de exportación de sorgo de EUA de 2015/2016, un valor en la parte baja de valores típicos de cualquier muestra de sorgo.
- Los valores de volumen del grano de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 tuvieron una desviación estándar de 0.66  $\text{mm}^3$ .
- El volumen de grano de las muestras del promedio general de exportación de EUA fueron de 17.91 a 22.12  $\text{mm}^3$  en 2015/2016.
- El volumen de grano promedio del promedio general de exportación de EUA fue mayor que el del promedio general de cosecha de EUA (19.34  $\text{mm}^3$ ). La desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que la de las muestras de cosecha (1.44  $\text{mm}^3$ ).
- En las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, el volumen del grano se distribuyó de tal forma que 0.5% de las muestras presentaron un volumen menor a 18.00  $\text{mm}^3$ , 98.9% estuvo entre 18.0 y 21.99  $\text{mm}^3$  y 0.5% fue igual o mayor a 22.00  $\text{mm}^3$ .
- El volumen de grano promedio fue mayor para la EO NOLA (20.32  $\text{mm}^3$ ), con menos variabilidad que para la EO Texas (20.11  $\text{mm}^3$ ). Ambos promedios caen en la parte más baja del rango normal de valores de volumen de grano notificados.



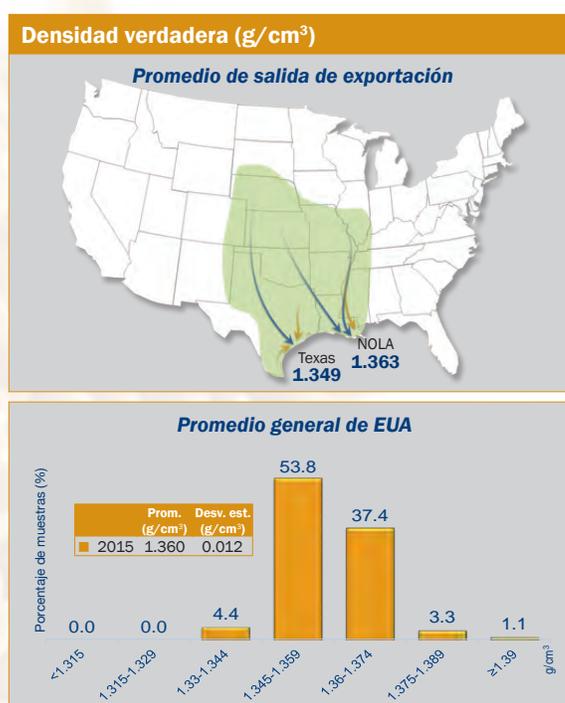
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 4. Densidad verdadera del grano

La densidad verdadera del grano (peso por volumen del grano), notificada como  $\text{g/cm}^3$ , es un indicador relativo de su dureza, el cual es de utilidad durante las operaciones de reducción de tamaño. Este factor de calidad se notifica en  $\text{g/cm}^3$ . La genética del híbrido del sorgo y el ambiente de cultivo afectan la densidad verdadera. El sorgo con mayor densidad es típicamente menos susceptible al rompimiento durante el manejo que el sorgo de baja densidad. La mayoría del sorgo para alimento balanceado tiene valores de densidad verdadera de 1.330 a 1.400  $\text{g/cm}^3$ . Se considera al sorgo con una densidad mayor a 1.315  $\text{g/cm}^3$  como adecuado para el procesamiento para sémola cervecera y hojuelas, mientras que el sorgo con densidad menor a 1.315  $\text{g/cm}^3$  es adecuado para su procesamiento en harina para pan blando y almidón.

### RESULTADOS

- La densidad verdadera del grano promedió 1.360  $\text{g/cm}^3$  en el promedio general de exportación de sorgo de EUA en 2015/2016, lo cual cae en el rango normal de los híbridos de sorgo de EUA.
- Los valores de densidad verdadera de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 tuvieron una desviación estándar de 0.012  $\text{g/cm}^3$ .
- Las densidades verdaderas de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 estuvieron entre 1.333 y 1.496  $\text{g/cm}^3$ .
- Las densidades verdaderas promedio del promedio general de exportación de EUA fue solo ligeramente superior que las de las muestras del promedio general de cosecha de EUA (1.359  $\text{g/cm}^3$ ). La desviación estándar de las muestras de exportación fue más o menos la misma que la de las muestras de cosecha (0.013  $\text{g/cm}^3$ ).
- En las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, la densidad verdadera del grano se distribuyó de tal forma que 4.4% de las muestras estuvo entre 1.330 y 1.344  $\text{g/cm}^3$ , 91.2% entre 1.345 y 1.374  $\text{g/cm}^3$ , y 4.4% mayor o igual a 1.375  $\text{g/cm}^3$ .
- La densidad verdadera promedio del grano fue mayor en la EO NOLA (1.363  $\text{g/cm}^3$ ), con variabilidad mayor que en la EO Texas (1.349  $\text{g/cm}^3$ ). Ambos promedios caen en el rango normal de valores notificados de densidad verdadera de grano.



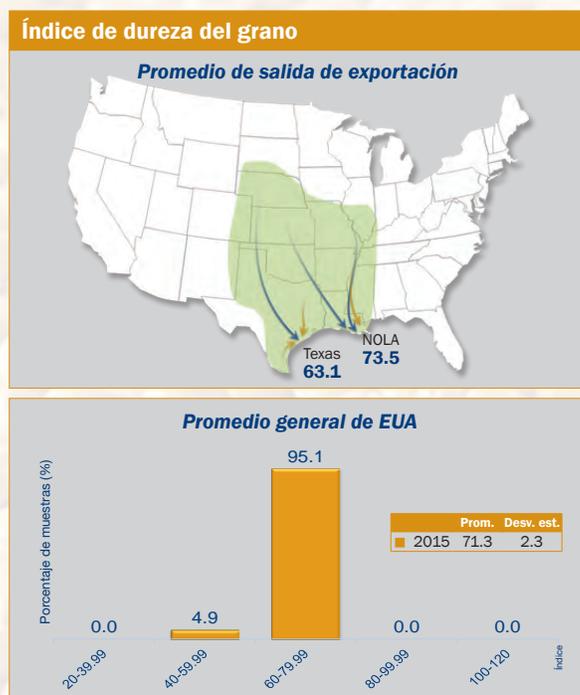
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 5. Índice de dureza del grano

La dureza del grano afecta la resistencia a hongos e insectos, el comportamiento durante la reducción de tamaño y el uso final del sorgo. El comportamiento durante el tamizado, el consumo de energía en la reducción de tamaño, la distribución del tamaño de partícula del material molido y el rendimiento de los componentes del grano dependen de la dureza. El sorgo más duro produce partículas más gruesas o grandes que el suave, además de que requiere más energía por masa de sorgo para lograr una distribución del tamaño de partícula como la del sorgo suave durante la reducción de tamaño. La molienda para obtener un tamaño de partícula óptimo de alimentos balanceados para ganado o aves puede ser más costoso para el sorgo duro que para el suave. El peso específico y la densidad del grano están correlacionados con la dureza. El índice de dureza del grano es un número sin dimensión, en el que el valor en aumento indica el incremento de la dureza física del grano.

#### RESULTADOS

- El índice de dureza del grano promedió 71.3 en el promedio general de exportación de sorgo de EUA en 2015/2016, el cual cae en el rango normal de los híbridos de sorgo de EUA.
- Los valores del índice de dureza del grano de las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016 presentaron una desviación estándar de 2.3.
- El índice de dureza del grano de las muestras del promedio general de exportación de EUA fue de 55.6 a 79.8 en 2015/2016.
- El promedio de índice de dureza del promedio general de exportación de EUA fue ligeramente mayor que el de las muestras del promedio general de cosecha EUA (71.0). La desviación estándar de las muestras de exportación fue mucho menor que de las muestras de cosecha (6.2).
- En las muestras del promedio general de exportación de EUA de 2015/2016, los índices de dureza del grano se distribuyeron de tal forma, que 95.1% de las muestras presentaron índices de dureza del grano de entre 60.00 a 79.99 y 4.9% tuvo menos de 60.00.
- El promedio de índice de dureza del grano fue mayor para la EO NOLA (73.5), con menos variabilidad que para la EO Texas (63.1). Ambos promedios cayeron en el rango normal de valores notificados de índice de dureza del grano.



## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

Exportación 2015/2016					
	No. de muestras	Prom.	Desv. Est.	Mín.	Máx.
<b>Promedio general de exportaciones de EUA</b>					
Diámetro del grano (mm)	182	2.60**	0.04	2.47	2.71
TKW (g)	182	27.57**	0.85	24.28	30.02
Volumen del grano (mm <sup>3</sup> )	182	20.28**	0.66	17.91	22.12
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	182	1.360	0.012	1.333	1.496
Índice de dureza del grano	182	71.3	2.3	55.6	79.8
<b>NOLA</b>					
Diámetro del grano (mm)	46	2.61	0.04	2.47	2.67
TKW (g)	46	27.69	0.79	24.28	29.42
Volumen del grano (mm <sup>3</sup> )	46	20.32	0.63	18.12	21.77
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	46	1.363	0.014	1.335	1.367
Índice de dureza del grano	46	73.5	2.0	55.6	71.4
<b>Texas</b>					
Diámetro del grano (mm)	136	2.57	0.04	2.48	2.71
TKW (g)	136	27.13	1.08	24.64	30.02
Volumen del grano (mm <sup>3</sup> )	136	20.11	0.79	17.91	22.12
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	136	1.349	0.005	1.333	1.496
Índice de dureza del grano	136	63.1	3.5	67.9	79.8

\*\* Indica que los promedios de exportación de 2015 fueron significativamente diferentes de los promedios de la cosecha de 2015, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### E. Micotoxinas

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por hongos que existen naturalmente en los granos. Al consumirse a niveles altos, las micotoxinas pueden causar enfermedades en humanos y animales. Aunque se han encontrado varias micotoxinas en el sorgo, se consideran las aflatoxinas y el deoxinivalenol (DON o vomitoxina) como dos de las micotoxinas importantes.

La industria de la comercialización de granos de EUA implementa garantías estrictas del manejo y mercadeo de cualquier nivel elevado de micotoxinas. Todo aquel interesado en la cadena de valor del sorgo, ya sean compañías de semillas, productores de sorgo, comercializadores y encargados del manejo de granos, así como importadores de sorgo de EUA, están interesados en entender cómo la infección de micotoxinas está influida por las condiciones de cultivo y su consiguiente almacenamiento, secado, manejo y transporte del grano, conforme pasa a través del sistema de exportación del sorgo de EUA.

#### EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE AFLATOXINAS Y DON

Para evaluar el efecto de las condiciones arriba mencionadas en el desarrollo de las aflatoxinas y DON, este informe resume los resultados de los análisis oficiales de aflatoxinas del Federal Grain Inspection Service (FGIS) del USDA y de análisis independientes de todas las muestras de exportación recolectadas como parte de este estudio.

Se usó un umbral conocido como el Límite de Cumplimiento (LCL) establecido por el FGIS, para determinar si aparecía o no un nivel detectable de micotoxinas en la muestra. El LCL de los juegos analíticos aprobados por el FGIS y usados para este *Estudio de Exportación 2015/2016* fue de 5.0 parte por mil millones (ppb) de aflatoxinas y 0.5 partes por millón (ppm) de DON. Los detalles de la metodología de prueba de las micotoxinas empleada en este estudio están en la sección “Métodos de Análisis”.

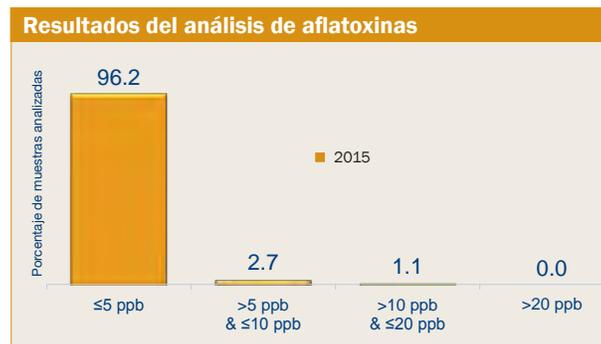
#### RESULTADOS: AFLATOXINAS

Se analizaron aflatoxinas en un total de 182 muestras de exportación para el *Estudio de Exportación 2015/2016*. Los resultados del estudio de 2015/2016 son como sigue:

- Un total de 175 muestras o 96.2% de las 182 muestras analizadas en 2015/2016 no tuvieron niveles detectables de aflatoxinas (definidas como menor o igual al límite LCL del FGIS de 5 partes por mil millones (ppb)).
- En 5 muestras o 2.7% de las 182 muestras analizadas en 2015/2016 hubo niveles de aflatoxinas mayores a 5 ppb, pero menores o iguales a 10 ppb.
- En dos muestras o 1.1% de las 182 muestras analizadas en 2015/2016 hubo niveles de aflatoxinas mayores a 10 ppb, pero menores o iguales que el nivel de acción de la FDA de 20 ppb.
- El 100% de las muestras analizadas en 2015/2016 resultó por debajo del nivel de acción de la FDA de 20 ppb.

La mayoría de los resultados de los análisis de las muestras (98.9%) fue menor o igual a 10 ppb, además de que un alto porcentaje de los resultados de los análisis de las muestras (96.2%) fueron menores al LCL del FGIS de 5.0 ppb.

Aflatoxinas					
	Porcentaje del total de muestras				Total
	< 5 ppb	≥ 5 a < 10 ppb	≥ 10 a < 20 ppb	> 20 ppb	
Prom. gral. de EUA	96.2%	2.7%	1.1%	0.0%	100.0%
Por EO					
NOLA	95.7%	2.2%	2.2%	0.0%	100.0%
Texas	96.3%	2.9%	0.7%	0.0%	100.0%



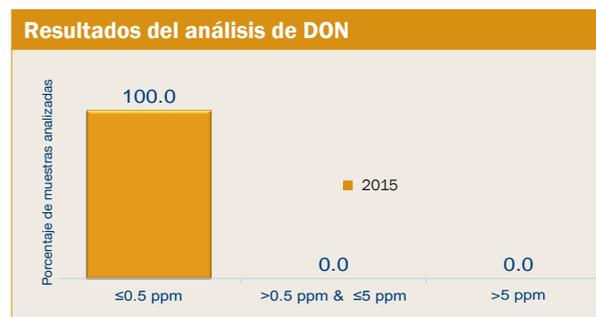
## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### RESULTADOS: DON (DEOXINIVALENOL O VOMITOXINA)

Se analizó DON en un total de 182 muestras de exportación para el *Estudio de Exportación 2015/2016*. Los resultados del análisis se muestran a continuación:

- Las 182 muestras o el 100.0% no presentaron niveles detectables de DON (todas las muestras dieron igual o menor al LCL del FGIS de 0.5 ppm).
- Ninguno de los resultados de los análisis de las muestras (0) o 0.0% de las 182 muestras, resultó mayor a 0.5 ppm, pero sí menor o igual al nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm.
- Ninguno de los resultados de los análisis de las muestras (0) o 0.0% de las 182 muestras, resultó mayor al nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm.

DON	Porcentaje del total de muestras			Total
	≤ 0.5 ppm	≥ 0.3 a ≤ 5.0 ppm	> 5.0 ppm	
Prom. gral. de EUA	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Por EO				
NOLA	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Texas	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%



### 1. Antecedentes: Generales

Los niveles en los cuales los hongos producen micotoxinas están influidos por el tipo de hongo y las condiciones ambientales bajo las cuales se produce y almacena el sorgo. Debido a estas diferencias, la producción de micotoxinas varía a lo largo de las zonas de producción de sorgo y a través de los años.

Los seres humanos y el ganado son sensibles a las micotoxinas en diversos niveles. Como resultado, la FDA ha publicado niveles de acción de aflatoxinas y niveles de recomendación de DON en función del uso al que esté destinado.

Los niveles de acción especifican los límites precisos de contaminación por encima de los cuales el organismo gubernamental está preparado para tomar medidas reglamentarias. Los niveles de acción son una señal para la industria de que la FDA cree tener información científica que sustenta las medidas reglamentarias y/o judiciales si una toxina o contaminante estuviera presente en niveles que excedan el nivel de acción, si el organismo decide hacerlo. Si se analizan suplementos alimenticios importados o nacionales de acuerdo con métodos válidos y se encuentra que exceden los niveles de acción correspondientes, se les considera adulterados y la FDA puede decomisarlos y retirarlos del comercio interestatal.

