



**U.S. GRAINS**  
COUNCIL

**INFORME DE LA CALIDAD DEL  
MAÍZ PARA EXPORTACIÓN  
2019/2020**





El desarrollo de un informe de este alcance y envergadura y elaborado de forma oportuna, requiere de la participación de varias personas y organizaciones. El U.S. Grains Council agradece a Steve Hofing, Lee Singleton, Lisa Eckel y Alex Harvey de Centrec Consulting Group, LLC (Centrec) por la supervisión y coordinación en el desarrollo de este informe. Un equipo de expertos brindó apoyo en el análisis y la redacción. Los miembros externos del equipo incluyen a los Drs. Lowell Hill, Marvin Paulsen y Tom Whitaker. Además, el Consejo está en deuda con el Identity Preserved Grain Laboratory (IPG Lab) de la Illinois Crop Improvement Association por facilitar los servicios de análisis de la calidad del maíz.

En particular, agradecemos los insustituibles servicios del Federal Grain Inspection Service (FGIS) del Departamento de Agricultura de EE: UU. El FGIS proporcionó las muestras de la exportación junto con su clasificación y los resultados del análisis de aflatoxinas. La Oficina de Asuntos Internacionales del FGIS coordinó el proceso de toma de muestras. El personal de campo del FGIS, el Departamento de Agricultura del estado de Washington y proveedores de servicios oficiales nacionales nombrados por el FGIS recabaron y presentaron las muestras que constituyen la base de este informe. Agradecemos el tiempo que le dedicaron durante tan ocupada temporada.



**1****Saludos del Consejo****2****Lo destacado en la calidad de la exportación****4****Introducción****6****Resultados del análisis de calidad**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| A. Factores de grado .....   | 6  |
| B. Humedad .....             | 14 |
| C. Composición química ..... | 18 |
| D. Factores físicos .....    | 26 |
| E. Micotoxinas .....         | 43 |

**51****Sistema de exportación de maíz de EE. UU.**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| A. Flujo de exportación del maíz de EE. UU.....                      | 52 |
| B. Impacto del canal de comercialización del maíz en la calidad..... | 53 |
| C. Inspección y grados del gobierno estadounidense .....             | 55 |

**57****Métodos de estudio y análisis estadístico**

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| A. Visión general.....                 | 57 |
| B. Diseño del estudio y muestreo ..... | 58 |
| C. Análisis estadísticos .....         | 60 |

**61****Métodos de análisis de pruebas**

|                              |    |
|------------------------------|----|
| A. Factores de grado .....   | 61 |
| B. Humedad .....             | 62 |
| C. Composición química ..... | 63 |
| D. Factores físicos .....    | 63 |
| E. Micotoxinas .....         | 65 |

**66****Perspectiva histórica**

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| A. Factores de grado y humedad ..... | 66 |
| B. Composición química .....         | 68 |
| C. Factores físicos .....            | 69 |
| D. Micotoxinas .....                 | 71 |

**73****Información de apoyo del maíz de EE. UU.****BC****Información de contacto del USGC**

El U.S. Grains Council (USGC) se complace en presentar los resultados de su noveno estudio anual de la calidad del maíz en este *Informe de la Calidad del Maíz para Exportación de 2019/2020*.

El Consejo está dedicado al fomento de la seguridad alimentaria mundial y al beneficio económico mutuo, de tal forma que brinda este informe para promover la continua expansión del comercio. Al proporcionar este confiable y oportuno informe de la calidad del maíz estadounidense destinado a la exportación, los compradores pueden tomar decisiones bien informadas y confiar en la capacidad y seguridad del mercado de maíz de EE. UU.

El *Informe de la Calidad del Maíz para Exportación* es el segundo de dos informes que el Consejo publica anualmente con detalles de la calidad de la cosecha de maíz de 2019. El informe se basa en las muestras tomadas en el punto de carga para embarques internacionales a principios del año comercial 2019/2020. Este y su informe hermano, el *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2019/2020*, proporcionan un primer vistazo a los factores de grado establecidos por el Departamento de Agricultura de EE. UU., así como el contenido de humedad, composición química y otras características de calidad que no se notifican en ningún otro lugar. Esta serie de informes de calidad usan una metodología constante y transparente, que permite las comparaciones con conocimiento a través del tiempo.

La misión del consejo es la de desarrollar mercados, permitir el comercio y mejorar vidas. Para ayudar a *Que Algo Suceda (Make Something Happen)* en los granos de EE. UU. y llevar a cabo esta misión, el Consejo se complace en ofrecer este informe como un servicio para nuestros socios. Esperamos que siga proporcionando a nuestros apreciados socios comerciales información valiosa sobre la calidad de la cosecha del maíz de EE. UU.

Atentamente,



Presidente, U.S. Grains Council

Abril de 2020

La calidad del maíz recolectado para exportación a comienzos del año comercial 2019/2020 se vio impactada por la siembra tardía, el retraso en la maduración y la cosecha tardía en 2019. La calidad del promedio agregado de las muestras analizadas para el *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz 2019/2020 del U.S. Grains Council (Informe de la Cosecha)* fue mejor que los requisitos para el grado del maíz U.S. No. 1. Sin embargo, la compleja temporada de cultivo de 2019 obligó a que muchos agricultores estadounidenses cosecharan maíz con altos niveles de humedad, como lo refleja el mayor promedio observado en los nueve años de historia del *Informe de la Cosecha*. Comparado con cosechas anteriores, el elevado contenido de humedad del maíz al cosechar requirió un mayor secado con aire caliente para reducirlo a niveles seguros de almacenamiento. Esto probablemente contribuyó a que el promedio agregado del maíz quebrado y material extraño (BCFM) y

de grietas por estrés fuera ligeramente mayor y a que el de granos enteros fuera menor que en las muestras de exportación de 2018/2019.

A pesar de los retos afrontados en la cosecha, el canal de comercialización de EE. UU. recopiló satisfactoriamente el maíz de exportación con promedios que excedieron los requerimientos de peso específico y daño total para el grado U.S. No. 1 de maíz. Además, todos los resultados de los análisis de aflatoxinas, excepto uno, y todos los de deoxinivalenol (DON) o vomitoxina estuvieron por debajo de los niveles de acción y de recomendación de la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA), respectivamente. Los resultados considerables del promedio agregado de EE. UU. del *Informe de la Calidad del Maíz para Exportación de 2019/2020 (Informe de la Exportación de 2019/2020)* del U.S. Grains Council incluyen:

## Factores de grado y humedad

- Un menor promedio de **peso específico** (56.8 libras por bushel (lb/bu) o 73.1 kilogramos por hectolitro (kg/hl)) que en 2018/2019 y que el P5A<sup>1</sup>, todavía indican buena calidad en general, con 73.1% de las muestras igual o por arriba del límite del grado U.S. No. 1.
- Un promedio de **BCFM** más alto (3.1%) que en 2018/2019, el P5A y el límite máximo del grado U.S. No. 2. El BCFM se incrementó de 1 a 3.1%, como era de esperarse, conforme la cosecha avanzaba de la recolección, a través del canal de comercialización, hasta la exportación.
- Un mayor promedio de **daño total** en la exportación (2.9%) que en 2018/2019 y el P5A. La mayoría de las muestras (90.7%) estuvieron igual o por debajo del límite del U.S. No. 2.
- El promedio de **daño por calor** fue 0%, el mismo que en 2018/2019 y el P5A, lo que indica un buen manejo de secado y almacenamiento del maíz a lo largo del canal de comercialización.
- El promedio de **humedad** (14.5%) fue el mismo que en 2018/2019 y ligeramente más alto que el P5A.

## Composición química

- La concentración de **proteína** (8.3% en base seca) fue ligeramente menor que en 2018/2019 y el P5A.
- La concentración de **almidón** (72.2% en base seca) fue ligeramente menor que en 2018/2019 y el P5A.
- La concentración de **aceite** (4% en base seca) fue la misma que en 2018/2019 y el P5A.

**Grados de maíz de EE. UU.  
y requerimientos de grados**

| Calif.     | Peso específico mínimo por bushel (libras) | Límites Máximos de   |           |                                      |
|------------|--------------------------------------------|----------------------|-----------|--------------------------------------|
|            |                                            | Granos dañados       |           | Maíz quebrado y material extraño (%) |
|            |                                            | Dañado por calor (%) | Total (%) |                                      |
| U.S. No. 1 | 56                                         | 0.1                  | 3         | 2                                    |
| U.S. No. 2 | 54                                         | 0.2                  | 5         | 3                                    |
| U.S. No. 3 | 52                                         | 0.5                  | 7         | 4                                    |
| U.S. No. 4 | 49                                         | 1                    | 10        | 5                                    |
| U.S. No. 5 | 46                                         | 3                    | 15        | 7                                    |

<sup>1</sup>El P5A representa el promedio simple del promedio o desviación estándar de los factores de calidad de los Informes de la Exportación 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 y 2018/2019.

## Factores físicos

- Promedio de **grietas por estrés** mayor (11%) que en 2018/2019 y que el P5A. Los mayores porcentajes de grietas por estrés en 2019/2020 pueden deberse, en parte, al mayor promedio de humedad en la cosecha de 2019 que en 2018 y el P5A. Sin embargo, la mayoría de las muestras de exportación (74.8%) presentaron menos del 15% de grietas por estrés.
- El menor promedio de **peso de 100 granos** (35.50 gramos) que en 2018/2019 y el P5A indica que en 2019/2020 hubo granos menos pesados, que el año anterior y que el P5A.
- El mismo promedio de **volumen del grano** de 0.28 cm<sup>3</sup> que en 2018/2019 y que el P5A.
- Promedio de **densidad verdadera** ligeramente menor (1.278 g/cm<sup>3</sup>) que en 2018/2019 y que el P5A.
- Un porcentaje promedio más bajo de **granos enteros** (77.4%) que en 2018/2019 y que el P5A.
- Un porcentaje de **endospermo córneo (duro)** de 81%, ligeramente menor que en 2018/2019, pero igual al P5A.