Los niveles de recomendación brindan una guía de los niveles concernientes a la industria de una sustancia presente en el alimento para consumo humano o animal que el organismo cree que da un margen adecuado de inocuidad para proteger la salud humana y animal. Aunque la FDA se reserva el derecho de tomar medidas para hacer cumplir reglamentos, el hacerlos cumplir no es el propósito fundamental del nivel de recomendación.

Una fuente de información adicional es el documento guía de la National Grain and Feed Association (NGFA) titulado "FDA Mycotoxin Regulatory Guidance" que puede encontrarse en <http://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>.

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 2. Antecedentes: Aflatoxinas

El tipo de micotoxina más importante relacionado con el sorgo son las aflatoxinas. Existen varios tipos de aflatoxinas producidas por diferentes especies del hongo *Aspergillus*, del que la especie más prominente es *A. flavus*. El crecimiento del hongo y la contaminación de aflatoxinas en el grano se pueden dar en el campo, antes de la cosecha o en el almacenamiento. Sin embargo, la contaminación previa a la cosecha se considera la causa de la mayoría de los problemas que tienen que ver con aflatoxinas. El *A. flavus* crece bien en condiciones ambientales cálidas y secas, o cuando hay sequía durante un amplio periodo. Puede ser un problema serio en el sur de Estados Unidos, donde las condiciones secas y de calor son más comunes. Los hongos normalmente atacan sólo algunos granos de la planta y a menudo penetra a los granos a través de heridas producidas por insectos.

Existen cuatro tipos de aflatoxinas que se encuentran de forma natural en los alimentos: aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Comúnmente, estas cuatro aflatoxinas se conocen como “aflatoxinas” o “aflatoxinas totales”. La aflatoxina B1 es la más comúnmente encontrada en alimentos para consumo animal y humano, y es también la más tóxica. Además, el ganado lechero metaboliza las aflatoxinas a una forma diferente llamada aflatoxina M1, la cual puede acumularse en la leche.

Las aflatoxinas expresan su toxicidad en humanos y animales, principalmente al atacar el hígado. La toxicidad se puede dar con el consumo a corto plazo de dosis muy altas de granos contaminados con aflatoxinas o la ingestión a largo plazo de niveles bajos de aflatoxinas, lo que probablemente resultaría en la muerte de aves y patos, las especies animales más sensibles. El ganado puede experimentar una reducción de la eficiencia alimenticia o la reproducción, además de que el sistema inmunitario, tanto en humanos como en animales, puede verse suprimido debido a la ingestión de aflatoxinas.

La FDA ha establecido niveles de acción de la aflatoxina M1 en leche destinada al consumo humano y de las aflatoxinas totales en alimentos para consumo humano, granos y productos de alimentación del ganado (véase la tabla a continuación).

La FDA ha establecido políticas adicionales y disposiciones legales con respecto a la mezcla de granos con niveles de aflatoxinas que excedan estos niveles umbral. En general, la FDA actualmente no permite la mezcla de grano que contenga aflatoxinas con grano no contaminado para reducir el contenido de aflatoxinas de la mezcla resultante a niveles aceptables para uso en alimentos para consumo humano o animal.

Si lo solicita el comprador, el sorgo exportado de EUA será analizado por aflatoxinas por el FGIS. El sorgo por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb o de la especificación del comprador no se puede exportar, a menos que se cumplan otras condiciones estrictas. Estos requerimientos resultan en niveles relativamente bajos de aflatoxinas en el grano de exportación.

Nivel de acción de aflatoxinas	Criterios
0.5 ppb (Aflatoxina M1)	Leche destinada a consumo humano
20 ppb	Para maíz y otros granos destinados a animales inmaduros (que incluye a las aves inmaduras) y para ganado lechero, o cuando se desconoce el destino del animal.
20 ppb	Para alimento para animales, aparte del maíz o harina de semilla de algodón.
100 ppb	Para maíz y otros granos destinados a ganado reproductor, cerdos reproductores o aves maduras.
200 ppb	Para maíz y otros granos destinados a cerdos en finalización de 100 libras o más.
300 ppb	Para maíz y otros granos destinados a dietas de ganado bovino en finalización (por ejemplo, ganado de engorde) y para harina de semilla de algodón destinada a ganado bovino, cerdos o aves reproductoras.

Fuente: FDA y USDA GIPSA, <http://www.gipsa.usda.gov/Publications/fgis/broch/b-aflatox.pdf>

## V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE CALIDAD DE EXPORTACIÓN (continúa)

### 3. Antecedentes: DON (deoxinivalenol o vomitoxina)

La DON es otra micotoxina de cuidado para algunos importadores de sorgo. Es producida por ciertas especies de *Fusarium*, de las cuales la más importante es *F. graminearum* (*Gibberella zeae*). El *Gibberella zeae* se puede desarrollar cuando hay clima frío o moderado y húmedo durante la floración. La contaminación por micotoxinas del sorgo causada por *Gibberella zeae* comúnmente se relaciona con la postergación excesiva de la cosecha y/o el almacenamiento de sorgo con alta humedad.

La DON es una preocupación principal para animales monogástricos, a los que puede causar irritación de la boca y garganta. Como resultado, los animales pueden tarde o temprano rehusarse a comer el sorgo contaminado con DON, además de que pueden presentar una baja ganancia de peso, diarrea, letargia y hemorragias intestinales. Además, el DON puede ocasionar la inhibición del sistema inmunitario, lo que resulta en susceptibilidad a una serie de enfermedades infecciosas.

La FDA ha publicado niveles de recomendación de DON. Para los productos que contienen sorgo, los niveles de recomendación son:

- 5 ppm en granos y en coproductos de granos para cerdos, que no excedan el 20 % de la dieta.
- 10 ppm en granos y en coproductos de granos para aves y ganado, que no excedan el 50 % de la dieta; y
- 5 ppm en granos y en coproductos de granos para el resto de los animales, que no excedan el 40 % de la dieta.

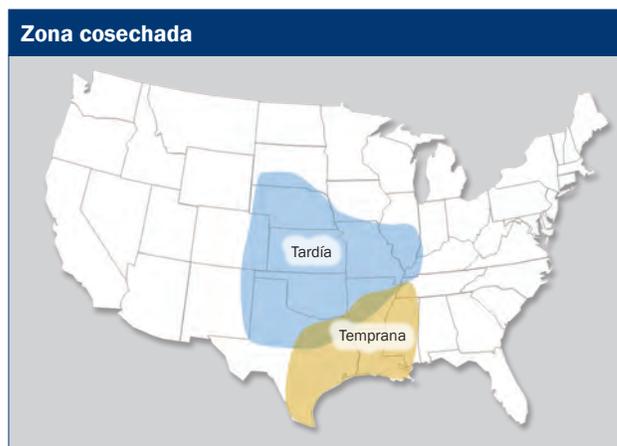
El FGIS no exige el análisis de DON en sorgo destinado a los mercados de exportación, pero puede realizar pruebas cualitativas o cuantitativas de DON a solicitud del comprador.



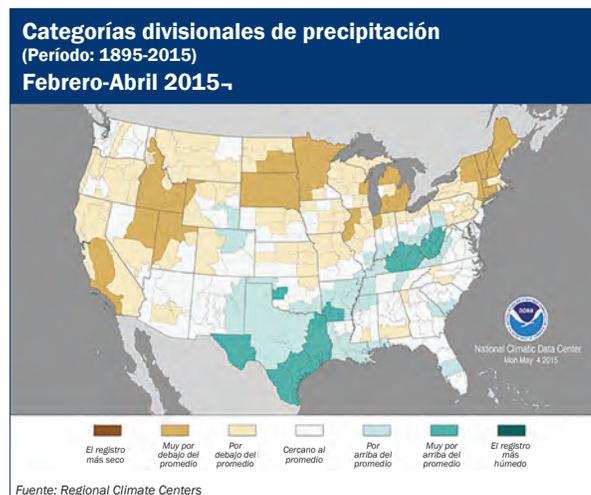
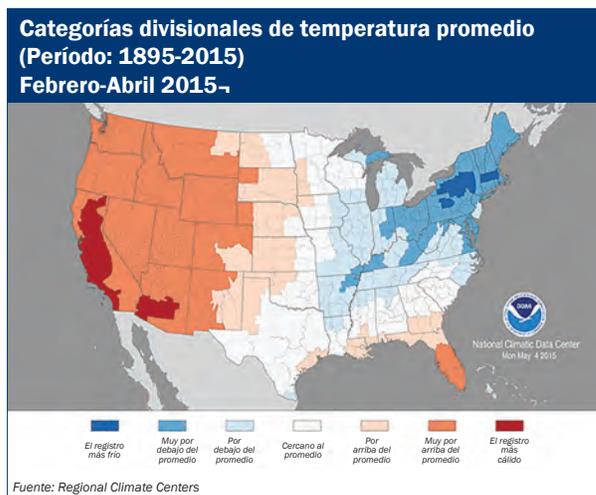
## VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas antes y en el momento de la siembra, durante toda la temporada de cultivo e incluso durante la cosecha, desempeñan un papel muy importante en la evolución de la planta de sorgo y en última instancia, en el rendimiento y la calidad del sorgo. Para la producción de sorgo estadounidense, se destacan dos zonas principales: la Zona de Cosecha Temprana (EHA) y la Zona de Cosecha Tardía (LHA).

Para la Zona de Cosecha Temprana (EHA) la temporada de cultivo 2015 inició tarde debido al retraso de la siembra. A esto le siguió un periodo de desarrollo temprano húmedo (desde la siembra hasta la floración media) en comparación con el periodo histórico de 1895 a 2015. Persistieron condiciones de humedad a través de la zona costera de Texas de la EHA, mientras que se desarrollaron condiciones más secas dentro de la zona continental<sup>1</sup> durante la fase reproductiva y hasta la cosecha. Las condiciones de cultivo de sorgo 2015 de la EHA mejoraron conforme avanzó la temporada de cultivo desde el inicio de la temporada hasta la cosecha<sup>2</sup>. Los siguientes puntos destacan los eventos clave de la EHA de la temporada de cultivo de 2015:



- Las temperaturas durante el periodo de siembra temprana (de febrero a abril) tuvieron promedios cerca o por debajo de los históricos, con temperaturas frías para las condiciones del brote.
- Las condiciones de humedad por arriba del promedio durante el periodo de siembra temprana, así como la continuación de las condiciones húmedas (las más húmedas registradas) hasta la polinización media (de febrero a junio y julio) desaceleraron el crecimiento de la planta.
- Las temperaturas cercanas al promedio en la zona continental y por arriba del promedio cerca de las zona costeras de abril a junio, posiblemente impactaron el desarrollo del cultivo durante las etapas de fertilidad del flósculo y las fases finales de formación del grano, lo que probablemente tuvo efecto en el rendimiento.



<sup>1</sup> La zona continental es la zona de Texas que no se encuentra a lo largo de la costa.

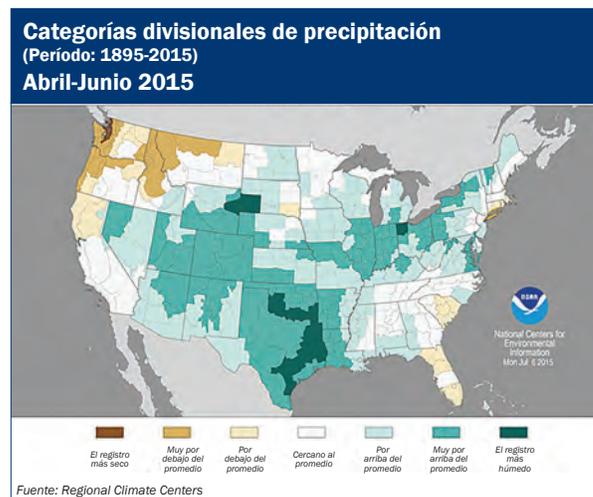
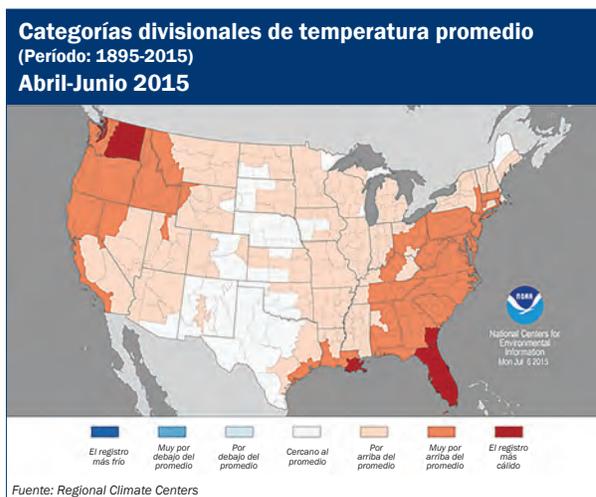
<sup>2</sup> El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) califica semanalmente la cosecha de sorgo de EUA durante el ciclo de producción. La clasificación se basa en el potencial de rendimiento y el estrés de la planta se debe a varios factores, tales como temperaturas extremas, humedad excesiva o insuficiente, enfermedades, daño por insectos y/o presión de las malezas.

## VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS (continúa)

Para la Zona de Cosecha Tardía (LHA), la temporada de cultivo 2015 experimentó un retraso en la siembra debido a condiciones húmedas durante la parte inicial de la temporada típica de siembra (de abril hasta junio). Esto fue junto con temperaturas promedio o por arriba del promedio comparadas con los promedios históricos de temperaturas (1985 - 2015). La condición del cultivo de sorgo 2015 de la LHA permaneció bastante constante desde la etapa inicial vegetativa hasta la cosecha. Los siguientes puntos destacan los eventos clave de la LHA de la temporada de cultivo de 2015:

- Las precipitaciones desuniformes durante la siembra (de mayo hasta junio) produjeron condiciones húmedas muy por arriba del promedio en algunas zonas y condiciones cerca o justo por arriba del promedio en otras. Estas condiciones ocasionaron retrasos y siembra lenta.
- Las temperaturas cercanas y por arriba del promedio de abril a junio ayudaron al avance de la siembra y los brotes.
- Las lluvias fuertes y temperaturas de normales a frías desde la fase vegetativa a la fase reproductiva inicial presentaron un reto para las condiciones de crecimiento al desacelerar el crecimiento y retrasar el espigamiento del sorgo en algunas zonas.
- Las condiciones lentas de crecimiento alrededor de la polinización favorecieron los procesos de fertilidad del flósculo y de formación del grano, lo cual disminuyó el impacto de cualquier estrés que se hubiera dado en esta etapa.
- En la mayoría de las LHA, las temperaturas del periodo de polinización media fueron más frías de lo normal, mientras que las temperaturas del llenado del grano en septiembre fueron más cálidas de lo normal.
- Las temperaturas cálidas y las condiciones secas desde el llenado del grano hasta la cosecha aceleraron la madurez y el secado natural, y adelantaron la cosecha en octubre.

Las siguientes secciones describen cómo el clima de la temporada de cultivo 2015 impactó en el desarrollo y el rendimiento del sorgo en ambas zonas de cultivo, la temprana y la tardía, en las regiones estadounidenses productoras de sorgo.



VI. **CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS (continúa)**

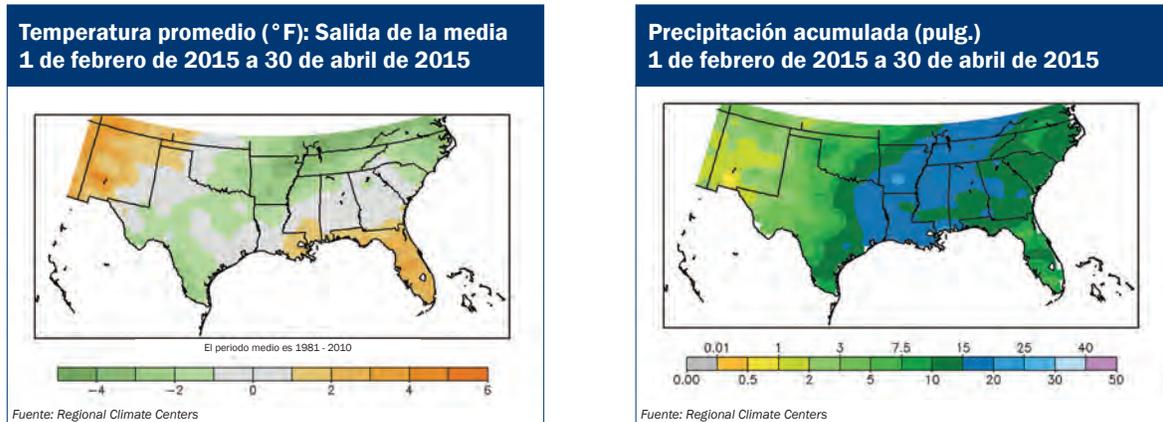
**A. Condiciones de siembra y desarrollo temprano**

*La lluvia abundante retrasó el periodo de siembra*

El clima, principalmente lluvia y temperatura, afecta el crecimiento y desarrollo del sorgo desde antes de la siembra hasta la cosecha. Los factores climáticos presentan una interacción compleja con el genotipo (híbridos del sorgo) y con las prácticas de manejo (por ejemplo: fecha de siembra, fertilidad de la tierra, aplicación de plaguicidas) que se utilizan en la producción de sorgo. El rendimiento de sorgo está en función del número de plantas por unidad de superficie, el número de retoños<sup>3</sup> por planta, el número de granos por cabeza y el peso final de semilla por grano individual. Las condiciones húmedas y frías de siembra pueden disminuir la uniformidad, retrasar el brote o entorpecer el desarrollo temprano de la planta, lo cual puede resultar en un número menor de plantas y/o menor rendimiento por superficie. El sorgo puede compensar las pequeñas reducciones de sitio gracias a su capacidad de formar tallos secundarios. Las condiciones más secas y cálidas de lo normal a inicios de la temporada de cultivo son benéficas para el adecuado establecimiento de la raíz y uniformidad de planta a planta. Esto se debe a que estas condiciones promueven el desarrollo de sistemas radiculares más profundos para un anclaje adecuado, además de que mantiene un acceso continuo al agua y nutrientes durante la temporada de cultivo.

**1. Zona de Cosecha Temprana**

En general, las condiciones de siembra temprana de febrero a abril en la EHA fueron impactadas por temperaturas relativamente por debajo de lo normal o normales y precipitación muy por arriba de lo normal (más de 25.4 cm o 10 pulgadas de exceso de humedad). Estas condiciones promovieron un inicio muy lento de la temporada de siembra, con muy poco avance hasta marzo.

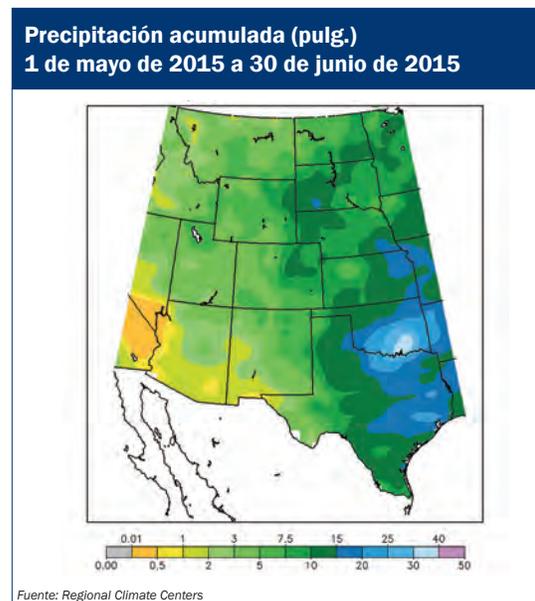
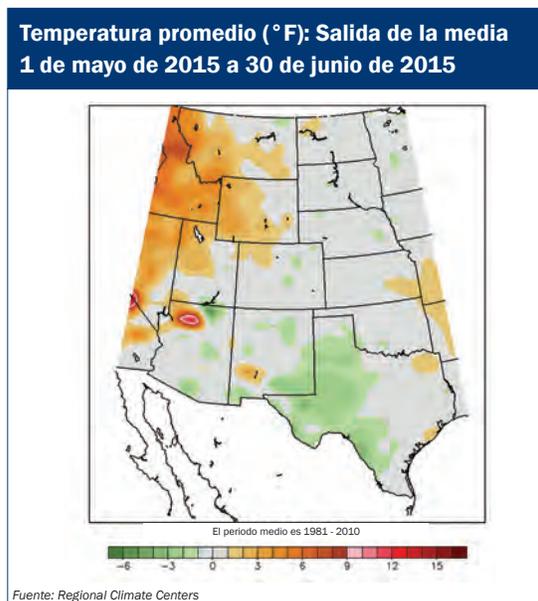


<sup>3</sup> Los retoños son tallos más pequeños que el tallo principal de la planta que pueden desarrollar también cabezas fértiles.

## VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS (continúa)

### 2. Zona de Cosecha Tardía

La siembra también se retrasó en la LHA debido a condiciones húmedas de mayo a junio, a pesar de las temperaturas normales. La temporada de siembra 2015 de la LHA abarcó de abril hasta julio, en la cual el mayor avance fue junio. Para algunas zonas de la LHA, este intervalo de tres meses fue el más húmedo registrado, lo que desaceleró la siembra y el crecimiento temprano de las plantas. La lluvia abundante también pudo haber afectado el establecimiento radicular al inducir las plantas enanas y la pérdida de fertilidad, así como también al disminuir las condiciones favorables de cultivo temprano.



### B. Condiciones de etapa vegetativa tardía y polinización media.

*Las condiciones húmedas récord y el verano fresco desaceleraron el crecimiento, pero favorecieron la polinización.*

La cantidad de tiempo entre el brote y la floración media<sup>4</sup> depende de la fecha de siembra, las temperaturas durante este periodo (de las cuales el impacto se mide por los días de condición de crecimiento<sup>5</sup>), y el híbrido de sorgo. El alto estrés por temperaturas después de la diferenciación del punto de crecimiento (aproximadamente 30 días después del brote) retarda el espigamiento<sup>6</sup> y disminuye la disposición de las semillas (el número y tamaño de éstas), lo que afecta el rendimiento final. El retraso de la siembra puede resultar en el retraso del florecimiento (o floración). El florecimiento después de lo normal durante la temporada de cultivo aumenta la probabilidad de que el cultivo se exponga a calor excesivo durante el florecimiento lo cual puede poner en riesgo el rendimiento y el número final de granos. Las temperaturas por debajo de 4.4°C (40°F) durante el llenado del grano pueden impactar de forma negativa la capacidad de la planta a llenar los granos y por ende afectar el rendimiento final. La selección híbrida también afecta el tiempo desde la siembra hasta la mitad de la polinización; los híbridos de temporada corta tienen un tiempo más corto que los híbridos de temporada completa desde el brote hasta la floración, y por lo tanto, tienen menor potencial de rendimiento al compararlos.

<sup>4</sup> La floración media es la etapa reproductiva del sorgo en la que el 50% de las plantas en el campo se encuentra en alguna etapa de floración.

<sup>5</sup> Los días de condición de crecimiento es un parámetro relacionado con la acumulación de calor a fin de predecir las etapas de desarrollo de la planta.

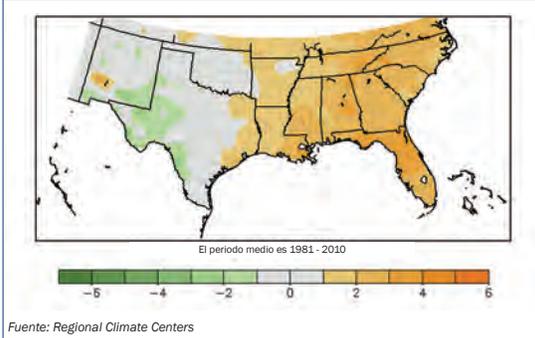
<sup>6</sup> El espigamiento, el proceso por el cual salen las espigas del sorgo y son visibles en la parte superior de la planta, se da después del embuchamiento y antes de la floración.

**VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS (continúa)**

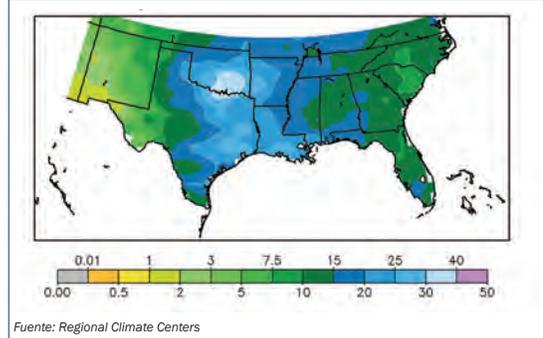
**1. Zona de Cosecha Temprana**

El espigamiento del sorgo en la EHA fue de mediados de julio a comienzos de agosto. Dominaron las condiciones frías y húmedas (más de 50.8 cm o 20 pulg. de lluvia excesiva) durante la fase vegetativa y la etapa de la mitad de la floración. Estas condiciones desaceleran el crecimiento de la planta y reducen la absorción de nutrientes (lo que afecta los sistemas radiculares) durante la fase vegetativa. Sin embargo, las temperaturas frías favorecieron el proceso de florecimiento, lo cual resultó en más granos por espiga. Mientras haya temperaturas normales o ligeramente por arriba del promedio durante el periodo de llenado del grano, el principal desafío para el desarrollo del cultivo continuará siendo las condiciones húmedas.

**Temperatura promedio (°F): Salida de la media  
1 de abril de 2015 a 30 de junio de 2015**



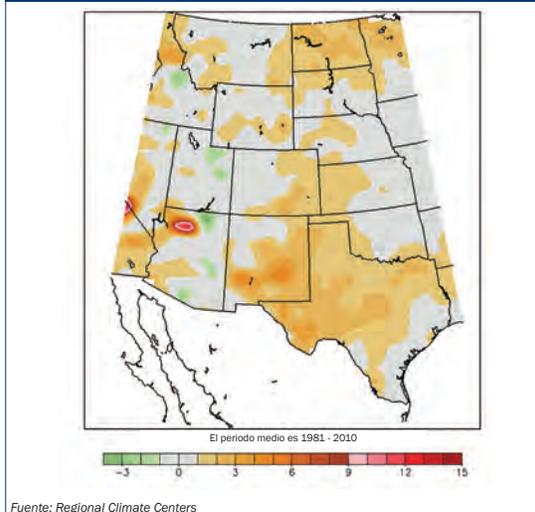
**Precipitación acumulada (pulg.)  
1 de abril de 2015 a 30 de junio de 2015**



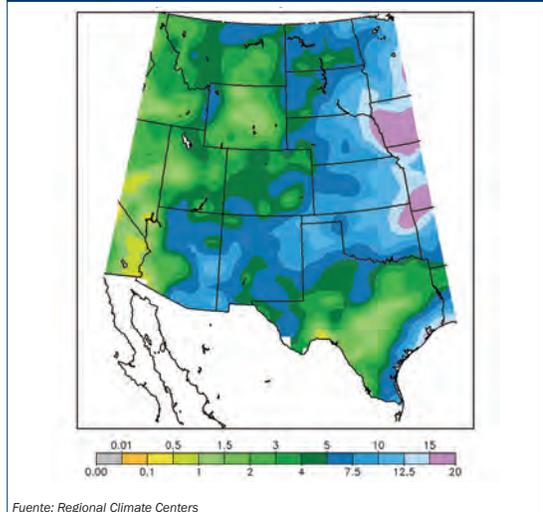
**2. Zona de Cosecha Tardía**

El espigamiento del sorgo en la LHA abarca de mediados de agosto a principios de octubre; el mayor porcentaje se da durante septiembre. Para la sección norte de esta zona, si la floración se dio de principios a mediados de septiembre, se redujo la probabilidad de alcanzar la madurez antes de la primera helada, debido a la falta de acumulación de días de crecimiento. Permanecieron húmedas las condiciones de las fases vegetativa tardía y de mitad de florecimiento con temperaturas normales. Las condiciones para el periodo de llenado del grano a lo largo de toda la LHA cambiaron de muy húmedas a secas, y las temperaturas promedio fueron de normales a por arriba de lo normal. Estas condiciones acortan el llenado de grano y aceleran la madurez.

**Temperatura promedio (°F): Salida de la media  
1 de julio de 2015 a 30 de septiembre de 2015**



**Precipitación acumulada (pulg.)  
1 de julio de 2015 a 30 de septiembre de 2015**



## C. Condiciones de madurez y de cosecha

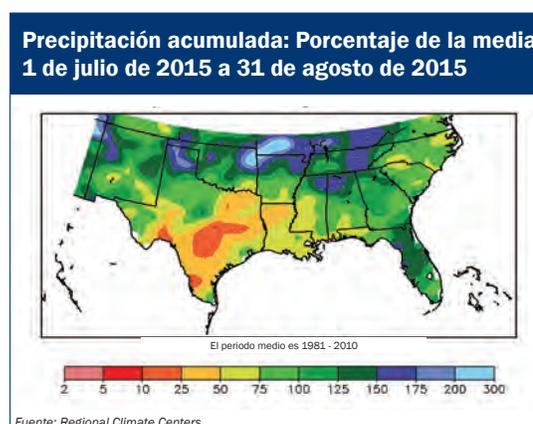
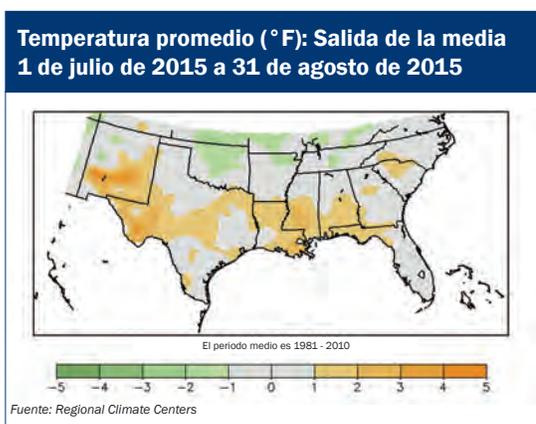
*El clima cálido y las condiciones más secas acortaron el llenado del grano y aceleraron la cosecha*

Cuando la planta de sorgo alcanza la madurez fisiológica (o capa negra), el grano logra su masa seca máxima y contenido de nutrientes final. Previo a alcanzar la etapa de capa negra, las temperaturas de congelación pueden disminuir el peso específico (mediante semillas pequeñas), impedir la madurez final y en consecuencia reducir el rendimiento. Una vez que se ha alcanzado la madurez y hasta el momento de la cosecha, el grano de sorgo se secará de cerca del 35% a alrededor del 20% de humedad. La tasa de secado se ve influida por la madurez del híbrido, la humedad del grano al inicio del secado y la temperatura durante el periodo de secado. Si el sorgo no se seca lo suficiente, el grano de mayor humedad permanece suave y se vuelve más susceptible al rompimiento del pericarpio, así como más difícil de desgranar.

### 1. Zona de cosecha temprana

Normalmente, el 80 % del sorgo en la EHA se cosecha a finales de agosto. Sin embargo, en 2015 se logró un avance de cosecha similar a aproximadamente una semana después de lo normal. A pesar del retraso de la siembra en esta zona, el clima más seco y cálido posterior a la polinización media aceleraron la madurez y la cosecha. En esta región, las heladas no representan un problema.

El principal problema de producción en la EHA en 2015 se relacionó al pulgón de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari*), el cual infectó y dañó parte del cultivo. La infestación de esta plaga puede impactar la salud de la planta, el peso de la semilla, el rendimiento y, en última instancia, la calidad del grano. Debido a que su presencia es nueva en esta zona, aún se está determinando el grado de afectación del rendimiento y la calidad.