## Micotoxinas

- Todas las muestras, excepto una, resultaron por debajo del nivel de acción de la FDA del análisis de **aflatoxinas** de 20 partes por billón (mil millones) (ppb). En 2019/2020 hubo una proporción ligeramente mayor de las muestras de exportación con niveles de aflatoxina por debajo del “Límite Inferior de Conformidad” del Federal Grain Inspection Service (FGIS) de 5 ppb que en 2018/2019.
- Todas las muestras resultaron por debajo del nivel de recomendación de la FDA de 5 partes por millón (ppm) de **DON**, igual que en 2018/2019. En 2019/2020 un menor porcentaje de muestras mostró niveles de DON por debajo del “Límite Inferior de Conformidad” del FGIS de 0.5 ppm, que en 2018/2019.
- De las 180 muestras analizadas por **fumonisina**, 168 o el 93.3% resultó por debajo del nivel guía más estricto de la FDA de 5.0 ppm.





Es importante la información de la calidad del maíz para compradores extranjeros y otros interesados de la industria, porque toman decisiones de los contratos de compra y por las necesidades de procesamiento de este grano para alimentos balanceados, alimentos para consumo humano o para uso industrial. El *Informe de la Exportación 2019/2020* brinda información precisa e imparcial sobre la calidad del maíz amarillo estadounidense, al momento de prepararse para su exportación al comienzo del año comercial. Este informe brinda resultados del análisis de muestras de maíz recolectadas durante los procesos de muestreo e inspección con licencia del gobierno estadounidense de embarques de exportación marítima o ferroviaria de este grano.

Este *Informe de la Exportación* está basado en 432 muestras de maíz amarillo recolectadas de embarques de exportación al someterse a los procesos de inspección federal y de grado realizados por el Federal Grain Inspection Service (FGIS del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) o por inspectores autorizados en oficinas interiores. Los resultados de los análisis de las muestras se notifican como nivel promedio agregado de EE. UU. (U.S. Aggregate) y por los puntos de exportación relacionados con tres regiones generales, que están etiquetados como las Zonas de Acopio de Exportación (ECA, por sus siglas en inglés). Estas tres ECA están identificadas por las tres principales rutas hacia los mercados de exportación:

1. La ECA del Golfo incluye zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.;
2. La ECA del Pacífico Noroeste incluye zonas de exportación de maíz a través de los puertos del Pacífico Noroeste;
3. La ECA del Ferrocarril del Sur Incluye zonas que generalmente exportan maíz a México por ferrocarril desde subterminales del interior.

Los resultados de los análisis de las muestras se resumen también por categorías de grados de contrato “U.S. No. 2 o mejor” y “U.S. No. 3 o mejor” para ilustrar las diferencias de calidad prácticas entre estas dos especificaciones contractuales.

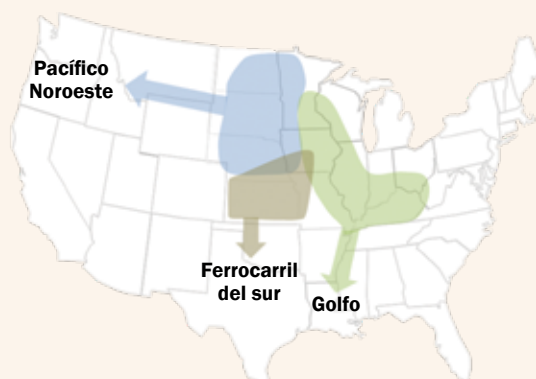
Este informe brinda información detallada de cada uno de los factores de calidad analizados, como los promedios, desviaciones estándar y la distribución, del promedio agregado de EE. UU. y de cada una de las tres ECA. La sección “Resultados de Análisis de Calidad” resume los siguientes factores de calidad:

- Factores de grado: peso específico, BCFM, daño total y daño por calor
- Humedad
- Composición química: concentraciones de proteína, almidón y aceite
- Factores Físicos: grietas por estrés, peso de 100 granos, volumen del grano, densidad verdadera del grano, granos enteros y endospermo córneo (duro)
- Micotoxinas: aflatoxinas, DON y fumonisina

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

Para el *Informe de la Exportación 2019/2020*, el FGIS y las oficinas del interior recolectaron muestras de los embarques de exportación cargados desde noviembre de 2019 hasta Marzo de 2020 para generar resultados estadísticamente válidos para el promedio agregado de EE. UU. y por cada ECA. El objetivo fue obtener muestras suficientes para calcular los promedios de los factores de calidad de las exportaciones de maíz con un margen de error relativo (ME relativo) no mayor al  $\pm 10\%$  para el nivel del promedio agregado de EE. UU. Los detalles del muestreo estadístico y los métodos de análisis se presentan en la sección “Métodos de estudio y análisis estadístico”.

## ZONAS DE ACOPIO DE EXPORTACIÓN





Este *Informe de la Exportación 2019/2020* es el noveno de una serie de estudios anuales de la calidad de las exportaciones de maíz estadounidense a principios del año comercial. Además del informe del Consejo sobre la calidad de las exportaciones de maíz a principios del presente año comercial, el acumulado de estudios del *Informe de la Exportación* aporta un valor cada vez mayor a los interesados. La información de nueve años le permite a los importadores y a otros interesados hacer comparaciones año con año y evaluar patrones de calidad del maíz, con base en las condiciones de cultivo, secado, manejo, almacenamiento y transporte.

El *Informe de Exportación* no predice la calidad presente de ningún cargamento o lote de maíz después de su carga o en el punto de destino. Es importante que todos los que participan en la cadena de valor entiendan bien sus respectivas necesidades y obligaciones contractuales. Además del grado, muchos de los atributos de calidad se pueden especificar en el contrato de compra-venta. Muchos factores, tales como el clima, genética, mezclado, así como el secado y manejo

del grano, afectan de forma compleja los cambios de la calidad. Los resultados de los análisis de las muestras pueden variar de forma significativa, en función del origen del maíz, de la forma en que se haya cargado el lote de maíz al medio de transferencia o transporte, y el método utilizado de toma de muestras. En la sección “Sistema de exportación de maíz estadounidense” se brinda una revisión de cómo evoluciona la calidad del maíz, desde el campo hasta los buques o vagones de ferrocarriles.

El *Informe de la calidad de la cosecha de maíz 2019/2020* del U.S. Grains Council, publicado en diciembre de 2019, que es un complemento de este, habla sobre la calidad del maíz al ingresar al sistema de comercialización de EE. UU. El *Informe de la Cosecha 2019/2020* y el *Informe de la Exportación 2019/2020* deben estudiarse en conjunto para poder comprender los cambios en la calidad del maíz que se dan entre la cosecha y la exportación. La sección “Perspectiva histórica” ilustra estos cambios al mostrar los resultados de este informe junto a todos los informes de la Cosecha y de Exportación anteriores.



## A. FACTORES DE GRADO

El FGIS del USDA ha establecido grados numéricos, definiciones y normas para la medición de varios atributos de calidad. Los atributos que determinan los grados del maíz son peso específico, material extraño (BCFM, por sus siglas en inglés), daño total y daño por calor. En la sección “Información de apoyo sobre el maíz esta-

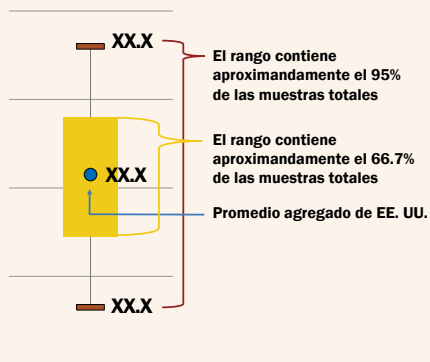
dounidense” de este informe se encuentra un cuadro con los requisitos numéricos de estos atributos. Solo se pueden comparar los contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor y los cargados como U.S. No. 3 o mejor para la ECA del Golfo. Las muestras de este año de las otras dos ECA (excepto dos) tuvieron un solo grado.