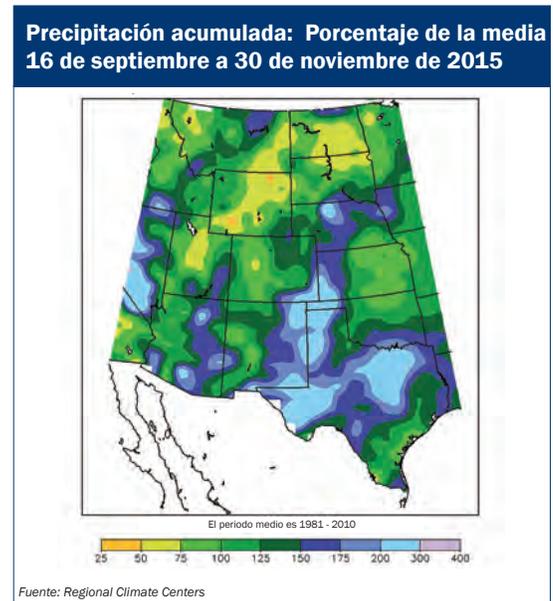
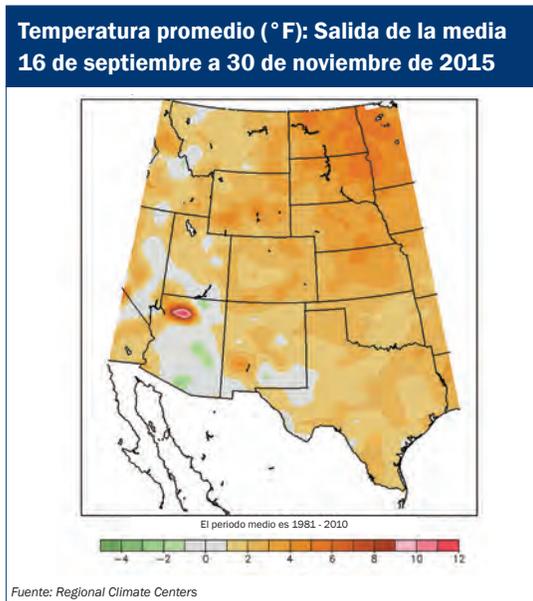
### 2. Zona de Cosecha Tardía

Cerca del 80% del sorgo de la LHA normalmente por lo general se cosecha a inicios de noviembre. El avance de la cosecha en 2015 fue comparable al promedio del periodo 2010-2014. A pesar del inicio tardío del cultivo 2015 en la LHA, el avance de la cosecha comparable al periodo 2010-2014 se debió a las condiciones climáticas de recolección tardía más cálidas y secas en 2015. Tampoco hubo heladas tempranas generalizadas que pudieran retardar la madurez y que posiblemente permitieran granos con pericarpio quebrado o que presentaran problemas de cosecha y enfermedades.

Las condiciones húmedas en la fase temprana de la temporada de cultivo de la LHA ocasionó un mal establecimiento radicular y problemas de compactación en algunas zonas. Además, las condiciones secas y cálidas desde la mitad del llenado del grano hasta la cosecha aumentaron la movilización de nutrientes a los granos y debilitaron los tallos. La combinación de estas dos series de condiciones aumentó la susceptibilidad de las plantas del sorgo en la LHA a enfermedades fúngicas, tales como pudrición carbonosa y la pudrición de tallo de *Fusarium*, y a problemas de acame (la inclinación o caída de la planta).

## VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS (continúa)

Al igual que la EHA, el pulgón de la caña de azúcar (*Melanaphis sacchari*) avanzó hacia el norte e impactó la producción de sorgo, principalmente de las etapas vegetativa media a reproductiva tardía, en zonas de Oklahoma y Kansas. La presencia de pulgones en la EHA impactó los rendimientos y la calidad del sorgo.



## D. Comparación de 2015 con 2010-2014

*Retraso en la siembra de 2015, condiciones de humedad tempranas con temporada comparable de cosecha*

### 1. Zona de cosecha temprana

Aunque la fecha el avance promedio del 50% de la siembra de 2010-2014 fue alrededor de finales de marzo, los productores en la EHA alcanzaron el 50% de la siembra aproximadamente de siete a diez días después en 2015. Sin embargo, el avance de la siembra de la EHA en 2015 rápidamente recuperó el promedio del 80% de avance de 2010-2014. Las abundantes lluvias desde finales de febrero (cuando podría iniciar la siembra temprana) hasta la polinización media (junio) retrasaron el crecimiento vegetativo. Estas lluvias fueron la causa principal de que el cultivo de sorgo en la EHA alcanzara el 50% del avance de polinización media aproximadamente dos semanas detrás del promedio de 2010-2014. Desde la fase reproductiva tardía hasta la cosecha, las condiciones de llenado del grano más secas y cálidas aceleraron la madurez y la cosecha, de tal manera que la cosecha de 2015 se retrasó sólo una semana del promedio 2010-2014. Para la EHA, las heladas no representaron problema alguno en la reducción del rendimiento, ni para impactar la calidad del grano.

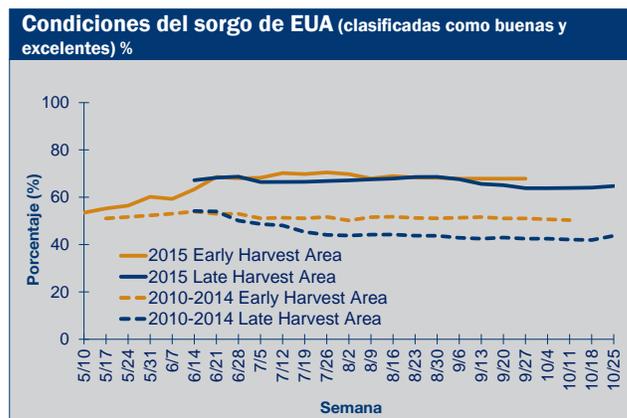
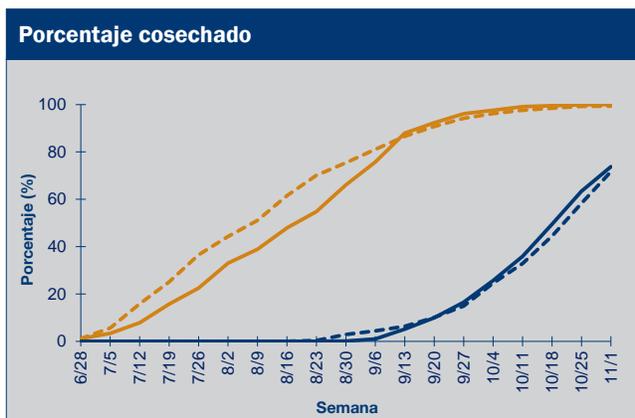
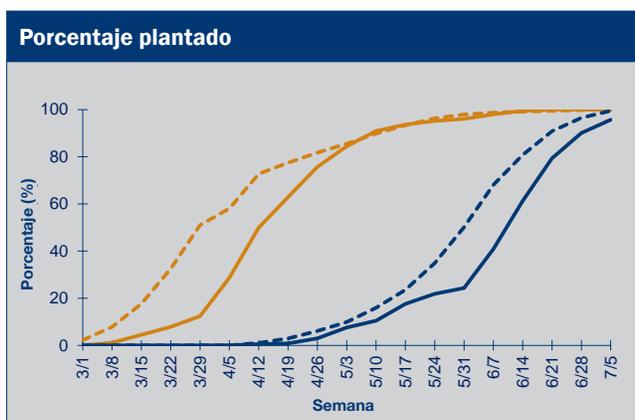
Durante la mayor parte de la temporada 2015, el sorgo en la EHA estuvo por debajo del 60% de la calificación de condición de cultivo. Esta calificación reflejó los desafíos que experimentó la producción de sorgo a inicios de la temporada de cultivo 2015, tales como condiciones húmedas al inicio de dicha temporada, que ocasionó el retraso de la siembra; temperaturas frescas que desaceleraron el desarrollo vegetativo; aumento de pérdida de nutrientes y disminución de acumulación de biomasa (o crecimiento de la planta). Las condiciones del cultivo mejoraron conforme el sorgo de la EHA se acercó a la polinización media con un 70% de calificación de condición de cultivo. Esta calificación de cultivo promedio permaneció al mismo nivel hasta la cosecha.

## VI. CONDICIONES DE CULTIVO Y CLIMÁTICAS (continúa)

### 2. Zona de Cosecha Tardía

En 2015, los productores de sorgo experimentaron el comienzo y avance de la siembra temprana desde principios de abril hasta mediados de mayo, comparable a los promedios de 2010-2014. Aunque las lluvias abundantes desde principios de mayo hasta aproximadamente mediados de junio retrasaron en general el avance de la siembra de 2015 en comparación con el promedio de 2010-2014, este avance fue comparable al promedio de 2010-2014 en el umbral del 80% de avance de la siembra. Luego, en 2015 prevaleció un clima más seco, de mediados a finales de junio hasta el espigamiento, lo cual aceleró las etapas vegetativas tardías y ocasionó que el cultivo alcanzara la polinización media casi al mismo tiempo que el promedio de 2010-2014. En 2015, el espigamiento inició a principios de agosto, para alcanzar el 50% alrededor de mediados de septiembre y el 100% cerca de principios de octubre. De la fase reproductiva tardía a la cosecha, las condiciones de llenado de grano más secas y cálidas aceleraron la madurez y el momento de la cosecha, con un avance de la temporada de cultivo 2015 comparable a los promedios de 2010-2014. Las heladas son motivos de preocupación para la reducción del rendimiento en la LHA, pero no representaron un problema para la temporada de cultivo 2015.

La calificación de condición de cultivo de sorgo 2015 de la LHA fue de aproximadamente 70% desde la siembra temprana hasta la cosecha. Esta calificación de condición de cultivo implicó una buena salud de la planta, desarrollo vegetativo normal y buen crecimiento de la planta. La condición del cultivo promedio del periodo 2010-2014 fue por debajo del 50%, lo cual claramente refleja una temporada de cultivo mejor en 2015 en comparación con el promedio del periodo 2010-2014. Las condiciones más favorables del sorgo en 2015 también se reflejaron en rendimientos más altos registrados en este año agrícola.



## VII. SISTEMA DE EXPORTACIÓN DE SORGO DE EUA

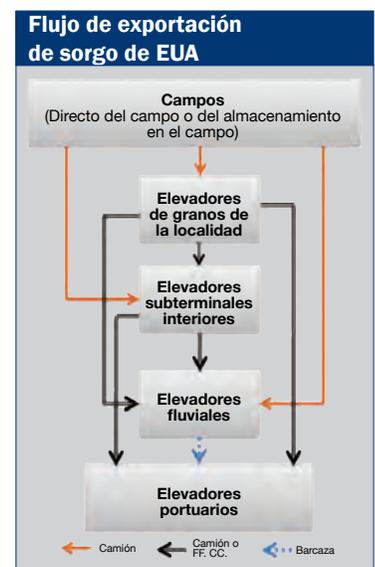
Este *Informe de la Calidad de la Cosecha y de las Exportaciones del Sorgo 2015/2016* del U.S. Grains Council brinda información anticipada sobre la calidad del sorgo mediante la evaluación e información de los atributos de calidad cuando está listo este grano para cargarse en el buque o vagón de ferrocarril para exportación. La calidad del sorgo incluye una gama de atributos que pueden clasificarse como:

- Características de calidad intrínsecas: contenido de proteína, aceite, almidón y taninos, dureza y densidad, las cuales se consideran características de calidad intrínsecas, esto es, son propias del grano y una gran importancia para el usuario final. Ya que no son visibles, estas características sólo se les pueden determinar mediante pruebas analíticas.
- Características de calidad físicas: estos atributos están relacionados con la apariencia externa visible del grano o con las medidas de las características del mismo. Las características incluyen tamaño, forma y color del grano, humedad, peso específico, granos totales dañados y por daño por calor y granos quebrados. Algunas de estas características se miden cuando el sorgo recibe una calificación oficial del USDA.
- Características de calidad sanitaria: estas características indican la limpieza del grano. Los atributos incluyen presencia de material extraño, olor, polvo, excretas de roedores, insectos, residuos, infecciones fúngicas y materiales que no se pueden moler.

Las características de calidad intrínsecas se ven impactadas de forma importante por la genética y por las condiciones de la temporada de cultivo; típicamente no cambian en el nivel del promedio general, conforme el sorgo pasa a través del sistema de comercialización. Por otro lado, las características físicas y sanitarias pueden cambiar conforme el sorgo pasa a través del sistema de comercialización. Las partes involucradas en el mercadeo y distribución del sorgo usan tecnologías (tales como limpieza, secado y acondicionamiento) en cada paso del canal para incrementar la uniformidad y para prevenir o minimizar la pérdida de calidad física y sanitaria. La parte de *Estudio de la Cosecha 2015/2016* del informe evaluó la calidad de la cosecha del sorgo 2015 conforme entraba al sistema de comercialización y notificó que la cosecha era muy buena, sin incidencias de aflatoxinas ni de DON. La parte del *Estudio de Exportaciones 2015/2016* del informe brinda información del impacto de las prácticas subsiguientes, tales como limpieza, secado, manejo, mezclado, almacenamiento y transporte del grano, en el punto donde se carga para exportación. Para poner en contexto a esta evaluación, las siguientes secciones describen el canal de comercialización del campo a la exportación, las prácticas aplicadas al sorgo conforme se mueve a través del canal y la implicación de estas prácticas en la calidad del grano. Por último, se hace una revisión de la inspección y servicio de calificación provistos por el gobierno estadounidense

### A. Flujo de exportación del sorgo estadounidense

Conforme el sorgo se cosecha, los productores lo transportan a un almacén en el campo, al consumidor final o a almacenamientos comerciales. Aunque algunos productores alimentan con su propio sorgo a sus animales, la mayor parte se va a otros usuarios finales (plantas de alimentos balanceados o procesadores) o a instalaciones comerciales de manejo de granos, tales como elevadores de grano, subterminales interiores o elevadores fluviales y portuarios. Los elevadores de grano locales normalmente reciben la mayor parte del grano directamente de los productores. Las subterminales interiores o elevadores fluviales recolectan granos en cantidades para cargar en vagones de ferrocarril o barcasas de transporte. A menudo, los elevadores están ubicados en donde se puede dar cabida al transporte de granos a granel fácilmente en vagones o barcasas. Los elevadores de granos locales, las subterminales interiores y los elevadores fluviales dan servicio de secado, limpieza, mezcla, almacenamiento y mercadeo del grano. Los elevadores fluviales y las subterminales interiores más grandes abastecen casi todo el sorgo destinado a los mercados de exportación. La figura de la derecha muestra el flujo del sorgo estadounidense destinado a los mercados de exportación.



## B. Impacto del canal de comercialización del sorgo en la calidad

Aunque la industria estadounidense de sorgo se esfuerza en minimizar cambios en los atributos de calidad físicos y sanitarios conforme pasa del campo a la exportación, existen puntos en el sistema donde inevitablemente se dan cambios de calidad debido a la naturaleza biológica del grano. Las siguientes secciones informan los motivos por lo que puede cambiar la calidad del sorgo al pasar del campo a vagón de ferrocarril o buque de exportación.

### 1. Secado y acondicionamiento

Los agricultores tratan de cosechar sorgo con bajo contenido de humedad, el cual puede ser menos del 16%. Debido a que estos niveles están cerca de los niveles seguros de almacenamiento del sorgo, que normalmente están alrededor de 13 a 14%, por lo general sólo se necesitan cantidades mínimas de secado y acondicionamiento para que sea seguro almacenarlo y transportarlo. El acondicionamiento implica el uso de ventiladores de aireación para controlar tanto la temperatura como la humedad, las cuales son importantes monitorear para la estabilidad del almacenamiento. El secado y el acondicionamiento pueden ser ya sea en el campo o en instalaciones comerciales. Cuando se seca el sorgo, puede hacerse con sistemas de aire natural, o métodos de secado de baja o alta temperatura. Sin embargo, el secado a altas temperaturas se utiliza mucho menos con sorgo que con maíz.



### 2. Almacenamiento y manejo

En Estados Unidos, las estructuras de almacenamiento del sorgo pueden clasificarse en términos generales como silos metálicos verticales, silos de cemento, almacenamiento plano dentro de estructuras o almacenamiento plano en pilas en el suelo. Los silos metálicos verticales y los de cemento con pisos completamente perforados o con conductos en el suelo son los tipos de almacenamiento más fáciles de manejar, porque permiten la aireación con un flujo de aire uniforme a través del grano. El almacenamiento plano puede usarse para almacenar a corto plazo, lo cual se da más a menudo cuando la producción de sorgo es mayor de lo normal y es necesario almacenamiento extra. Sin embargo, es mucho más difícil de instalar conductos de aireación adecuados en los tipos de almacenamiento plano, los cuales con regularidad no proporcionan aireación uniforme. Además, a veces las pilas en el suelo no están cubiertas y pueden estar sujetas a los elementos del clima que pueden resultar en daños por hongos.

El equipo de manejo puede implicar transporte vertical mediante elevadores de cangilones y/o transporte horizontal, por lo general mediante bandas transportadoras o transportadores en masa. Sin importar cómo se maneje el sorgo, habrá algo de rompimiento del grano. La tasa de rompimiento variará de acuerdo con el tipo de equipo utilizado, la gravedad de los impactos del grano, la temperatura y contenido de humedad del grano, y por factores de calidad del mismo sorgo, tales como la dureza del grano. Conforme se incrementan los niveles de rompimiento, se crean más pedazos rotos de sorgo, lo que lleva a menor uniformidad en la aireación y en última instancia, a un mayor riesgo de invasión fúngica e infestación de insectos.

### 3. Limpieza

La limpieza del sorgo implica quitar o retirar pedazos grandes que no sean sorgo y el tamizar para retirar granos pequeños y resacos, pedazos de granos rotos y materiales finos. Este proceso reduce la cantidad de granos rotos y de material extraño que se encuentra en el sorgo. El potencial de rompimiento y los porcentajes iniciales de granos rotos, junto con el factor de calificación deseado, determinan la cantidad de limpieza que se necesita para satisfacer las especificaciones del contrato. La limpieza puede llevarse a cabo en cualquier etapa del canal de comercialización.

## VII. SISTEMA DE EXPORTACIÓN DE SORGO DE EUA (continúa)

### 4. Transporte del sorgo

Podría decirse que el sistema de transporte de granos de EUA es uno de los más eficientes del mundo. Comienza con los agricultores que transportan su grano del campo al almacenamiento o a los elevadores locales o fluviales, mediante grandes vagones o camiones. El sorgo se transporta entonces por camión, ferrocarril o barcazas a su siguiente destino. Una vez dentro de las instalaciones de exportación, el sorgo se carga en los buques marítimos o en vagones de ferrocarril. Como resultado de este complejo pero flexible sistema de comercialización, el sorgo se puede cargar y descargar varias veces, lo que aumenta la susceptibilidad a granos rotos y al rompimiento.

La calidad del sorgo cambia durante el embarque, de la misma manera que cambia durante el almacenamiento. Las causas de estos cambios son tales como la variabilidad de la humedad (desuniformidad) y migración de humedad debida a diferencias de temperatura, altas humedades y temperaturas del aire, invasión fúngica e infestación de insectos. Sin embargo, existen algunos factores que afectan al transporte del grano que hacen más difícil el control de calidad durante el transporte que en instalaciones fijas de almacenamiento. En primer lugar, pocos modos de transporte están equipados con aireación, y como resultado, no pueden llevarse a cabo medidas correctivas de calentamiento y migración de la humedad durante el transporte. Otro factor es la acumulación de material fino (en las canaletas de salida) debajo de la canaleta de carga al cargar vagones, barcazas y buques. Esto resulta en que los granos enteros tiendan a rodar a los lados exteriores, mientras que el material fino se segrega en el centro. Se da una segregación similar durante el proceso de descarga en cada paso a lo largo del camino hasta el destino final.

### 5. Implicaciones en la calidad

Los atributos de calidad intrínsecos como la proteína, no pueden alterarse dentro del grano de sorgo. Sin embargo, conforme el sorgo pasa a través de los canales de comercialización de EUA, se mezcla el sorgo de varios orígenes. Como resultado, el promedio de una característica de calidad intrínseca dada se ve afectada por los niveles de calidad del sorgo de varios orígenes. Las actividades de comercialización y transporte descritas con anterioridad, inevitablemente alteran las diversas características de calidad físicas y sanitarias. Las características de calidad que pueden verse directamente afectadas son el peso específico, granos dañados, granos rotos, tamaño, contenido de humedad y variabilidad del grano, material extraño y niveles de micotoxinas.

## C. Inspección y calificación del gobierno estadounidense

### 1. Propósito

Las cadenas mundiales de suministro de sorgo necesitan medidas de supervisión verificables y constantes, que se ajusten a las diversas necesidades de todos los usuarios finales. Las medidas de supervisión, implementadas a través de procedimientos de inspección estandarizados y normas de calificación, se establecen para brindar:

- Información para los compradores sobre la calidad del grano al momento de la carga antes de llegar al destino; y
- Protección de la inocuidad de los alimentos para consumo humano y animal para los usuarios finales.

Estados Unidos es mundialmente reconocido por tener una combinación de calificaciones y normas oficiales que se utilizan para exportar granos y a las que se hacen referencia en contratos de exportación. El sorgo estadounidense vendido por calificación y enviado al comercio exterior lo debe inspeccionar y pesar oficialmente el Federal Grain Inspection Service (FGIS) del USDA o un proveedor oficial de servicios delegado o designado por el mismo FGIS para tales efectos (con algunas excepciones). A diferencia del maíz, no es obligatorio que se analicen aflatoxinas en las exportaciones de sorgo; sin embargo, a menudo las partes del contrato especifican que se analicen los embarques. Está permitido que el FGIS designe organismos de inspección estatales y privados como agentes oficiales para inspeccionar y pesar el sorgo en lugares interiores especificados. Además, el FGIS puede delegar ciertos organismos de inspección estatales para inspeccionar y pesar el grano oficialmente en ciertas instalaciones de exportación. La supervisión de la operación y metodología de estos organismos la desempeña personal de campo oficial del FGIS.

## VII. SISTEMA DE EXPORTACIÓN DE SORGO DE EUA (continúa)

### 2. Inspección y muestreo

El elevador de carga de exportación le brinda al FGIS o al organismo estatal de inspección que se haya delegado el pedido de carga que especifica la calidad del sorgo a cargar, como esté designado en el contrato de exportación. El pedido de carga especifica la calificación estadounidense y el resto de los otros requisitos que hayan sido acordados en el contrato entre el comprador extranjero y el proveedor estadounidense, más cualquier otro requisito especial solicitado por el comprador, tales como el contenido de proteína mínimo, el máximo contenido de humedad u otros requisitos especiales. El personal oficial de inspección determina y certifica que el sorgo cargado en el barco o ferrocarril realmente cumpla con los requisitos del pedido de carga. Se pueden usar laboratorios independientes para determinar factores de calidad que el FGIS no exige realizar o para los que no tenga la capacidad de analizar.

Los embarques o “lotes” de sorgo se dividen en “sublotes”. De estos sublotes se toman muestras representativas para calificar, mediante un derivador de muestras aprobado por el FGIS. Este dispositivo toma una porción creciente cada 500 bushels (cerca de 12.7 toneladas) de la corriente de grano en movimiento, justo después de la elevación final antes del llenado de un silo o de la carga en un buque o vagón de ferrocarril. Las porciones crecientes se combinan por sublotes y las inspeccionan inspectores autorizados. Los resultados se ingresan en un registro y, por lo general, se aplica un plan estadístico de carga para garantizar no sólo que el resultado promedio de cada factor cumpla con las especificaciones del contrato, sino también para garantizar que el lote sea razonablemente uniforme en calidad. Cualquier sublote que no cumpla con los criterios de uniformidad de cualquier factor debe regresarse al elevador o certificarse por separado. El promedio de todos los resultados de sublotes de cada factor se notifica en el certificado oficial final. El método de muestreo del FGIS proporciona una muestra realmente representativa, mientras que otros métodos que se usan con regularidad pueden dar muestras no representativas de un lote, debido a una distribución desigual del sorgo en el camión, carro de ferrocarril o en la bodega de un buque.



### 3. Calificación

El sorgo se divide en cuatro calificaciones numéricas y en una calificación de muestra de EUA. Cada calificación tiene límites de peso específico, granos rotos y material extraño (BNFM), material extraño (un subgrupo de BNFM), granos con daño total y granos con daño por calor. Los granos con daño por calor son un subconjunto del daño total. Los límites de cada calificación se resumen en el cuadro que se muestra en la sección “Calificaciones y conversiones de sorgo estadounidense” en la página 83. Además, si se solicita, el FGIS proporciona certificación del contenido de humedad y de otros atributos, tales como proteína, aceite y micotoxinas. Los contratos de exportación de sorgo especifican muchas condiciones relacionadas con el cargamento, además de la calificación del contrato. En algunos casos, se utilizan laboratorios independientes para que realicen pruebas no exigidas por el FGIS.

Debido a que los límites en todos los factores de calificación oficiales (tales como el peso específico y daño total) no siempre pueden cumplirse de forma simultánea, algunos pueden ser mejores que el límite de una calificación especificada, pero no pueden ser peores. Por ejemplo, un lote puede cumplir con los requisitos del U.S. No. 2, excepto un factor que le cause ser calificación U.S. No. 3. Por esa razón, la mayoría de los contratos están escritos como “U.S. No. 2 o mejor” o “U.S. No.3 o mejor”. Esto permite que algunos resultados de factores de calificación estén en o cerca del límite de tal calificación, mientras que otros resultados de factores sean “mejores que” esa calificación.

## VIII. PRODUCCIÓN, USO Y PANORAMA DEL SORGO ESTADOUNIDENSE

### A. Producción de sorgo de EUA<sup>1</sup>

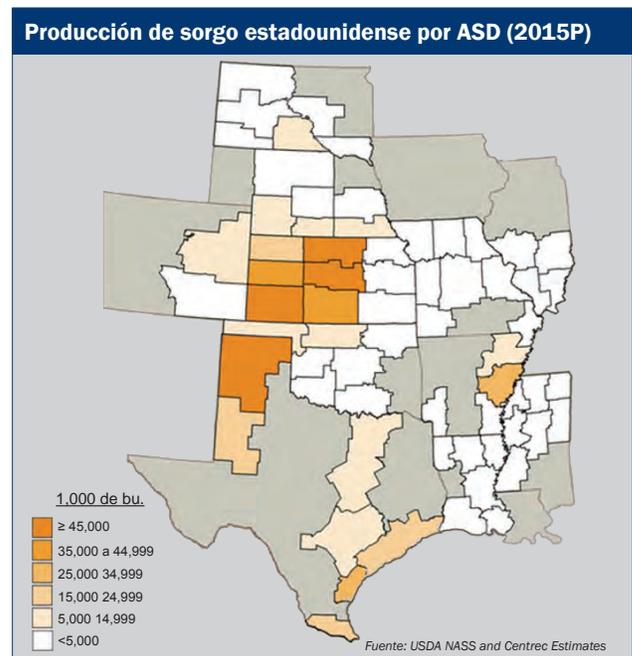
#### 1. Producción y rendimiento promedio de EUA

- De acuerdo con el informe World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) de diciembre de 2015 del U.S Department of Agriculture (USDA), el promedio de rendimiento de sorgo estadounidense de la cosecha de 2015 se proyecta en 4.9 t/ha (77.7 bu/ac). Esta cifra es 0.6 t/ha (10.1 bu/ac) más alta que la cosecha de sorgo de 2014 y es el promedio de rendimiento más alto registrado.
- Se calcula que el número de hectáreas cosechadas en 2015 es de 3.1 millones (7.6 millones de acres). Esto es 0.5 millones ha (1.2 millones ac) más que en 2014. Las 3.1 millones de hectáreas cosechadas que se proyectaron en 2015 es la mayor superficie desde 2003.
- La producción total de sorgo estadounidense de 2015 se proyecta que sea de 15.1 mt (593.8 millones de bushels). Esto es alrededor de 4.1 mt (161.2 millones de bushels) más alta que en 2014, y es la más alta desde 1999.
- Después de producir la cosecha más pequeña desde 1956 en 2011, la producción de sorgo se ha recuperado fuertemente. Con las mayor cantidad de hectáreas cosechadas en más de una década y el rendimiento promedio más alto registrado, la cosecha de sorgo de 2015 se proyecta que sea la mayor de los últimos 16 años.



#### 2. Producción a nivel ASD y estatal

Las zonas geográficas incluidas en el *Estudio de la Cosecha de 2015/2016* abarcan las zonas de mayor producción de sorgo en Estados Unidos. Esto puede verse en el mapa que muestra la producción de sorgo proyectada de 2015 de los Distritos Estadísticos de Agricultura (ASD) del USDA.



<sup>1</sup> t = tonelada (métrica); mt = millones de toneladas (métricas); ha = hectárea; bu = bushel; mil bu = millones de bushels; ac = acre.

**VIII. PRODUCCIÓN, USO Y PANORAMA DEL SORGO ESTADOUNIDENSE (continúa)**

Con relación al registro de la cosecha de sorgo producida en 2014, el aumento del tamaño de la cosecha de 2015 fue principalmente a causa de una mayor producción en Kansas, Arkansas y Texas, en comparación con 2014. De los seis estados restantes, sólo Luisiana tuvo una producción menor en 2015 que en 2014.



El cuadro de Producción de sorgo de EUA resume las diferencias tanto en cantidad (millones de t) como en porcentajes entre la producción de sorgo de 2014 y la proyección de 2015 de cada estado. También se incluye una indicación de los cambios relativos en los acres cosechados y el rendimiento entre 2014 y la proyección de 2015. La barra verde indica un incremento relativo y la roja indica una disminución relativa de 2014 con la proyección de 2015. Esto ilustra que los acres cosechados fueron mayores en general, con excepción de Luisiana. Los cambios en rendimiento fueron en general altos, con grandes incrementos (mayores al 10%) en Colorado, Kansas y Nebraska. Luisiana fue el único estado estudiado que experimentó una gran disminución de rendimiento (mayor al 10%).

Estado	2014	2015P	Diferencia		% Relativo Cambio*	
			Mill. ton.	Porcentaje	Acres	Rendimiento
Arkansas	0.4	1.1	0.7	169%	Verde	Verde
Colorado	0.2	0.4	0.1	67%	Verde	Verde
Kansas	5.1	7.0	2.0	39%	Verde	Verde
Luisiana	0.2	0.1	(0.1)	-40%	Rojo	Rojo
Mississippi	0.2	0.3	0.0	19%	Verde	Verde
Missouri	0.2	0.4	0.2	88%	Verde	Verde
Nebraska	0.3	0.6	0.3	94%	Verde	Verde
Oklahoma	0.4	0.5	0.1	24%	Verde	Rojo
Texas	3.5	4.0	0.5	14%	Verde	Verde
<b>Total de EUA</b>	<b>11.0</b>	<b>15.1</b>	<b>4.1</b>	<b>37%</b>		

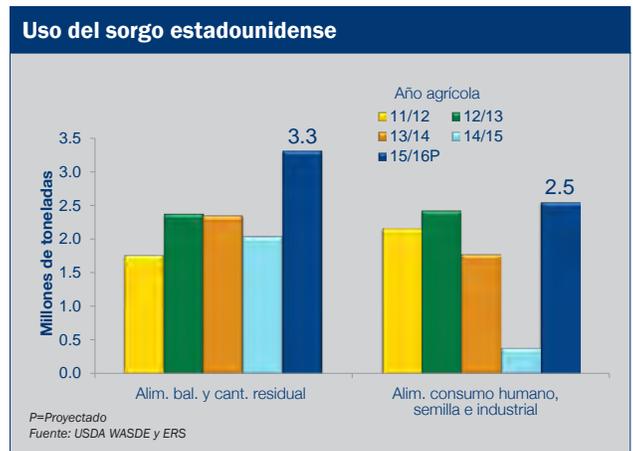
\*El verde indica que 2015 es mayor que 2014 y el rojo indica que 2015 es menor que 2014; la altura de las barras indica la cantidad relativa.  
P=Proyectado  
Fuente: USDA NASS



VIII. PRODUCCIÓN, USO Y PANORAMA DEL SORGO ESTADOUNIDENSE (continúa)

## B. Uso e inventarios finales del sorgo de EUA

- A inicios del año comercial 2013/2014, se incrementaron rápidamente las importaciones de China de sorgo estadounidense. Como resultado de la demanda china, EUA exportó aproximadamente 9 millones de ton. (352.9 millones de bushels) de sorgo en el año comercial 2014/2015. Esto fue el valor más alto de exportaciones totales en un sólo año comercial registrado, que representó más del 80% del total de la cosecha de sorgo de EUA. Esta demanda creó primas de precios en el maíz en muchas partes de Estados Unidos y llevó a la reducción del consumo nacional de sorgo para usos en alimento balanceado y en etanol.
- La cantidad de sorgo que se usó para alimento, semillas y otros propósitos industriales en el año comercial 2014/2015 fue mucho menor en relación a los años comerciales 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014, en gran medida debido a la disminución de su uso en la producción de etanol.
- A pesar del repunte en la demanda de exportación de sorgo de EUA y que la cosecha 2011 ha sido la menor en más de 50 años, el consumo nacional de este grano para alimento balanceado y para usos residuales permaneció bastante constante en los últimos cuatro años comerciales terminados.
- La cosecha de maíz de 2012 más pequeña, se debió no sólo a la sequía, sino también a la posibilidad de sustitución del sorgo con el maíz, lo que condujo a los inventarios finales de sorgo en el año comercial 2012/2013 a su nivel más bajo en 50 años. Aunque una cosecha grande en el año comercial 2013/2014 ayudó a reconstruir los inventarios finales, el repunte en la demanda de exportación de sorgo estadounidense, que llegó al pico en el año comercial 2014/2015, los hizo descender una vez más al tercer nivel más bajo de los últimos 50 años.