### RESUMEN: FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

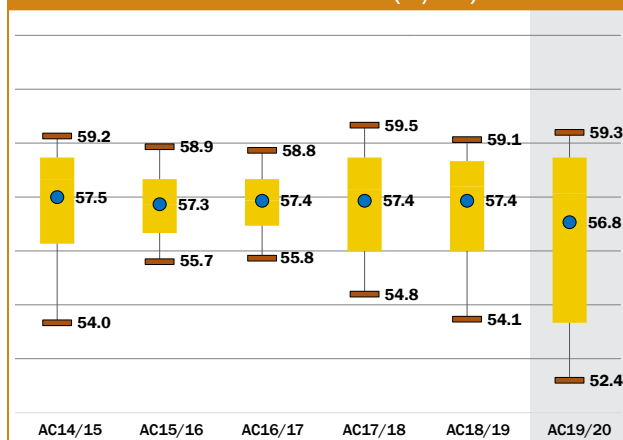
- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. (56.8 lb/bu o 73.1 kg/hl) fue menor que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A; pero por arriba del límite del maíz grado U.S. No. 1 (56 lb/bu).
- El promedio agregado de EE. UU. de BCFM (3.1%) fue mayor que en 2018/ 2019, 2017/ 2018 y que el P5A (todos de 2.9%) y solo 0.1 puntos porcentuales por arriba del límite del grado U.S. No. 2 (3%). Un total de 55.7% de las muestras de exportación presentó niveles en o por debajo del límite máximo permitido del grado U.S. no. 2 (3%) y 83.1% igual o por debajo del límite de U.S. No. 3 (4%). Estos porcentajes son menores que en años anteriores.
- El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur (2.2%) fue menor que los del Golfo (3.1%) o del Pacífico Noroeste (3.8%). El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur ha sido el más bajo entre las ECA en los tres años anteriores y que el P5A. El BCFM promedio de la ECA Pacífico Noroeste ha sido el mayor entre las ECA en los tres años anteriores y que el P5A.
- El daño total del promedio agregado de EE. UU. (2.9%) fue más alto que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A, pero por debajo del límite del U.S. No. 1 (3%). De las muestras de exportación, 59.8% tuvo 3 % o menos granos dañados, lo que cumplió con el requisito de U.S. No. 1. Además, el 90.7% estuvo igual o por debajo del límite del U.S. No. 2 (5%).
- Las muestras de exportación de la ECA Pacífico Noroeste presentaron el daño total promedio más bajo de entre las tres ECA en cada uno de los tres últimos años y del P5A.
- El daño por calor promedio agregado de EE. UU. fue de 0% en 2019/2020, el mismo que en los últimos tres años y que el P5A.
- El contenido de humedad del promedio agregado de EE. UU. fue el mismo (14.5 %) que en 2018/2019, pero ligeramente mayor que 2017/ 2018 y que el P5A (ambos de 14.4%).
- Un total de 46.9% de las muestras tuvieron un contenido de humedad por arriba del 14.5%, el cual es mayor que el de dos años anteriores, lo que indica que la verificación de humedad y monitoreo de las condiciones de almacenamiento deben llevarse a cabo con cuidado.

### FACTORES DE GRADO COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

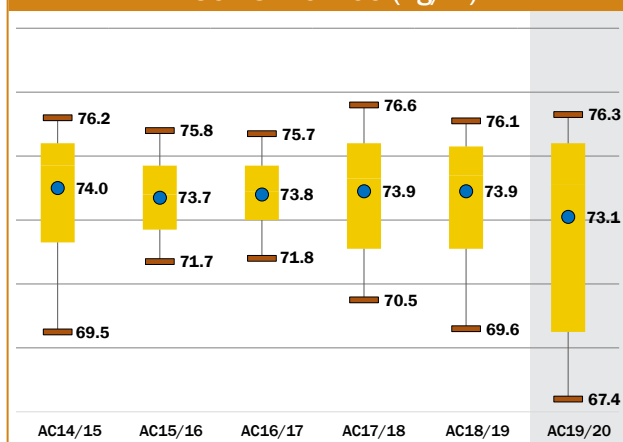
#### CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



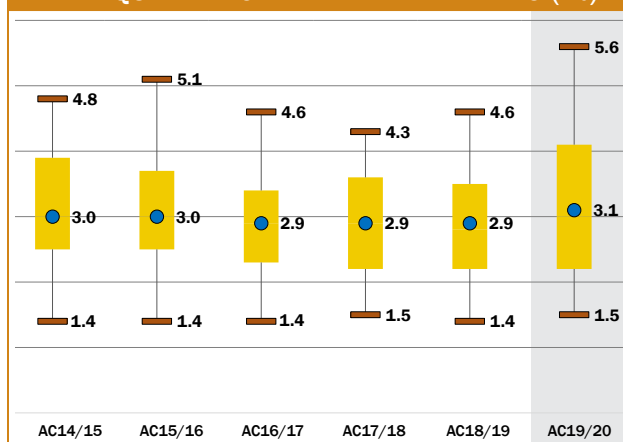
#### PESO ESPECÍFICO (lb/bu)



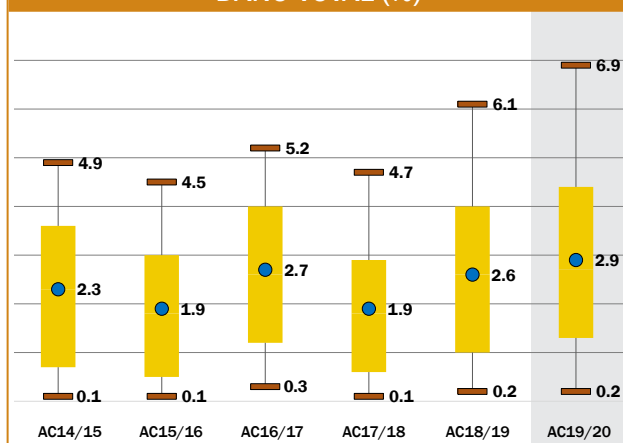
#### PESO ESPECÍFICO (kg/hl)



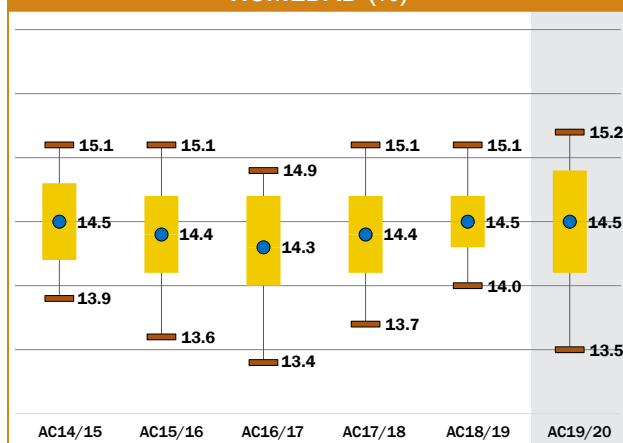
#### MAÍZ QUEBRADO Y MATERIAL EXTRAÑO ( % )



#### DAÑO TOTAL (%)



#### HUMEDAD (%)





## Peso específico

El peso específico (peso por volumen) es una medida de la densidad de masa. Se utiliza a menudo como indicador general de la calidad total y como indicador de la dureza del endospermo para cocedores alcalinos y la molienda en seco. El maíz con alto peso específico ocupa menos espacio de almacenamiento que el mismo peso de maíz con un peso específico menor. Inicialmente, el peso específico se ve impactado 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, madurez del grano, dureza del grano y daño microbiológico. Cuando se muestrea y mide en el punto de entrega de la granja a un contenido de humedad dado, el alto peso específico generalmente indica alta calidad, alto porcentaje de endospermo duro (córneo) y maíz firme y limpio. El peso específico está positivamente correlacionado con la densidad verdadera, lo que refleja la dureza del grano y las buenas condiciones de maduración.

## Resultados

- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. (56.8 lb/bu o 73.1 kg/hl) muy por arriba del límite del grado U.S. No. 1 (56 lb/bu), fue más bajo que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A (todos de 57.4 lb/bu o 73.9 kg/hl). Las muestras de exportación de 2019/2020 presentaron una desviación estándar (1.00 lb/bu) mayor que en 2018/2019 (0.82 lb/bu), 2017/2018 (0.85 lb/bu) y que el P5A (0.79 lb/bu). El rango en valores en 2019/2020 fue 9.7 lb/bu, mayor que en 2018/2019 (7.6 lb/bu) y que en 2017/2018 (6.9 lb/bu).
- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. del 73.1% de las muestras de 2019/2020 estuvo en o por arriba del mínimo del grado U.S. No. 1 (56 lb/bu) y el del 84% de las muestras estuvo igual o por arriba del límite del grado U.S. No. 2 (54 lb/bu).
- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. en la exportación (56.8 lb/bu o 73.1 kg/hl) fue más bajo que el de la cosecha de 2019 (57.3 lb/bu o 73.8 kg/hl). El promedio del peso específico en la exportación ha sido constantemente menor que en la cosecha, como lo indica el P5A de la exportación (57.4 lb/bu o 73.9 kg/hl) y el P5A de la cosecha (58.2 lb/bu o 74.9 kg/hl).
- La variabilidad de las muestras de exportación de 2019/2020, de acuerdo con lo medido por la desviación estándar (1.00 lb/bu) fue menor que en las de la cosecha de 2019 (1.41 lb/bu). Conforme el

maíz se mezcla al pasar por el canal de comercialización, el peso específico se vuelve más uniforme, con una desviación estándar mas baja y un intervalo entre los valores máximos y mínimos menor que en la cosecha. En la exportación, la desviación estándar del P5A fue de 0.79 lb/bu, en comparación con la desviación estándar del P5A de la cosecha de 1.21 lb/bu.

- El promedio del peso específico fue menor para la ECA Pacífico Noroeste (53.9 lb/bu) que para la del Ferrocarril del Sur (57.5 lb/bu) y del Golfo (58 lb/bu).
- El peso específico promedio del maíz para los contratos cargados como U.S. No.2 o mejor (58 lb/bu) fue similar al de los contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (58.1 lb/bu) para la ECA del Golfo. No se pudieron comparar las otras dos ECA.

### Peso específico mínimo del grado U.S.

No. 1: 56 lb

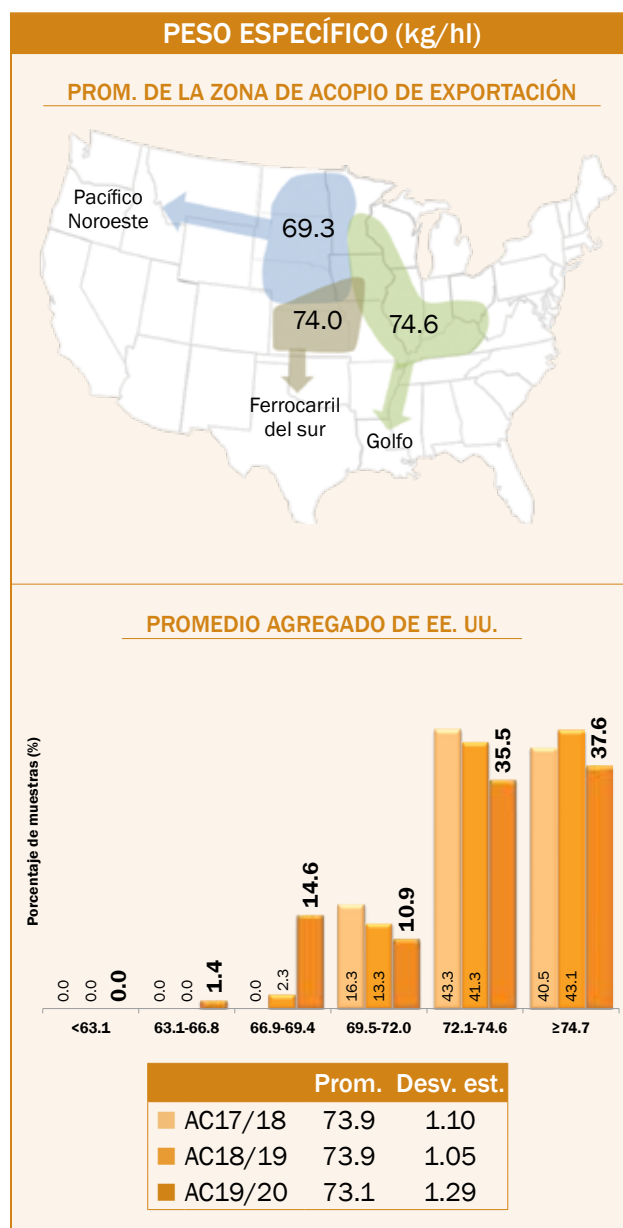
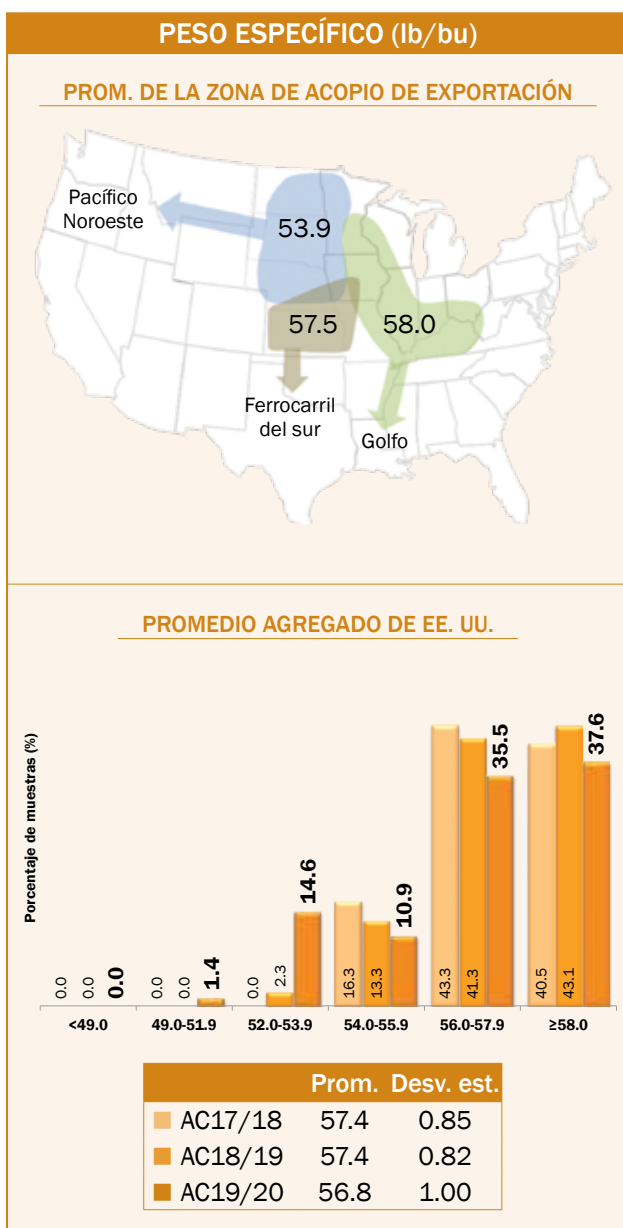
No. 2: 54 lb

No. 3: 52 lb

No. 4: 49 lb

No. 5: 46 lb

Muestra: <46 lb



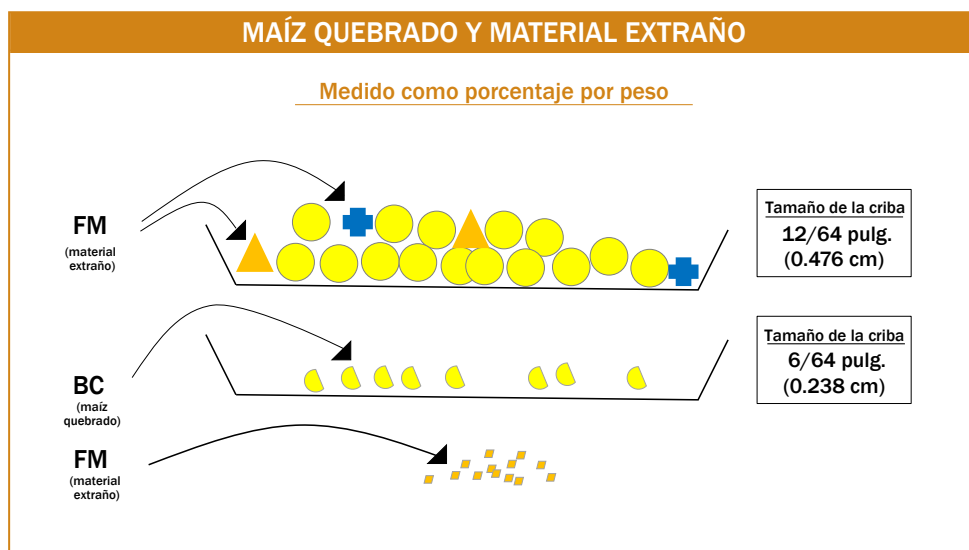
## Maíz quebrado y material extraño

El maíz quebrado y material extraño (BCFM, por sus siglas en inglés) es un indicador de la cantidad de maíz limpio y sano que hay para alimentación y procesamiento. A menor porcentaje de BCFM, hay menos material extraño o menos granos quebrados en la muestra. Conforme el maíz pasa del campo al canal de comercialización, cada impacto en el grano durante su manejo y transporte aumenta la cantidad de maíz quebrado. Como resultado, el promedio de BCFM en la mayoría de los embarques de maíz será más alto en el punto de exportación, que en las entregas de la granja a los elevadores locales.

El maíz quebrado (BC, por su siglas en inglés) se define como el maíz y cualquier otro material (tales como las

semillas de malezas) lo suficientemente pequeño para pasar a través de una criba de orificios redondos de 12/64 de pulgada, pero demasiado grande para pasar a través de una criba de orificios redondos de 6/64 de pulgada. El material extraño (FM, por sus siglas en inglés) se define como cualquier material, que no sea maíz, demasiado grande como para pasar a través de una criba con orificios redondos de 12/64 de pulgada, así como cualquier material fino lo suficientemente pequeño que pase a través de una criba con orificios redondos de 6/64 de pulgada.

El diagrama a continuación ilustra la medición del maíz quebrado y del material extraño para los grados de maíz estadounidense.



### Límites máximos de maíz quebrado y material extraño del grado U.S.

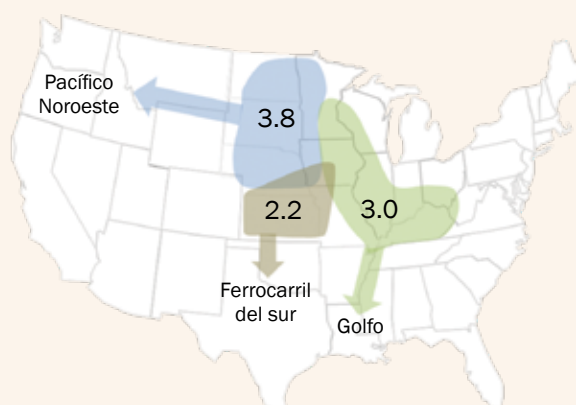
|          |     |
|----------|-----|
| No. 1:   | 2%  |
| No. 2:   | 3%  |
| No. 3:   | 4%  |
| No. 4:   | 5%  |
| No. 5:   | 7%  |
| Muestra: | >7% |