## VIII. PRODUCCIÓN, USO Y PANORAMA DEL SORGO ESTADOUNIDENSE (continúa)

### C. Panorama

#### 1. Panorama de EUA

- Con la mayor cantidad de hectáreas cosechadas en más de una década y el rendimiento promedio registrado más alto, la cosecha de sorgo de EUA de 2015 se proyecta que sea de más de 37% que la del año anterior. Debido a las exportaciones proyectadas ligeramente menores en el año comercial 2015/2016 con relación al 2014/2015, el uso nacional de sorgo en el año comercial 2015/2016 se proyecta que sea mayor que cualquiera de los cinco años comerciales anteriores completos.
- Se espera que se recupere el uso del sorgo para alimento, semillas y para uso industrial (FSI) en el año comercial 2015/2016 comparado con el de 2014/2015, en buena parte debido al incremento esperado del uso de sorgo en la producción de etanol.
- También se espera que el uso nacional de sorgo para alimento balanceados y para uso residual aumente en el año comercial 2015/2016 comparado con el 2014/2015. Se espera que la demanda de sorgo para alimento balanceado esté apoyada por su precio relativo al maíz y la práctica de alimentar por más tiempo al ganado.
- Se pronostica que las exportaciones de sorgo de EUA durante el año comercial 2015/2016 sean 7.9 % menos que el año pasado. Si se lleva a cabo, esto resultará en el segundo mayor nivel de exportaciones desde 1980.
- Se pronostica que los inventarios finales de sorgo del año comercial 2015/2016 sean más de tres veces mayores que el año comercial anterior, principalmente debido a la gran cosecha de sorgo y a la demanda ligeramente menor de exportación.

#### 2. Panorama internacional

##### **Oferta global**

- Se espera que la producción mundial de sorgo durante el año comercial 2015/2016 sea ligeramente mayor que la producción del año pasado. Esto se debe a mayores cosechas tanto en Estados Unidos como en México, que son los dos países productores de sorgo más importantes del mundo.
- Además de exportaciones de EUA ligeramente menores, se espera que el total de exportaciones fuera de Estados Unidos sea menor en el año comercial 2015/2016 que en el 2014/2015.
- También se espera disminución de exportaciones de Australia, quien es un país exportador clave fuera de EUA, junto con Argentina.

##### **Demanda global**

- Se espera que el uso mundial del sorgo aumente un poco en el año comercial 2015/2016 respecto al 2014/2015.
- Los tres países que más consumieron sorgo durante los últimos dos años comerciales son China, México y Nigeria. Además de un uso en EUA ligeramente alto, se prevé que el uso del sorgo sea mayor en el año comercial 2015/2016 en México y Australia, y menor en China y Nigeria, en comparación con el de 2014/2015.
- Se espera que disminuyan globalmente las importaciones año con año en el año comercial 2015/2016, siendo China el responsable de la inmensa mayoría del cambio.

### VIII. PRODUCCIÓN, USO Y PANORAMA DEL SORGO ESTADOUNIDENSE (continúa)

## RESUMEN DE LA OFERTA Y USO DE SORGO ESTADOUNIDENSE POR AÑO COMERCIAL

Unidades métricas	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16P
<b>Acres (millones de hectáreas)</b>					
Sembrado	2.2	2.5	3.3	2.9	3.5
Cosechado	1.6	2.0	2.7	2.6	3.1
Rendimiento (ton./ha)	3.4	3.1	3.7	4.2	4.9
<b>Oferta (millones de toneladas)</b>					
Inventario inicial	0.7	0.6	0.4	0.9	0.5
Producción	5.4	6.3	10.0	11.0	15.1
Importaciones	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
<b>Oferta total</b>	<b>6.1</b>	<b>7.1</b>	<b>10.4</b>	<b>11.9</b>	<b>15.6</b>
<b>Uso (millones de toneladas)</b>					
Uso en alimentos, semillas e industrial	2.2	2.4	1.8	0.4	2.5
Alim. bal. y residual	1.8	2.4	2.4	2.0	3.3
Exportaciones	1.6	1.9	5.4	9.0	8.3
<b>Uso total</b>	<b>5.5</b>	<b>6.7</b>	<b>9.5</b>	<b>11.4</b>	<b>14.1</b>
Inventarios finales	0.6	0.4	0.9	0.5	1.5
Precio promedio en campo (\$/ton.*)	235.89	249.12	168.43	158.73	125.98-149.60

Unidades inglesas	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16P
<b>Acres (millones de acres)</b>					
Sembrado	5.5	6.3	8.1	7.1	8.7
Cosechado	3.9	5.0	6.6	6.4	7.6
Rendimiento (bu/acre)	54.0	49.6	59.6	67.6	77.7
<b>Oferta (millones de bushels)</b>					
Inventario inicial	27	23	15	34	18
Producción	213	248	392	433	594
Importaciones	0	10	0	0	2
<b>Oferta total</b>	<b>241</b>	<b>280</b>	<b>408</b>	<b>467</b>	<b>614</b>
<b>Uso (millones de bushels)</b>					
Uso en alimentos, semillas e industrial	85	95	70	15	100
Alim. bal. y residual	69	93	93	80	130
Exportaciones	63	76	211	353	325
<b>Uso total</b>	<b>218</b>	<b>265</b>	<b>374</b>	<b>449</b>	<b>555</b>
Inventarios finales	23	15	34	18	59
Precio promedio en campo (\$/bu.*)	5.99	6.33	4.28	4.03	3.20-3.80

P=Proyectado

\* Los precios en el campo son promedios ponderados con base en el volumen del embarque del campo. El precio promedio en el campo de 15/16P se basa en el precio proyectado de diciembre del WASDE.

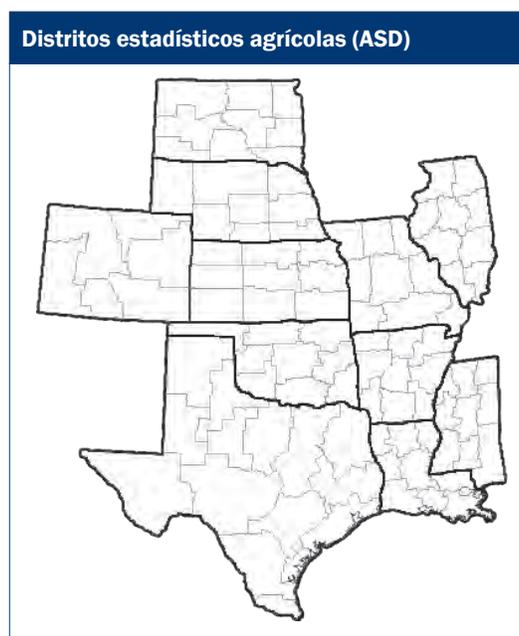
Fuente: USDA WASDE y ERS

## IX. MÉTODOS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA COSECHA

### A. Panorama general

Los puntos clave del diseño del estudio, muestreo y análisis estadístico de este *Estudio de Cosecha 2015/2016* son los siguientes:

- Las muestras de la cosecha se estratificaron proporcionalmente de acuerdo con los Distritos Estadísticos Agrícolas (ASD) a lo largo de los nueve estados productores de sorgo clave, los cuales representan más del 98% de las exportaciones de EUA de este grano. Además, las muestras se clasificaron de acuerdo a dos zonas de cosecha: Cosecha Temprana y Cosecha Tardía.
- Un total de 200 muestras recolectadas de los nueve estados estaban dirigidas a lograr un máximo de  $\pm 10\%$  de margen de error relativo (ME relativo) a un nivel de confianza del 95% de los factores de calificación.
- Hubo un total de 207 muestras analizadas de cosecha de sorgo sin mezclar. Estas muestras, recibidas de elevadores locales, se juntaron de camiones que provenían de los campos del 28 de agosto 2015 hasta el 5 de enero 2016.
- Se utilizó una técnica de muestreo proporcional estratificada para el análisis de micotoxinas de los ASDs en los nueve estados del estudio para los otros factores de calidad. Este muestreo dio como resultado 58 muestras a las que se les determinó aflatoxinas y DON.
- Se calcularon los promedios ponderados y las desviaciones estándar en apego a las técnicas estadísticas estándar de muestreo estratificado proporcional del promedio general de cosecha de EUA y para cada una de las dos Zonas de Cosecha.
- Para evaluar la validez estadística de las muestras estudiadas, se calculó el ME Relativo de cada uno de los atributos de calidad en el promedio general de cosecha de EUA y en las zonas de cosecha. Los resultados del ME relativo del factor de calidad fueron menores al  $\pm 10\%$ , excepto en tres atributos del promedio general de cosecha de EUA y de la zona de cosecha temprana: BNFM, material extraño y daño total. Aunque el nivel más bajo de precisión de estos factores de calidad es subóptimo, estos niveles de ME Relativo no invalidan los cálculos.



### B. Diseño del estudio y toma de muestras

#### 1. Diseño del estudio

Para este *Estudio de Cosecha 2015/2016*, la población objetivo fue sorgo de los nueve estados productores de sorgo clave de EUA, que representan más del 98% de las exportaciones de este grano de EUA. Se aplicó una técnica de **muestreo aleatorio proporcional estratificado** para garantizar un muestreo estadístico sólido de la cosecha de sorgo estadounidense en su primera etapa del canal de comercialización. Son tres las características clave que definen la técnica de muestreo: la **estratificación** de la población a muestrearse, la **proporción de muestreo** por estrato y el procedimiento de selección de **muestreo aleatorio**.

La **estratificación** implica dividir la población del estudio de interés en subpoblaciones distintas que no se traslapen, llamadas estratos. Para este estudio, la población fue sorgo producido en zonas con probabilidad de exportar a mercados del extranjero. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) divide cada estado en varios

## IX. COSECHA MÉTODOS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS (continúa)

Distritos Estadísticos Agrícolas (ASDs) y calcula la producción de sorgo de cada uno de éstos. La información de la producción de sorgo del USDA, junto con la de consumo del grano, también del USDA, y los cálculos de las exportaciones, se usaron para definir la población del estudio en nueve estados productores de sorgo clave que representan más del 98% de las exportaciones estadounidenses de este grano. Los ASDs fueron las subpoblaciones o estratos utilizados para el estudio de la calidad del sorgo. De esos datos, el Consejo calculó la proporción de cada ASD de las exportaciones totales de EUA para determinar la **proporción de muestreo** (el porcentaje de las muestras totales de la cosecha por ASD) y en última instancia, el número de muestras de cosecha de sorgo a ser recolectadas de cada ASD. El número de muestras recolectadas para el *Estudio de Cosecha 2015/2016* difirió de ASD a ASD, debido a las diferentes participaciones de niveles de exportaciones estimados.

**Se estableció** el número de **muestras recolectadas** para que el Consejo pudiera calcular los promedios verdaderos de los diversos factores de calidad con un cierto nivel de precisión. El nivel de precisión elegido para la *Estudio de Cosecha 2015/2016* fue un ME relativo no mayor a  $\pm 10\%$ , calculado con un 95% de nivel de confianza. Un ME Relativo de  $\pm 10\%$  es un objetivo razonable para datos biológicos, tales como estos factores de calidad del sorgo.

Para determinar el número de muestras de cosecha para el ME Relativo objetivo, debe utilizarse idealmente la varianza de población (es decir, la variabilidad del factor de calidad del sorgo al momento de la cosecha) de cada factor de calidad. A mayor variación entre los niveles o valores de un factor de calidad, se requieren más muestras de la cosecha para calcular el promedio verdadero dentro del nivel de confianza dado. Además, las varianzas de los factores de calidad típicamente difieren uno de otro. Como resultado, se necesitarían diferentes tamaños de muestra para cada factor de calidad para el mismo nivel de precisión.

Cuando se desconocen las varianzas de población, se utilizan varianzas estimadas de datos de grupos similares. Aunque no se disponía de una fuente confiable de información sobre la composición química y los factores físicos, se calcularon las varianzas y los ME Relativos de los factores de calificación de los estudios de entrada del campo de cultivo de Inspección de granos de la Grain Inspection, Packers and Stockyards Administration (GIPSA) del USDA de 2007 a 2010 como valores representativos. En última instancia, se determinaron las varianzas y el número estimado de muestras de cosecha necesarias para el ME Relativo de 10% para los grados de calificación mediante la revisión de estos estudios.

Con base en esta información, un tamaño de muestra total de 200 le permitiría al Consejo calcular las promedios verdaderos de las características de factores de calificación con el nivel deseado de precisión para el promedio general de cosecha de EUA, excepto el daño total.

Se utilizó el mismo método de muestreo estratificado proporcional para el análisis de micotoxinas de las muestras de cosecha de sorgo, así como para la determinación de la calificación, humedad y características químicas y físicas. Además de utilizar el mismo método de muestreo, se estableció el mismo nivel de precisión de un ME relativo de  $\pm 10\%$ , calculado con un 95% de nivel de confianza. En otras palabras, el análisis de al menos 50 muestras (25% de las 200 muestras de cosecha objetivo) aseguraría con un nivel de confianza del 95% que el porcentaje de muestras de cosecha analizadas con resultados de aflatoxinas por debajo del nivel de acción de FDA de EUA de 20 partes por mil millones (ppb) tendría un ME relativo menor o igual a  $\pm 10\%$ . Además, se estimó que el porcentaje de muestras de cosecha analizadas con resultados de DON por debajo del nivel de recomendación de la FDA de 5 partes por millón (ppm) tendría un ME relativo menor o igual a  $\pm 10\%$ , calculado con un nivel de confianza del 95%. El método de muestreo estratificado proporcional también requirió analizar al menos una muestra de cada ASD en la zona de muestreo. Para cumplir los criterios de muestreo de analizar el 25% del número total de muestras objetivo (200) y al menos una muestra de cada ASD, el número objetivo de muestras de cosecha a analizar para micotoxinas fue de 58.

### 2. Muestreo

Se implementó el **proceso de selección al azar** mediante solicitud a los elevadores de granos locales en los nueve estados por correo electrónico y teléfono. Se enviaron por correo con porte pagado juegos de muestreo

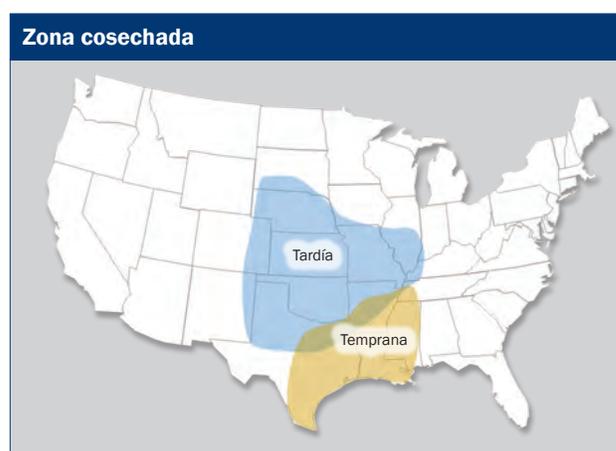
## IX. COSECHA MÉTODOS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS (continúa)

a los elevadores, con lo cual se acordó proporcionar muestras de sorgo de 2500 gramos. Se recolectaron las muestras de los elevadores cuando al menos ya había sido cosechado el 30% del sorgo de la zona. Se estableció el umbral del 30% de la cosecha para evitar recibir muestras de sorgo viejo, ya que los agricultores limpian los silos para la cosecha presente, o recibir cosecha nueva recolectada antes de lo normal, por razones tales como incentivos de primas por parte de los elevadores. Las muestras individuales se sacaron de camiones que venían de los campos, cuando pasaban por el procedimiento normal de análisis del elevador. El número de muestras que cada elevador brindó al estudio dependió del número objetivo de muestras que se necesitaban del ASD, junto con el número de elevadores dispuestos a proporcionarlas. Se recolectó un máximo de siete muestras de cada lugar, pero cerca del 90% de los elevadores participantes presentaron cuatro o menos muestras. Del 28 de agosto de 2015 al 5 de enero de 2016 se obtuvieron y analizaron un total de 207 muestras de sorgo sin mezclar de elevadores locales, de camiones que venían de los campos.