### Resultados

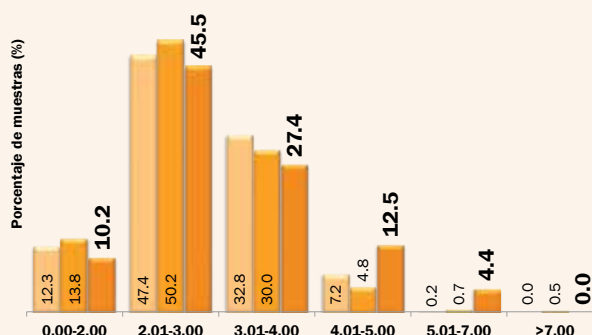
- El BCFM del promedio agregado de EE. UU. en las muestras de exportación (3.1%) fue mayor que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A (todos de 2.9%) y apenas arriba del límite del grado U.S. No. 2 (3%).
- La variabilidad de las muestras de exportación de 2019/2020 (con una desviación estándar de 0.79%) fue mayor que la de 2018/2019 (0.67%), 2017/2018 (0.59%) y que el P5A (0.66%). El rango en los valores (6.1%) fue menor que 2018/2019 (8.4%) pero mayor que en 2017/2018 (4.9%).
- El BCFM en las muestras de exportación 2018/2019 estuvo distribuido con un 55.7% en las muestras en o por debajo del límite de U.S. no. 2 (3%) y 83.1% en y por debajo del límite para U.S. No. 3 (4%). En 2018/2019, el 64% y 94% de las muestras estuvieron igual o por debajo del límite de los grados U.S. No. 2 y U.S. No. 3, respectivamente.
- El BCFM del promedio agregado de EE. UU. en la exportación (3.1%) fue 2.1 puntos porcentuales más alto que en la cosecha (1%). Esta diferencia fue la misma para el P5A. El P5A de la cosecha fue 0.8% en comparación con el P5A de la exportación de 2.9%. Este aumento es probablemente el resultado del secado artificial y del aumento en el rompimiento que se da con los impactos adicionales ocasionados por el movimiento del grano en bandas/cintas, caídas y manejo cuando el maíz pasa a través del canal de comercialización.
- El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur (2.2%) fue menor que los del Golfo (3%) o del Pacífico Noroeste (3.8%). El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur ha sido también el más bajo entre las ECA en los tres años anteriores y el P5A. El BCFM promedio de la ECA Pacífico Noroeste ha sido el mayor entre las ECA en los tres años anteriores y que el P5A.
- En la ECA del Golfo, el BCFM promedio de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor fue de 2.9% en comparación con el 3.6% de contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor.

#### MAÍZ QUEBRADO Y MATERIAL EXTRAÑO (%)

##### PROM. DE LA ZONA DE ACOPIO DE EXPORTACIÓN



##### PROMEDIO AGREGADO DE EE. UU.



|         | Prom. | Desv. est. |
|---------|-------|------------|
| AC17/18 | 2.9   | 0.59       |
| AC18/19 | 2.9   | 0.67       |
| AC19/20 | 3.1   | 0.79       |



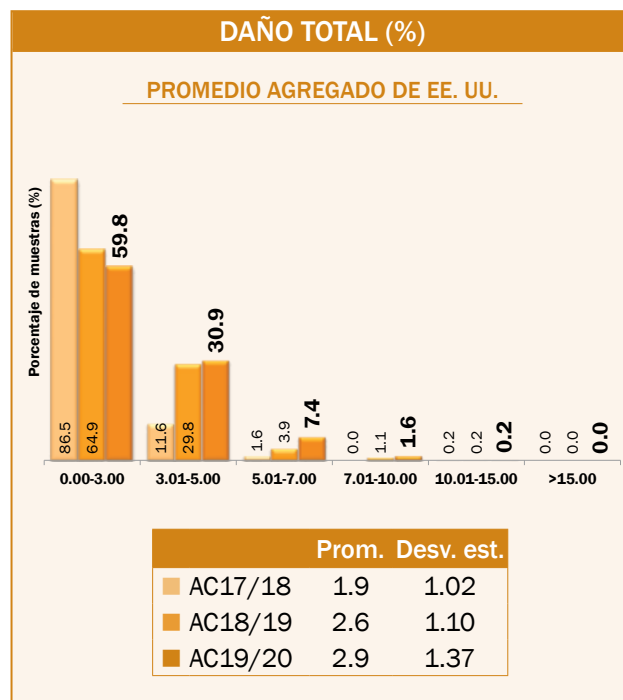
## Daño Total

El daño total es el porcentaje de granos y partes del grano que de alguna forma están visualmente dañadas, como el daño por calor, heladas, insectos, germinación, enfermedades, clima, tierra, germen y hongos. La mayor parte de este tipo de daños resultan 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. El daño por mohos u hongos y la posible relación con micotoxinas es el factor de daños de mayor preocupación.

El daño por hongos comúnmente se relaciona con un alto contenido de humedad y temperaturas cálidas durante el cultivo o el almacenamiento. Existen varios mohos de campo, tales como *Diplodia*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Gibberella*, que pueden dañar a los granos durante la temporada de cultivo, si las condiciones climáticas son propicias para su desarrollo. Aunque algunos hongos que producen daños pueden también producir micotoxinas, no todos los hongos las producen. Las probabilidades de hongos disminuyen conforme el maíz se seca y enfría a menores temperaturas.

## Resultados

- El daño total del promedio agregado de EE. UU. (2.9%) fue más alto que en 2018/2019 (2.6%), 2017/2018 (1.9%) y que en el P5A (2.3%), pero por debajo del límite del grado U.S. No. 1 (3%).
- La variabilidad en las muestras de 2019/2020, como lo indica la desviación estándar (1.37%), fue mayor que en 2018/2019 (1.10%), 2017/2018 (1.02%) y que el P5A (1%). El rango de muestras de 2019/2020 (de 0.1 a 10.8%) fue similar al rango de 2018/2019 (de 0 a 10.5%) y al de 2017/2018 (de 0 a 10.4%).
- De las muestras de exportación, el 59.8% tuvo 3% o menos granos dañados, lo que cumplió con el requisito del grado U.S. No. 1. Además, el 90.7% estuvo igual o por debajo del límite del U.S. No. 2 (5%).
- El nivel promedio de daño total en el canal de comercialización en la exportación (2.9%) fue mayor que en la cosecha (2.7%). El P5A de la exportación (2.3%) fue 0.6 puntos porcentuales más alto que el P5A de la cosecha (1.7%). El daño total puede aumentar durante el almacenamiento, en especial si hay segregación de material más liviano en el centro y bolsas de alta humedad en los silos de almacenamiento o en los contenedores de transporte.



- La ECA Pacífico Noroeste presentó un menor promedio de daño total (1.6%) comparado con las ECA del Golfo (3.6%) y Ferrocarril del Sur (2.5%). La ECA Pacífico Noroeste también presentó el daño total promedio más bajo de entre las ECA en cada uno de los tres últimos años y en el P5A.
- El daño total promedio para los contratos cargados como U.S. No.2 o mejor para la ECA del Golfo fue de 3.6% en comparación con los cargados como U.S. No. 3 o mejor (3.7%).

### Límites máximos de daño total del grado U.S.

No. 1: 3%

No. 2: 5%

No. 3: 7%

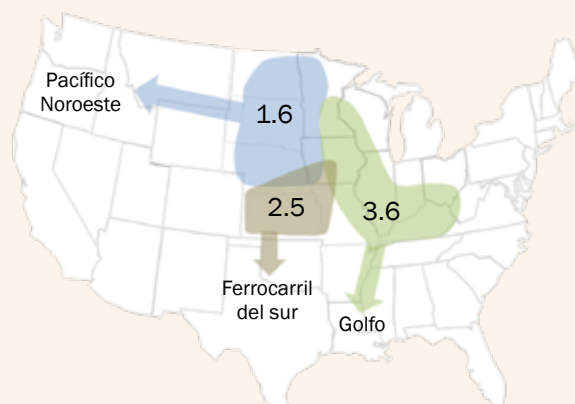
No. 4: 10%

No. 5: 15%

Muestra: >15%

### DAÑO TOTAL (%)

#### PROM. DE LA ZONA DE ACOPIO DE EXPORTACIÓN



## Daño por calor

El daño por calor es un subconjunto del daño total en el grado del maíz, que cuenta con asignaciones separadas en las normas de grados U.S. El daño por calor puede estar causado por la actividad microbiológica en granos calientes y humedecidos, o por el alto calor

aplicado durante el secado. Los bajos niveles de daño por calor pueden indicar que el maíz se secó y almacenó con contenidos de humedad y temperaturas que previenen el daño en el canal de comercialización.

## Resultados

- El daño por calor del promedio agregado de EE. UU. fue 0%, el mismo que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A. Estos promedios han estado por debajo del límite del U.S. No. 1 (0.1%), lo que indica un buen manejo de secado y almacenamiento del maíz a lo largo del canal de comercialización.
- Sólo 5 muestras de todo el conjunto de muestras de exportación de 2019/2020 (un total de 431 muestras) mostraron daño por calor (de las cinco, tres muestras tuvieron 0.1% y dos tuvieron 0.2%).

### Límites máximos de daño por calor del grado U.S.

No. 1: 0.1%

No. 2: 0.2%

No. 3: 0.5%

No. 4: 1%

No. 5: 3%

Muestra: >3%

## B. HUMEDAD

El contenido de humedad se notifica en certificados de grado oficiales, mientras que por lo regular el nivel máximo se especifica en el contrato. Sin embargo, no es un factor de grado. Por ende, la humedad no determina qué grado le será asignado a la muestra. Es importante la humedad, porque afecta la cantidad de materia seca que se vende y compra. El contenido de humedad también es un indicador de la posible necesidad de secado; tiene probables implicaciones en la capacidad de almacenamiento y afecta el peso específico. Un alto contenido de humedad al cosechar aumenta la probabilidad de daño del grano durante la cosecha y el secado. El contenido de humedad y la cantidad de secado que se requiere también afectarán la formación de grietas por estrés, rompimiento y germinación. Los granos sumamente húmedos pueden ser precursores de grandes daños por hongos después,

en el almacenamiento o transporte. Aunque el clima durante la temporada de cultivo afecta el rendimiento, la composición y el desarrollo de los granos, la humedad del grano en la cosecha está influida ampliamente por la madurez del cultivo, el momento de la cosecha y las condiciones climáticas en esta. Los lineamientos generales de la humedad para almacenar grano entero indican que 15% es el nivel máximo recomendado para almacenamiento de hasta seis meses en condiciones invernales; se recomienda un 13% o menos de contenido de humedad para el almacenamiento de seis meses a más de un año para un maíz de calidad y limpio en almacenes aireados, bajo las condiciones típicas del Cinturón de Maíz de EE. UU.<sup>[1]</sup>

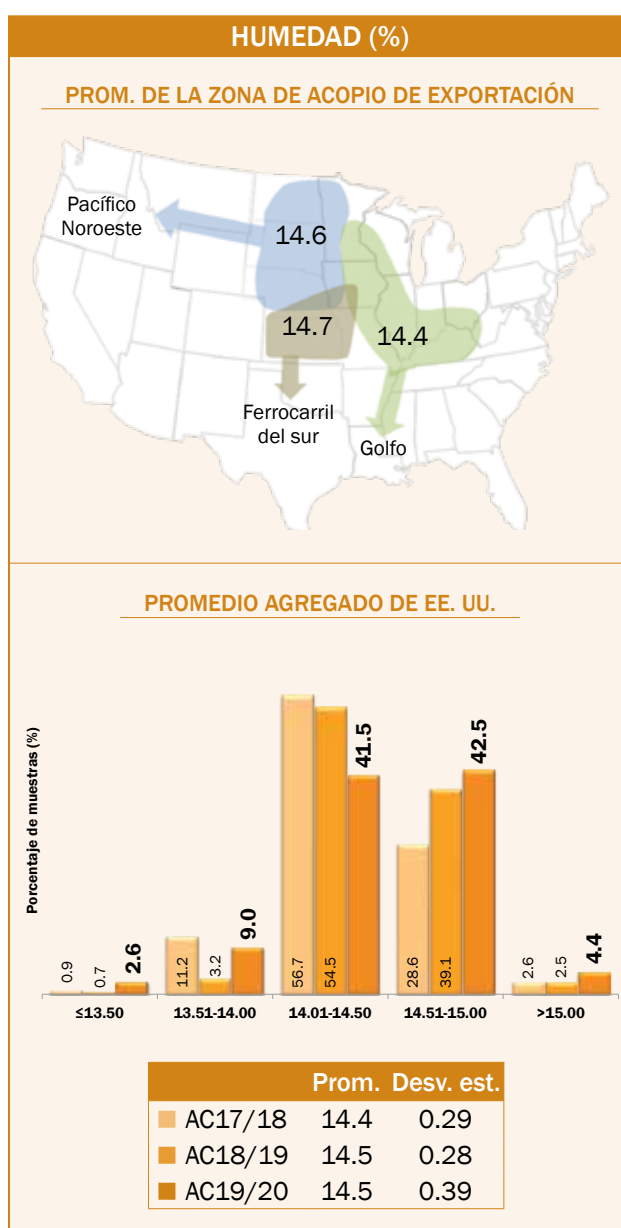


<sup>1</sup>MWPS-13. 2017. Grain Drying, Handling and Storage Handbook. Midwest Plan Service No. 13 Third Edition. Iowa State University, Ames, IA 50011.

### Resultados

- El contenido de humedad del promedio agregado de EE. UU. (14.5 %) fue el mismo que en 2018/2019, pero ligeramente mayor que en 2017/2018 y en el P5A (ambos de 14.4%).
- La desviación estándar del contenido de humedad de las muestras de 2019/2020 (0.39%) fue ligeramente mayor que en 2018/2019 (0.28%), 2017/2018 (0.29%) y que el P5A (0.31%).
- El contenido de humedad de las muestras fue de 12.4 a 15.6%, o 3.2 puntos porcentuales. Este rango es mayor que en 2018/2019 (2.4 puntos porcentuales) y que en 2017/2018 (2.2 puntos porcentuales).
- El contenido de humedad promedio disminuyó entre la cosecha (17.5%) y la exportación (14.5%), mientras que la uniformidad aumentó entre las muestras, como lo indica la desviación estándar más baja al exportar (0.39%) comparada con la de la cosecha (2.35%). El secado en los elevadores locales disminuye el contenido de humedad a niveles seguros de almacenamiento y transporte. La uniformidad en el contenido de humedad aumentó entre la cosecha y la exportación ya que se mezcla y acondiciona el maíz de varias fuentes para que tenga el contenido de humedad deseado.
- De las muestras de 2019/2020, el 46.9% tuvo un contenido de humedad por arriba de 14.5 %, el cual fue mayor que el 41.6% de 2018/2019 y el 31.2% de 2017/2018. El número de muestras por arriba del 14.5% de humedad en la cosecha de este año indica que se debe tener cuidado al monitorear la humedad y revisar las condiciones de almacenamiento.
- El promedio de contenido de humedad de la ECA Pacífico Noroeste (14.6%) fue similar al de las ECA del Golfo (14.4%) y Ferrocarril del Sur (14.7%).

- En la ECA del Golfo, el promedio de humedad fue ligeramente más bajo para los contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor (14.3%) que para contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (14.5%). La desviación estándar de humedad de los contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor (0.42%) fue similar a la de los contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (0.41) para la ECA del Golfo.





**RESUMEN: FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD**

| Exportación 2019/2020        |                 |       |            |      |      | Exportación 2018/2019   |       |            | Exportación 2017/2018   |       |            | Prom. de 5 años (2014-2018) |            |
|------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-------------------------|-------|------------|-------------------------|-------|------------|-----------------------------|------------|
|                              | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín. | Máx. | No. de muestras         | Prom. | Desv. est. | No. de muestras         | Prom. | Desv. est. | Prom.                       | Desv. est. |
| Promedio agregado de EE. UU. |                 |       |            |      |      | Prom. agreg. de EE. UU. |       |            | Prom. agreg. de EE. UU. |       |            | Prom. gral. de EE. UU.      |            |
| Peso específico (lb/bu)      | 431             | 56.8  | 1.00       | 50.4 | 60.1 | 436                     | 57.4* | 0.82       | 430                     | 57.4* | 0.85       | 57.4                        | 0.79       |
| Peso específico (kg/hl)      | 431             | 73.1  | 1.29       | 64.9 | 77.4 | 436                     | 73.9* | 1.05       | 430                     | 73.9* | 1.10       | 73.9                        | 1.02       |
| BCFM (%)                     | 431             | 3.1   | 0.79       | 0.9  | 7.0  | 436                     | 2.9*  | 0.67       | 430                     | 2.9*  | 0.59       | 2.9                         | 0.66       |
| Daño total (%)               | 430             | 2.9   | 1.37       | 0.1  | 10.8 | 436                     | 2.6*  | 1.10       | 430                     | 1.9*  | 1.02       | 2.3                         | 1.00       |
| Daño por calor (%)           | 431             | 0.0   | 0.01       | 0.0  | 0.2  | 436                     | 0.0   | 0.01       | 430                     | 0.0   | 0.01       | 0.0                         | 0.01       |
| Humedad (%)                  | 431             | 14.5  | 0.39       | 12.4 | 15.6 | 435                     | 14.5  | 0.28       | 430                     | 14.4* | 0.29       | 14.4                        | 0.31       |
| Golfo                        |                 |       |            |      |      | Golfo                   |       |            | Golfo                   |       |            | Golfo                       |            |
| Peso específico (lb/bu)      | 242             | 58.0  | 0.76       | 55.1 | 59.9 | 275                     | 58.0  | 0.66       | 276                     | 57.8* | 0.9        | 57.8                        | 0.76       |
| Peso específico (kg/hl)      | 242             | 74.6  | 0.97       | 70.9 | 77.1 | 275                     | 74.7  | 0.85       | 276                     | 74.4* | 1.2        | 74.4                        | 0.97       |
| BCFM (%)                     | 242             | 3.0   | 0.69       | 1.2  | 5.6  | 275                     | 2.9*  | 0.53       | 276                     | 2.9*  | 0.6        | 2.9                         | 0.58       |
| Daño total (%)               | 241             | 3.6   | 1.50       | 0.6  | 10.8 | 275                     | 3.3*  | 1.37       | 276                     | 2.2*  | 1.2        | 2.7                         | 1.14       |
| Daño por calor (%)           | 242             | 0.0   | 0.02       | 0.0  | 0.2  | 275                     | 0.0   | 0.02       | 276                     | 0.0   | 0.0        | 0.0                         | 0.01       |
| Humedad (%)                  | 242             | 14.4  | 0.43       | 12.7 | 15.6 | 274                     | 14.5* | 0.23       | 276                     | 14.5* | 0.3        | 14.4                        | 0.30       |
| Pacífico Noroeste            |                 |       |            |      |      | Pacífico Noroeste       |       |            | Pacífico Noroeste       |       |            | Pacífico Noroeste           |            |
| Peso específico (lb/bu)      | 117             | 53.9  | 1.37       | 50.4 | 60.1 | 96                      | 55.5* | 1.23       | 87                      | 55.6* | 0.7        | 56.0                        | 0.92       |
| Peso específico (kg/hl)      | 117             | 69.3  | 1.76       | 64.9 | 77.4 | 96                      | 71.4* | 1.58       | 87                      | 71.6* | 0.9        | 72.1                        | 1.19       |
| BCFM (%)                     | 117             | 3.8   | 1.17       | 1.7  | 7.0  | 96                      | 3.5*  | 1.17       | 87                      | 3.6   | 0.7        | 3.6                         | 0.96       |
| Daño Total (%) <sup>1</sup>  | 117             | 1.6   | 1.47       | 0.1  | 7.7  | 96                      | 0.7*  | 0.61       | 87                      | 0.6*  | 0.5        | 0.7                         | 0.61       |
| Daño por calor (%)           | 117             | 0.0   | 0.02       | 0.0  | 0.2  | 96                      | 0.0   | 0.01       | 87                      | 0.0   | 0.0        | 0.0                         | 0.01       |
| Humedad (%)                  | 117             | 14.6  | 0.28       | 14.0 | 15.4 | 96                      | 14.4* | 0.28       | 87                      | 14.2* | 0.3        | 14.3                        | 0.26       |
| Ferrocarril del Sur          |                 |       |            |      |      | Ferrocarril del Sur     |       |            | Ferrocarril del Sur     |       |            | Ferrocarril del Sur         |            |
| Peso específico (lb/bu)      | 72              | 57.5  | 1.24       | 54.2 | 59.4 | 65                      | 57.5  | 0.86       | 67                      | 58.2* | 0.7        | 57.6                        | 0.75       |
| Peso específico (kg/hl)      | 72              | 74.0  | 1.60       | 69.8 | 76.5 | 65                      | 74.0  | 1.11       | 67                      | 74.9* | 0.9        | 74.2                        | 0.96       |
| BCFM (%)                     | 72              | 2.2   | 0.53       | 0.9  | 3.8  | 65                      | 1.9*  | 0.53       | 67                      | 2.1   | 0.5        | 2.0                         | 0.57       |
| Daño total (%)               | 72              | 2.5   | 0.78       | 1.0  | 4.9  | 65                      | 2.4   | 0.75       | 67                      | 2.4   | 0.8        | 2.5                         | 0.98       |
| Daño por calor (%)           | 72              | 0.0   | 0.00       | 0.0  | 0.0  | 65                      | 0.0   | 0.00       | 67                      | 0.0   | 0.0        | 0.0                         | 0.00       |
| Humedad (%)                  | 72              | 14.7  | 0.47       | 12.4 | 15.3 | 65                      | 14.6  | 0.45       | 67                      | 14.3* | 0.3        | 14.5                        | 0.40       |