### C. Análisis estadísticos

Los resultados de análisis de muestras de los factores de calificación, humedad, composición química y factores físicos se resumieron como el promedio general de cosecha de EUA y también en dos grupos. Los grupos, que cosechan sorgo en diferentes periodos, se etiquetaron como Zonas de Cosecha:

- La zona de cosecha temprana, que consiste en zonas que normalmente cosechan sorgo desde principios de julio hasta finales de septiembre; y
- La zona de cosecha tardía, que consiste en zonas que normalmente cosechan sorgo de inicios de septiembre a finales de noviembre o después.



Al analizar los resultados de las pruebas de las muestras de cosecha, el Consejo siguió las técnicas estadísticas estándar empleadas para el muestreo estratificado proporcional, tales como los **promedios ponderados** y las **desviaciones estándar**. Además de los promedios ponderados y las desviaciones estándar del promedio general de cosecha de EUA, se calcularon también éstos para las Zonas de Cosecha. Primero, se clasificó cada ASD muestreada por Zona de Cosecha, con base en datos históricos de avance de la cosecha por estado del USDA, en el que cada ASD pertenecía exclusivamente a una Zona de Cosecha. En segundo lugar, se ponderó cada ASD por su proporción estimada de exportación. Se calcularon las estadísticas de las zonas de cosecha y el promedio general de cosecha de EUA mediante estas ponderaciones.

De cada factor de calidad se calculó el ME Relativo del promedio general de cosecha de EUA y de cada Zona de Cosecha. Los resultados del ME relativo de cada factor de calidad fueron menores a  $\pm 10\%$ , con excepción de daño total del promedio general de cosecha EUA y de la zona de cosecha temprana, y para el material extraño y BNFM para la Zona de cosecha temprana. En el cuadro de la derecha se muestran el ME relativo del daño total, material extraño y BNFM .

	ME relativo		
	BNFM	Material extraño	Daño Total
Prom. gral. de EUA			29%
Zona de Cosecha Temprana	12%	15%	58%

Aunque el nivel de precisión de estos factores de calidad es menor al deseado, estos niveles de ME Relativo no invalidan los cálculos. Los pies de página en las tablas de resumen de “Factores de Calificación y Humedad” indican los atributos para los cuales el ME Relativo excede  $\pm 10\%$ .

## X. MÉTODOS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA EXPORTACIÓN

### A. Panorama general

Los puntos clave del diseño del estudio, la toma de muestras y el análisis estadístico de este *Estudio de Exportación 2015/2016* son como sigue:

- Las muestras se estratificaron proporcionalmente de acuerdo con las Salidas de Exportación (EO): Texas y NOLA.
- Para lograr un margen de error relativo (ME Relativo) máximo de  $\pm 10\%$  del nivel del promedio general de exportación de EUA y para asegurar un muestreo proporcional de cada EO, el número objetivo de muestras totales fue de 167, de las cuales 132 se recolectaron de Texas y 35 de NOLA.
- Las muestras las proporcionaron las oficinas de campo del Federal Grain Inspection Service (FGIS) del U.S Department of Agriculture (USDA) en las puertos de sus respectivas EO.
- Las inspecciones de embarques de exportación generaron 136 muestras de la EO de Texas y 46 muestras de la EO de NOLA. Debido a que el número de muestras recolectadas en cada EO excedió el número objetivo de muestras, se ponderaron los promedios de los factores de calidad del promedio general de exportación de EUA conforme a la proporción objetivo de cada EO.
- Para evaluar la validez estadística del número de muestras estudiadas, se calculó el ME Relativo de cada uno de los atributos de calidad al nivel del promedio general de exportación de EUA. Los resultados ME Relativos de los factores de calidad fueron menores al  $\pm 10\%$ .

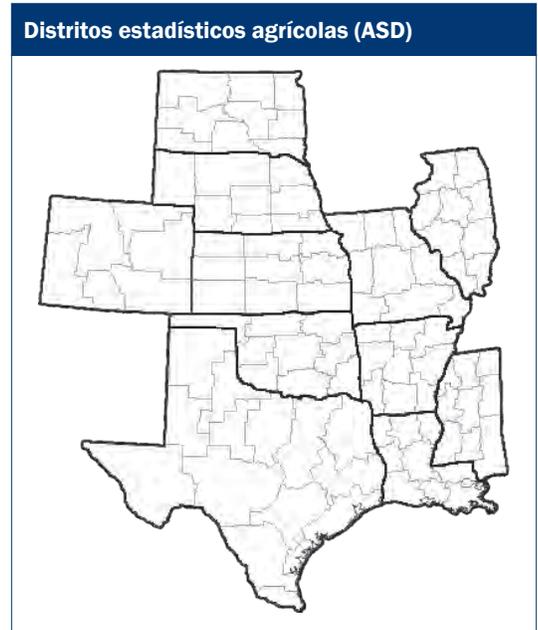
### B. Diseño del estudio y toma de muestras

#### 1. Diseño del estudio

Para este *Estudio de Exportación*, la población objetivo fue grano de los nueve estados clave productores de sorgo, que representan más del 98% de las exportaciones de sorgo de EUA. Se utilizó una técnica de **muestreo estratificado proporcional** para asegurar un sólido muestreo estadístico de las exportaciones estadounidenses de sorgo. Dos características clave definen la técnica de muestreo de este informe: la **estratificación** de la población a muestrear y la **proporción de muestreo** por subpoblación o estrato.

La **estratificación** implica dividir la población del estudio de interés en subpoblaciones llamadas estratos. Para el *Estudio de Exportación*, las zonas clave de exportación de sorgo en Estados Unidos se dividen en dos grupos geográficos, a los que se le denominan EO. Estas EO están identificadas por las dos principales rutas de mercados de exportación:

1. La EO Texas incluye terminales de exportación a lo largo de las costas del Golfo en Texas; principalmente League City (en la zona de Houston) y Corpus Christi; y
2. La EO NOLA comprende las terminales de exportación cercanas al delta del río Mississippi.



## X. EXPORTACIÓN MÉTODOS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS (continúa)

Para determinar la proporción de muestreo de cada EO, el Consejo usó información histórica y proyectada del National Agricultural Statistics Service (NASS), el World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) y el Export Grain Information Service (EGIS) del USDA, junto con fuentes privadas, para calcular la proporción de exportaciones de sorgo 2015/2016 de cada EO. La proporción muestreada (la parte proporcional de cada EO del cálculo total de las exportaciones) determina en última instancia el número de muestras de sorgo a recolectarse en cada EO. La proporción de muestreo especificada de cada EO es como sigue: EO NOLA: 21%; y EO Texas: 79%.

Se estableció el número de muestras recolectadas de cada EO para que el Consejo pudiera calcular los promedios verdaderos de los diversos factores de calidad con un cierto nivel de precisión. El nivel de precisión elegido para el Estudio de Exportación fue un ME Relativo no mayor que  $\pm 10\%$ , el cual es un objetivo razonable para datos biológicos, tales como estos factores de calidad del sorgo.

Para determinar el número de muestras del ME Relativo objetivo, lo ideal es utilizar la varianza de la población (es decir, la variabilidad del factor de calidad en la exportación del sorgo) de cada factor de calidad. A mayor variación entre los niveles o valores de un factor de calidad, se requieren más muestras de la cosecha para calcular el promedio verdadero dentro del nivel de confianza dado. Además, las varianzas de los factores de calidad típicamente difieren uno de otro. Como resultado, se necesitarían diferentes tamaños de muestra para cada factor de calidad para el mismo nivel de precisión.

Cuando se desconocen las varianzas de población, se utilizan varianzas estimadas de datos de grupos similares. Aunque no había una fuente confiable de información sobre la composición química y los factores físicos, se calcularon las varianzas y los ME Relativos de los factores de calificación con los datos del EGIS de exportación del sorgo como valores representativos. Con base en esta información, un tamaño de muestra total de 167 le permitiría al Consejo calcular los promedios verdaderos de las características de calificación de calidad con el nivel deseado de precisión para el promedio general de exportación de EUA. Al aplicar las proporciones de muestreo definidas previamente al total de las 167 muestras, dio como resultado el siguiente número de muestras objetivo de cada EO: EO NOLA: 35 muestras; y EO Texas: 132 muestras.

## 2. Muestreo

El muestreo estuvo administrado por el FGIS, como parte de sus servicios de inspección. Al momento de la aprobación de este estudio en septiembre 2015, ya se cargaba una nueva cosecha de sorgo en los puntos de exportación. Por lo tanto, se decidió comenzar el periodo de muestreo lo antes posible. El FGIS mandó cartas de instrucciones a las oficinas de campo de Texas y NOLA, por lo que el periodo de muestreo comenzó la primera semana de septiembre. La oficina de campo del FGIS en League City, Texas fue la responsable de supervisar la recolección de muestras en la EO Texas, y la de Nueva Orleans, Luisiana la EO NOLA.

Se recolectaron muestras representativas de sublotes de los puertos en Texas y NOLA conforme se cargaban los buques. Las muestras para calificación se obtienen con un derivador de muestras aprobado por el FGIS. El derivador de muestras “corta” (o desvía) una porción representativa en intervalos periódicos de un flujo en movimiento de sorgo. El corte ocurre cada pocos segundos, o cerca de cada 500 bushels (unas 12.7 toneladas) conforme el grano se junta para la exportación. La frecuencia se regula con un temporizador eléctrico controlado



## X. EXPORTACIÓN MÉTODOS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS (continúa)

por personal de inspección oficial, que garantiza con regularidad que el muestreador mecánico funcione adecuadamente.

Aunque el proceso de muestreo es continuo a lo largo de la carga, se divide el embarque o “lote” de sorgo en “sublotes” con el propósito de determinar la uniformidad de la calidad. El tamaño del sublote se basa en una tasa de carga por hora del elevador y en la capacidad de carga del barco. Los tamaños de los sublotes van de 35,000 a 75,000 bushels. Se inspecciona cada muestra de sublotes para garantizar que el embarque total es uniforme en calidad.

La frecuencia de muestreo de cada EO fue idéntica: se muestrearon sublotes con números de identificación con terminaciones 0, 3, 5, 7 y 9 de cada lote. Ya que no se exige análisis cuantitativo de aflatoxinas en embarques de exportación de sorgo, el protocolo de muestreo del estudio no exigió un sublote para llevar a cabo el análisis de estas micotoxinas.

El equipo de campo del FGIS recolectó para cada muestra un mínimo de 2500 gramos. Las muestras se congregaron en las oficinas de campo y se enviaron por correo al Texas A&M Cereal Quality Laboratory (CQL). Refiérase a la sección de “Métodos de Análisis de Pruebas” para la descripción de los métodos empleados en el estudio.

El periodo de muestreo terminó cuando se logró el número objetivo de muestras en cada EO, lo cual se dio el 6 de noviembre de 2015 en la EO Texas y el 18 de septiembre de 2015 en la EO NOLA.

## C. Análisis estadísticos

Los resultados del análisis de las muestras de los factores de calificación, humedad, composición química y factores físicos se resumieron como el promedio general de exportación de EUA y también en las dos Salidas de Exportación: NOLA y Texas. Las calificaciones por contrato están descritas en la sección “Sistema de Exportación del Sorgo” en la página 39. Para este *Estudio de Exportación 2015/2016*, todas las muestras de exportación recibidas fueron de sublotes con contratos especificados como calificación U.S No. 2 o mejor, la cual es la más común especificada en los contratos de exportación.

### Salida de exportación



Para analizar los resultados del estudio, el Consejo siguió técnicas estadísticas estándar empleadas para el muestreo estratificado proporcional, tales como promedios ponderados y desviaciones estándar. Las inspecciones de embarques de exportación generaron 136 muestras de la EO de Texas y 46 muestras de la EO de NOLA. Debido a que el número de muestras recolectadas en cada EO excedió el número objetivo de muestras, se ponderaron los promedios de los factores de calidad del promedio general de exportación de EUA mediante las proporciones originales de muestreo.

Se calculó el ME Relativo de cada factor de calidad analizado en este estudio al nivel del promedio general de exportación de EUA, y el ME Relativo fue menor que  $\pm 10\%$  para todos los atributos de calidad medidos.

Las referencias en las tablas de resumen en la sección “Resultados de pruebas de calidad de exportación” de las diferencias estadísticas se validaron mediante pruebas t bilaterales al 95% de nivel de confianza. Las pruebas t se calcularon entre los factores del *Estudio de Cosecha 2015/2016* y el *Estudio de Exportación 2015/2016*.

## XI. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PRUEBAS

Las muestras del *Estudio de Cosecha 2015/2016* (cada una con cerca de 2500 gramos) se enviaron directamente de los elevador de granos locales al Cereal Quality Lab (CQL), del Departamento de Ciencias del Suelo y Cultivo, Texas A&M University, College Station, Texas. A la llegada, de necesitarse, se secaron las muestras a un contenido de humedad apto para prevenir el deterioro subsiguiente durante el periodo de análisis. Luego, se dividieron las muestras en dos submuestras de 1100 a 1250 gramos con un cuarteador Boerner. El cuarteador divide la muestra completa en dos, al mismo tiempo que mantiene los atributos de la muestra de grano distribuidos de manera uniforme entre las dos submuestras. Una muestra se envió al Amarillo Grain Exchange (AGE) en Amarillo, Texas para su calificación y análisis de micotoxinas. AGE es proveedor oficial de servicios de inspección de granos en Texas, designado por el Federal Grain Inspection Service (FGIS) del U.S Department of Agriculture (USDA). Los procedimientos de determinación de calificación se hicieron de conformidad con el *Grain Inspection Handbook* del FGIS, los cuales se describen en la siguiente sección. A la otra submuestra se le determinó el CQL de la composición química y otros factores físicos mediante normas de la industria o procedimientos bien establecidos puestos en práctica por muchos años.



Las oficinas de campo del FGIS proporcionan resultados oficiales de factores de calificación para las muestras del *Estudio de Exportaciones 2015/2016* desde su inspección normal y procedimientos de análisis para cada subplote de muestra de sorgo recolectada. Las muestras de sorgo (cada una con cerca de 2500 gramos) se enviaron directamente desde las oficinas de campo de FGIS a CQL. Luego, se dividieron las muestras en dos submuestras de 1100 a 1250 gramos con un cuarteador Boerner. Se analizó una submuestra en CQL por composición química y otros factores físicos utilizando los mismos métodos que se usaron para las muestras del *Estudio de Cosecha 2015/2016*. La otra submuestra se envió a AGE para análisis de micotoxinas. AGE analizó cada una de las 182 muestras totales para DON y 135 del total de las muestras para aflatoxinas. Aunque no lo requerían, algunos embarques de exportación de sorgo fueron sometidos a análisis cuantitativos de aflatoxina. En las instancias donde se condujo este análisis por los oficinas de campo de FGIS, AGE no realizó análisis de aflatoxina en la muestra y se informaron los resultados de aflatoxina proporcionados por FGIS. Si al embarque muestreado no se le realizó análisis cuantitativo de aflatoxina, entonces AGE lo llevó a cabo. Ambos análisis de micotoxina desempeñados por AGE fueron llevado a cabo usando los mismos métodos que el *Estudio de Cosecha 2015/2016*.

### A. Factores de calificación del sorgo

#### 1. Peso específico

El peso específico es una medida de la cantidad de grano que se requiere para llenar un volumen específico (Winchester bushel). El peso específico forma parte del criterio de calificación de las Normas Oficiales de Sorgo de Estados Unidos del FGIS.