<sup>\*</sup>Indica que el promedio fue significativamente diferente de la Exportación del año en curso, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

<sup>1</sup>El margen de error relativo para predecir el promedio de la población excedió el 10%.



## RESUMEN: FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

| Muestras de exportación de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor |                 |       |            |      |      | Muestras de exportación de contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor |                 |       |            |      |      | Cosecha 2019                        |                 |        |            |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-------------------------------------|-----------------|--------|------------|------|------|
|                                                                       | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín. | Máx. |                                                                       | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín. | Máx. |                                     | No. de muestras | Prom.  | Desv. est. | Mín. | Máx. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>                                   |                 |       |            |      |      | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>                                   |                 |       |            |      |      | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b> |                 |        |            |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                                               | 241             | 57.9  | 0.82       | 54.2 | 59.9 |                                                                       | 178             | 55.3  | 1.24       | 50.4 | 60.1 |                                     | 623             | 57.3** | 1.41       | 42.6 | 61.9 |
| Peso específico (kg/hl)                                               | 241             | 74.5  | 1.06       | 69.8 | 77.1 |                                                                       | 178             | 71.2  | 1.59       | 64.9 | 77.4 |                                     | 623             | 73.8** | 1.81       | 54.8 | 79.7 |
| BCFM (%)                                                              | 241             | 2.7   | 0.48       | 1.1  | 4.7  |                                                                       | 178             | 3.8   | 1.07       | 1.2  | 7.0  |                                     | 623             | 1.0**  | 0.67       | 0.0  | 8.2  |
| Daño total (%)                                                        | 240             | 3.3   | 1.17       | 0.6  | 7.4  |                                                                       | 178             | 2.3   | 1.65       | 0.1  | 10.8 |                                     | 623             | 2.7    | 2.43       | 0.0  | 50.5 |
| Daño por calor (%)                                                    | 241             | 0.0   | 0.01       | 0.0  | 0.2  |                                                                       | 178             | 0.0   | 0.02       | 0.0  | 0.2  |                                     | 623             | 0.0    | 0.00       | 0.0  | 0.0  |
| Humedad (%)                                                           | 241             | 14.4  | 0.43       | 12.4 | 15.3 |                                                                       | 178             | 14.6  | 0.32       | 13.2 | 15.6 |                                     | 613             | 17.5** | 2.35       | 11.0 | 30.0 |
| <b>Golfo</b>                                                          |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                                                          |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                        |                 |        |            |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                                               | 182             | 58.0  | 0.67       | 56.2 | 59.9 |                                                                       | 59              | 58.1  | 0.98       | 55.1 | 59.8 |                                     | 594             | 57.8** | 1.27       | 48.0 | 61.9 |
| Peso específico (kg/hl)                                               | 182             | 74.6  | 0.86       | 72.3 | 77.1 |                                                                       | 59              | 74.7  | 1.26       | 70.9 | 77.0 |                                     | 594             | 74.4** | 1.64       | 61.8 | 79.7 |
| BCFM (%)                                                              | 182             | 2.9   | 0.49       | 1.4  | 4.7  |                                                                       | 59              | 3.6   | 0.87       | 1.2  | 5.6  |                                     | 594             | 0.9**  | 0.61       | 0.0  | 5.1  |
| Daño total (%)                                                        | 181             | 3.6   | 1.29       | 0.6  | 7.4  |                                                                       | 59              | 3.7   | 2.02       | 1.0  | 10.8 |                                     | 594             | 3.0**  | 2.50       | 0.0  | 50.5 |
| Daño por calor (%)                                                    | 182             | 0.0   | 0.01       | 0.0  | 0.2  |                                                                       | 59              | 0.0   | 0.02       | 0.0  | 0.1  |                                     | 594             | 0.0    | 0.00       | 0.0  | 0.0  |
| Humedad (%)                                                           | 182             | 14.3  | 0.42       | 12.7 | 15.3 |                                                                       | 59              | 14.5  | 0.41       | 13.2 | 15.6 |                                     | 594             | 17.6** | 2.32       | 11.0 | 30.0 |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                                              |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>                                              |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |        |            |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                                               | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 53.9  | 1.37       | 50.4 | 60.1 |                                     | 318             | 55.7** | 1.80       | 42.6 | 61.9 |
| Peso específico (kg/hl)                                               | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 69.3  | 1.76       | 64.9 | 77.4 |                                     | 318             | 71.7** | 2.31       | 54.8 | 79.7 |
| BCFM (%)                                                              | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 3.8   | 1.17       | 1.7  | 7.0  |                                     | 318             | 1.2**  | 0.88       | 0.0  | 8.2  |
| Daño total (%)                                                        | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 1.6   | 1.47       | 0.1  | 7.7  |                                     | 318             | 2.6**  | 3.02       | 0.0  | 50.5 |
| Daño por calor (%)                                                    | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 0.0   | 0.02       | 0.0  | 0.2  |                                     | 318             | 0.0    | 0.00       | 0.0  | 0.0  |
| Humedad (%)                                                           | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 14.6  | 0.28       | 14.0 | 15.4 |                                     | 318             | 18.3** | 2.96       | 11.5 | 29.6 |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                                            |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>                                            |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |        |            |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                                               | 59              | 57.6  | 1.30       | 54.2 | 59.4 |                                                                       | 2               | 57.2  | 1.23       | 56.4 | 58.1 |                                     | 324             | 58.6** | 1.18       | 51.9 | 61.9 |
| Peso específico (kg/hl)                                               | 59              | 74.1  | 1.68       | 69.8 | 76.4 |                                                                       | 2               | 73.7  | 1.58       | 72.6 | 74.8 |                                     | 324             | 75.4** | 1.52       | 66.8 | 79.7 |
| BCFM (%)                                                              | 59              | 2.2   | 0.45       | 1.1  | 3.0  |                                                                       | 2               | 3.2   | 0.80       | 2.7  | 3.8  |                                     | 324             | 0.8**  | 0.47       | 0.0  | 3.8  |
| Daño total (%)                                                        | 59              | 2.5   | 0.82       | 1.2  | 4.9  |                                                                       | 2               | 2.4   | 1.04       | 1.6  | 3.1  |                                     | 324             | 2.3    | 1.27       | 0.0  | 27.9 |
| Daño por calor (%)                                                    | 59              | 0.0   | 0.00       | 0.0  | 0.0  |                                                                       | 2               | 0.0   | 0.00       | 0.0  | 0.0  |                                     | 324             | 0.0    | 0.00       | 0.0  | 0.0  |
| Humedad (%)                                                           | 59              | 14.7  | 0.48       | 12.4 | 15.3 |                                                                       | 2               | 14.3  | 0.73       | 13.8 | 14.8 |                                     | 324             | 16.0** | 1.42       | 11.0 | 27.2 |

\*Indica que el promedio de exportación del año en curso fue significativamente diferente del promedio de la cosecha de este año, con base en una prueba t bilateral con un nivel de significancia del 95%.