La prueba implica el llenado de una taza de pruebas de volumen conocido con un embudo que se mantiene a una altura específica por encima de la taza, al punto en que el grano comience a verterse sobre los lados. Se utiliza un palo para nivelar el grano en la taza de prueba, y se pesa el grano que queda en la taza. El peso entonces se convierte y se notifica en la unidad tradicional estadounidense de libras por bushel (lb/bu).

#### 2. Granos quebrados y material extraño (BNFM)/ Material Extraño

Los granos quebrados y el material extraño (BNFM) y el material extraño son parte de las Normas Oficiales del Sorgo de EUA del FGIS.

## XI. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PRUEBAS (continúa)

Esta prueba determina la cantidad de granos quebrados y de material extraño que se encuentra en la muestra. Los granos quebrados se definen como todo aquel material que pasa a través de una criba de orificios triangulares de 5/64 de pulgada y de una criba de orificios redondos de 2.5/64 de pulgada. El material extraño se define como todo aquel material, excepto sorgo, que se queda en la parte superior de una criba de orificios triangulares de 5/64 de pulgada y todo material, aparte del sorgo, que pasa por una criba del número 6. El material extraño se notifica como la suma del material extraño separado mecánicamente como porcentaje del peso de la muestra sin cuerpos extraños y el material extraño retirado con la mano, como porcentaje del peso de la porción de la muestra retirada a mano. El BNFM se notifica como la suma de los granos quebrados como porcentaje del peso de la muestra sin cuerpos extraños y el material extraño.

### 3. Daño total/daño por calor

El daño total es parte de los criterios de calificación del sorgo de las Normas Oficiales de Estados Unidos del FGIS.

Una persona adecuadamente capacitada inspecciona visualmente una muestra de trabajo representativa de 15 gramos de sorgo sin BNFM en búsqueda de granos dañados. Los tipos de daño incluye granos con germen dañado, granos con daño en el suelo o por el clima, granos con enfermedades, granos con daño por heladas, granos con daño por calor, granos perforados por insectos, granos dañados por mohos (superficial y/o interno), sustancias parecidas a mohos, granos dañados con pigmentación púrpura y granos dañados por brotes. El daño total se notifica como el porcentaje ponderado de la muestra de trabajo que grano total dañado.

El daño por calor en un subconjunto del daño total, que consiste en granos y piezas de granos de sorgo que están materialmente decolorados y dañados por calor. Los granos dañados por calor los determina una persona adecuadamente capacitada que inspecciona visualmente una muestra de sorgo sin BNFM de 15 gramos. El daño por calor, de encontrarse, se notifica por separado del daño total.

## B. Humedad

Es la humedad registrada por los medidores electrónicos de humedad de los elevadores al momento de que se notifica la entrega. Estos medidores electrónicos de humedad perciben una propiedad eléctrica de los granos llamada constante dieléctrica que varía con la humedad. La constante dieléctrica aumenta conforme aumenta la humedad.

## C. Composición química

### 1. Análisis proximal con NIR: Sorgo

Los proximales son los principales componentes del grano. Para el sorgo, el Análisis Proximal con NIR incluye el contenido de aceite, contenido de proteína y contenido de almidón (o almidón total). Este procedimiento no destruye al sorgo.

Las pruebas de composición química de proteína, aceite y almidón se llevaron a cabo con una muestra aproximada de 50 gramos en un instrumento de espectroscopia de reflectancia de infrarrojo cercano (NIR) Perten DA 7250. EL NIR se calibró para análisis químicos y los errores estándar de predicciones de proteína, aceite y almidón fueron alrededor de 0.3 %, 0.4 % y 0.5 %, respectivamente. Los resultados se notificaron en base seca (porcentaje de material que no es agua).

### 2. Taninos

Las leucoantocianidinas (catequinas) y proantocianidinas (taninos) son una clase de flavonoides conocidos como flavonoles, que reaccionan con vainillina en la presencia de ácidos minerales para producir un color rojo. La vainillina reacciona con los flavonoles, pero otros compuestos flavonoides puede dar un desarrollo de color específico. Valores cercanos o por debajo de 4.0 mg de equivalentes de catequina (CE) por g muestra por este método por lo general implica ausencia de taninos condensados. El sorgo de taninos tipo III usualmente tiene valores mayores a 8.0 mg CE/g. La prueba implica la molienda de aproximadamente 50 g de semilla firme con un molino UDY con una criba de 1 mm y el pesaje con precisión de 0.30 g de esta muestra para análisis. La extracción y el análisis se realiza mediante una prueba de vainillina-HCl con sustracción del blanco para quitar interferencia de los pigmentos del sorgo. El color

## XI. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PRUEBAS (continúa)

desarrollado se mide con un espectrofotómetro UV-Vis a 500 nm. Se corre una curva estándar con catequina pura. Se hacen pruebas por triplicado y el valor promedio se notifica como mg CE/g de muestra en base seca.

### D. Factores físicos

#### 1. Peso de 1000 granos (TKW), volumen del grano y densidad real del grano

El peso de 1000 granos (TKW) se determina del peso promedio de 300 réplicas de granos individuales con el Sistema Perten de Caracterización de un Solo Grano (SKCS 4100) El instrumento pesa cada semilla al 0.01 mg más cercano y calcula automáticamente el peso de 1000 granos (TKW) con base en el peso promedio de 300 semillas individuales. El peso promedio de 100 granos (TKW) se notifica en gramos.

El volumen del grano de una muestra de granos pesada con precisión de  $80.00 \pm 0.05$  g se calcula con un picnómetro de helio y se expresa en  $\text{mm}^3/\text{grano}$ . El volumen de grano individual se obtiene al dividir el peso 1000 granos (TKW) (g) por el peso total de la semilla (g) utilizado en el picnómetro y al multiplicar el volumen registrado en el picnómetro ( $\text{cm}^3$ ) por este factor. El valor obtenido,  $\text{cm}^3/1000$  granos, es equivalente a  $\text{mm}^3/\text{grano}$ . Los volúmenes de grano por lo general van de 12 a 28  $\text{mm}^3$  por grano para granos pequeños y grandes, respectivamente.



La densidad verdadera de las muestras de granos se calcula con la división de la masa (o peso) de los  $80.00 \pm 0.05$  g de granos externamente sólidos entre el volumen del picnómetro (desplazamiento) de los mismos granos y se reporta en gramos por centímetro cúbico ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Las densidades verdaderas normalmente van de 1.24 a 1.39  $\text{g}/\text{cm}^3$  en humedades “como son” de 12 a 15 %.

#### 2. Índice de dureza del grano

La dureza del grano se mide con un SKCS 4100. El SKCS 4100 automáticamente selecciona granos individuales, los pesa y los prensa entre un rotor dentado y una brecha creciente que se estrecha progresivamente. Conforme el grano se prensa, se mide la fuerza entre el rotor y la brecha. Se introducen cerca de 50 g de semilla limpia, externamente intacta al la tolva del instrumento. El instrumento entonces caracteriza automáticamente 300 semillas individuales. Los datos se notifican como índice promedio de dureza del grano, con base en las 300 semillas individuales. Las muestras también se clasifican como duras, mezcladas o suaves, en función del valor promedio de índice de dureza y de la distribución de la dureza entre las 300 semillas. Los valores del índice de dureza del grano varían de 20 a 120.

#### 3. Diámetro del grano

El diámetro del grano se mide con el SKCS 4100. El instrumento registra el diámetro individual de 300 semillas y calcula el diámetro promedio de las semillas en mm.

### E. Pruebas de micotoxinas

Es compleja la detección de micotoxinas en el sorgo. A menudo, los hongos que producen micotoxinas no crecen uniformemente en el campo o a lo largo de una zona geográfica. Como resultado, la detección de cualquier micotoxina en el sorgo, si está presente, depende mucho de su concentración y distribución entre los granos en el lote de sorgo, ya sea una carga de camión, un silo de almacenamiento o un carro de ferrocarril.

Sin embargo, el objetivo de la evaluación de micotoxinas del *Estudio de Cosecha 2015/2016* es solo informar la frecuencia del surgimiento de micotoxinas en la cosecha actual, pero no los niveles específicos de estas micotoxinas en las exportaciones de sorgo. Para notificar la frecuencia del surgimiento de aflatoxinas y DON en las muestras de cosecha, AGE llevó a cabo los análisis de micotoxinas mediante el protocolo FGIS y los equipos de prueba aprobados. El protocolo FGIS requiere un mínimo de muestra de 908 gramos (2 libras) de los camiones,

## XI. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE PRUEBAS (continúa)

para molerse para el análisis de aflatoxinas y una muestra de aproximadamente 200 gramos para molerse, para el análisis de DON. Para este estudio, una muestra de laboratorio de 1000 gramos se subdividió de la muestra de estudio de 2.5 kg para el análisis de aflatoxinas. La muestra de estudio de 1 kg se molió en un molino Romel modelo 2A aprobado por GIPSA y FGIS de tal forma que del 60 al 75 % pudiera pasar por una malla 20. De este material molido bien mezclado, se sacó una porción de prueba de 50 gramos para cada análisis de micotoxinas. Se usaron los equipo de prueba cuantitativa ROSA AFQ-FAST y DONQ-FAST5 para los análisis de aflatoxinas y DON, respectivamente. El DON se extrajo con agua (5:1), mientras que las aflatoxinas se extrajeron con 70% de metanol y 30% de agua destilada. Se analizaron los extractos con las tiras de flujo laterales ROSA, y las micotoxinas se cuantificaron en el sistema Charm EZ-M.

Los equipos de prueba cuantitativos ROSA notifican niveles de concentración específica de la micotoxina, si los niveles de concentración exceden un nivel específico llamado “Límite de Detección” (LOD). El LOD se define como el nivel de concentración más bajo que puede medirse con un método analítico, el cual es estadísticamente diferente de medir un blanco analítico (ausencia de micotoxina). El LOD variará entre los diferentes métodos analíticos desarrollados para los diferentes tipos de micotoxinas y combinaciones de commodity. Los LOD para el ROSA AFQ-FAST y DONQ-FAST5 son 2.0 partes por mil millones (ppb) aflatoxinas para extracto diluido y 0.1 partes por millón (ppm) DON para extracto diluido.

El FGIS ha emitido una carta de desempeño para la cuantificación de aflatoxinas y DON con los equipos de prueba ROSA AFQ-FAST y DONQ-FAST5, respectivamente.

Los análisis de micotoxina desempeñados por AGE para el *Estudio de Exportaciones 2015/2016* se llevado a cabo usando los mismos métodos que el *Estudio de Cosecha 2015/2016*. Las 47 muestras para las cuales el análisis de aflatoxina se desempeñó en las oficinas de campo de FGIS fueron analizadas de acuerdo con los procedimientos oficiales de FGIS. Se usó una muestra de al menos 10 libras de sorgo de acuerdo a los procedimientos oficiales del FGIS. Se molió la muestra de 10 libras con un molino aprobado por el FGIS. Después de la etapa de la molienda, se tomaron dos porciones molidas de 500 gramos de la muestra mezclada con un cuarteador de rifle. De una de las porciones de 500 gramos molidos, se selecciona al azar una porción de 50 gramos de prueba para análisis. Después de añadir el solvente adecuado de extracción a la porción de 50 gramos de prueba, se cuantificaron las aflatoxinas. Se pudieron haber usado los siguientes equipos de prueba cuantitativos aprobados por el FGIS: VICAM AflaTest™, Romer Labs FluoroQuant Afla o FluoroQuant Afla IAC, Envirologix QuickTox™ para QuickScan Aflatoxin (AQ 109 BG y AQ 209 BG), Neogen Reveal Q+ para aflatoxinas o Veratox®, Aflatoxin Quantitative Test, Charm Sciences ROSA® FAST, WET-S5™ Aflatoxin Quantitative Test, o R-Biopharm RIDASCREEN® FAST Aflatoxin SC test o RIDA QUICK Aflatoxin RQS.



## XII. CALIFICACIONES Y CONVERSIONES DEL SORGO DE EUA

### CALIFICACIONES Y REQUISITOS DE CALIFICACIONES DEL SORGO DE EUA

Calificación	Peso específico mínimo por bushel (libras)	Límites Máximos de			
		Granos dañados		Granos quebrados y material extraño	
		Dañado por calor (Porcentaje)	Total (Porcentaje)	Material extraño (parcial o total) (Porcentaje)	Total (Porcentaje)
U.S. No. 1	57.0	0.2	2.0	1.0	3.0
U.S. No. 2	55.0	0.5	5.0	2.0	6.0
U.S. No. 3 <sup>1</sup>	53.0	1.0	10.0	3.0	8.0
U.S. No. 4	51.0	3.0	15.0	4.0	10.0

La calificación de la muestra de EUA es sorgo que: (a) No cumple con los requisitos de los calificaciones U.S. Nos. 1, 2, 3 o 4; o (b) contiene 8 o más piedras con un peso promedio mayor a 0.2 por ciento del peso de la muestra, dos o más piezas de vidrio, tres o más semillas de crotalaria (*Crotalaria* spp.), dos o más semillas de ricino (*Ricinus communis* L.), cuatro o más partículas de sustancia(s) desconocida y extrañas o sustancias dañinas o tóxicas comúnmente reconocidas, ocho o más cardos (*Xanthium* spp.) o semillas similares solas o en combinación, diez o más bolitas de excremento de roedor, deyecciones de aves o una cantidad equivalente de suciedad animal en 1,000 gramos de sorgo, 11 o más piezas de otro material de cualquier combinación de suciedad animal, semillas de ricino, semillas crotalarias, vidrio, piedras, sustancias extrañas desconocidas y cardos; o (c) Presenta un olor agrio mohoso o extraño que sea comercialmente objetable; o (d) Está muy afectado por el clima, calentando o de una evidente baja calidad.

<sup>1</sup> El sorgo que está evidentemente decolorado no debe calificarse como más del US No.3.

Fuente: Code of Federal Regulations, Title 7, Part 810, Subpart D, United States Standards for Sorghum

### CONVERSIONES EUA Y MÉTRICAS

Equivalentes de sorgo		Equivalentes métricos	
1 bushel = 56 libras (25.40 kilogramos)		1 libra = 0.4536 kg	
39.368 bushels = 1 tonelada métrica		1 quintal = 100 libras o 45.36 kg	
15.93 bushels/acre	1 tonelada métrica/hectárea	1 tonelada métrica	2204.6 lb
1 bushels/acre	62.77 kilogramos/hectárea	1 tonelada métrica	1000 kg
1 bushel/acre	0.6277 quintales/hectárea	1 tonelada métrica	10 quintales
56 libras/bushel = 72.08 kg/hectolitro		1 quintal =	100 kg
		1 hectárea =	2.47 acres



## U.S. GRAINS COUNCIL

20 F St. NW, Suite 600  
Washington, DC 20001

Teléfono: +202-789-0789  
Fax: +202-898-0522

Correo electrónico:  
grains@grains.org  
Página web: grains.org

### República Popular de China

#### Pekín

Tel 1: +86-10-6505-1314  
Tel 2: +86-10-6505-2320  
Fax: +86-10-6505-0236  
grainsbj@grains.org.cn

### Egipto

#### El Cairo

Tel: +20-100-1000149  
grains@grains.org

### Japón

#### Tokio

Tel: +81-3-6206-1041  
Fax: +81-3-6205-4960  
tokyo@grains.org

### Corea

#### Seúl

Tel: +82-2-720-1891  
Fax: +82-2-720-9008  
seoul@grains.org

### México

#### México, DF

Tel 1: +52-55-5282-0244  
Tel 2: +52-55-5282-0973  
Tel 3: +52-55-5282-0977  
Fax: +52-55-5282-0969  
mexico@grains.org

### Medio Oriente y África

#### Túnez

Tel: +216-71-191-640  
Fax: +216-71-191-650  
tunis@usgrains.net

### Sur y sureste de Asia

#### Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826  
Fax: +603-2093-2052  
grains@grainsea.org

### Taiwán

#### Taipei

Tel 1: +886-2-2523-8801  
Fax: +886-2-2523-0149  
taipei@grains.org

### Tanzania

#### Dar es Salaam

Tel: +255-68-362-4650  
mary@usgrainstz.net

### Hemisferio occidental

#### Ciudad de Panamá

Tel: +507-315-1008  
Fax: +507-315-0503  
LTA@grains.org