## C. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química del maíz consiste principalmente en proteína, almidón y aceite. Aunque estos atributos no son factores de grado, lo son de gran interés para el usuario final. Los valores de composición química proporcionan información adicional relacionada con el valor nutritivo para la alimentación de todos los animales de producción, para la molienda en húmedo y otros procesamientos del maíz. A diferencia de muchos

atributos físicos, no es de esperarse que los valores de composición química cambien de forma importante durante el almacenamiento o el transporte. Solo se pueden comparar los contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor y los cargados como U.S. No. 3 o mejor para la ECA del Golfo. Todas las muestras de las otras dos ECA (con dos excepciones) estuvieron en una única agrupación de grado.

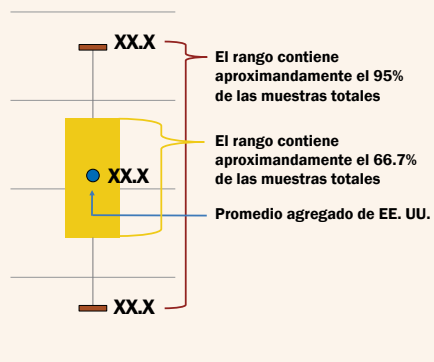
### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

- La concentración de proteína en la exportación (8.3%) del promedio agregado de EE. UU. fue menor que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A y que el promedio de la cosecha de 2019.
- La concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. (72.2%) fue menor que en 2018/2019, ligeramente mayor que en 2017/2018, pero menor que el P5A y el promedio de la cosecha de 2019.
- La concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. (4%) fue el mismo que en 2018/2019 y el P5A, pero menor que en 2017/2018 y el promedio de la cosecha de 2019.
- Fueron menores las desviaciones estándar de la concentración de proteína, almidón y aceite, además de que los rangos fueron más estrechos en las muestras de exportación que en las muestras de la cosecha.

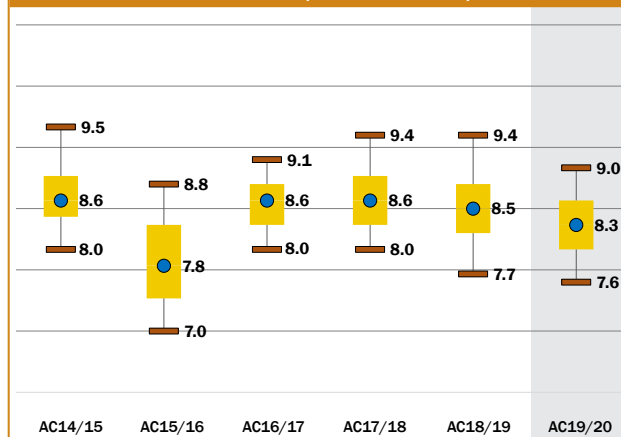


## COMPOSICIÓN QUÍMICA COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

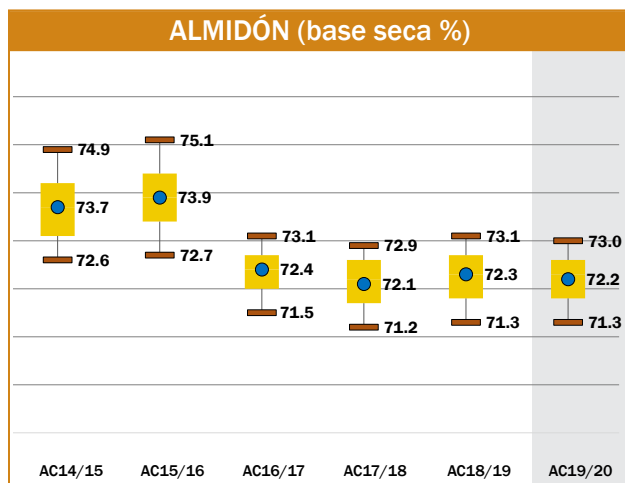
### CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



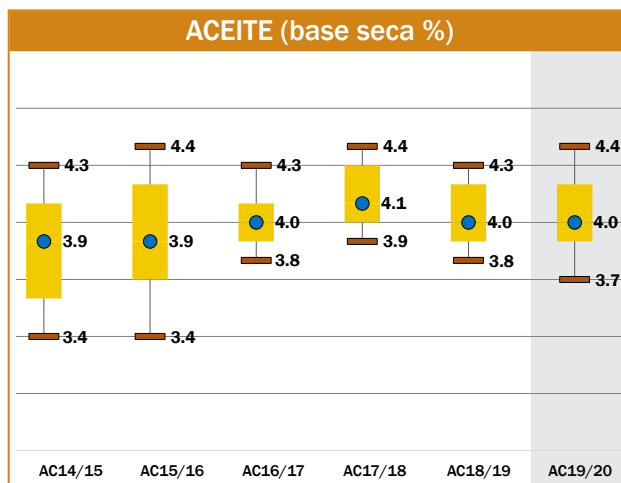
### PROTEÍNA (base seca %)



### ALMIDÓN (base seca %)



### ACEITE (base seca %)



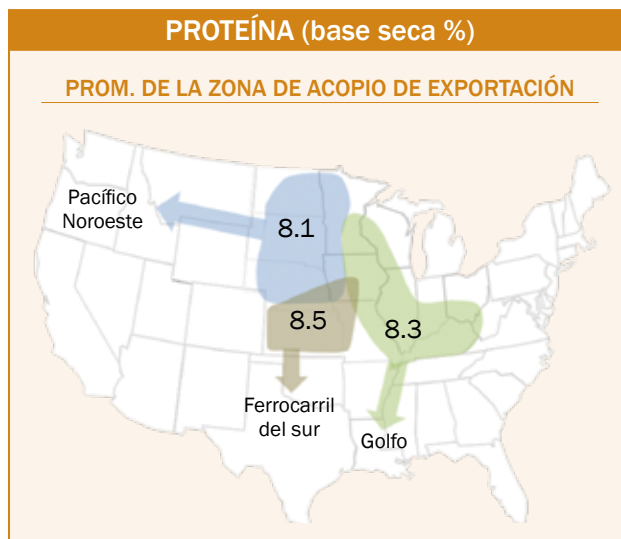
## Proteína

La proteína es muy importante para la alimentación de diferentes especies, porque proporciona aminoácidos azufrados esenciales y ayuda a mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia. La concentración de proteína tiende a disminuir con la disminución de nitrógeno dis-

ponible del suelo y en años con altos rendimientos de cultivo. Con base en una sola muestra, la proteína es por lo general inversamente proporcional a la concentración de almidón. Los resultados están notificados en base seca.

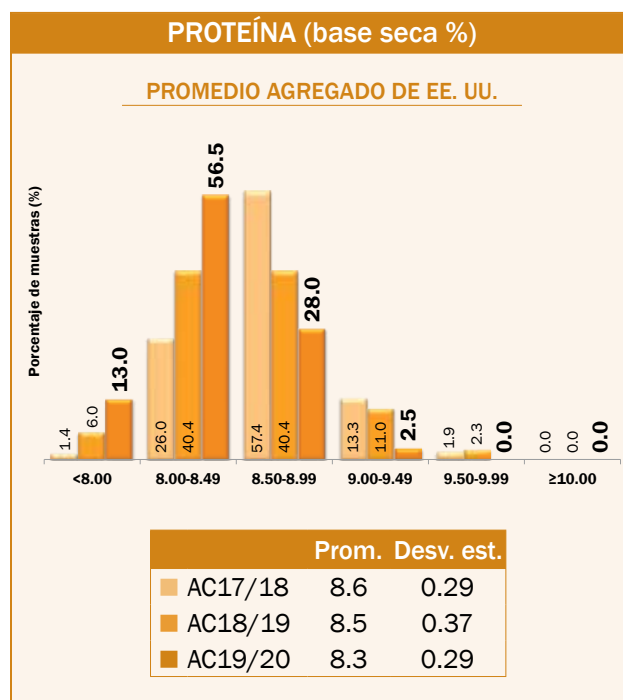
## Resultados

- La concentración de proteína del promedio agregado de EE. UU. (8.3%) fue más baja que en 2018/2019 (8.5%) y 2017/2018 (8.6%) y que el P5A (8.4%), pero igual que la de la cosecha de 2019.
- Las muestras de exportación de 2019/2020 (desviación estándar de 0.29%) fueron más uniformes que las de 2019 (desviación estándar de 0.54%). Además, el rango de concentraciones de proteína en la exportación (de 7.1 a 9.3%) fue menor que en la cosecha (de 6.2 a 10.4%). La uniformidad se debe, en parte, a que los granos se vuelven más homogéneos conforme se agrupan de numerosas fuentes a nivel de cosecha.





- Las muestras de exportación de 2019/2020 se distribuyeron con un 30.5% de concentración de proteína igual o por arriba de 8.5%, en comparación con 53.7% de las muestras de 2018/2019 y 72.6% de las de 2017/2018.
- La ECA del Golfo tuvo una menor concentración de proteína (8.3%) que la del Ferrocarril del Sur (8.5%), pero mayor que la del Pacífico Noroeste (8.1%).
- El promedio de concentración de proteína de los contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor (8.3%) fue el mismo que para los contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (8.3%) para la ECA del Golfo. No se pudieron comparar las otras dos ECA.



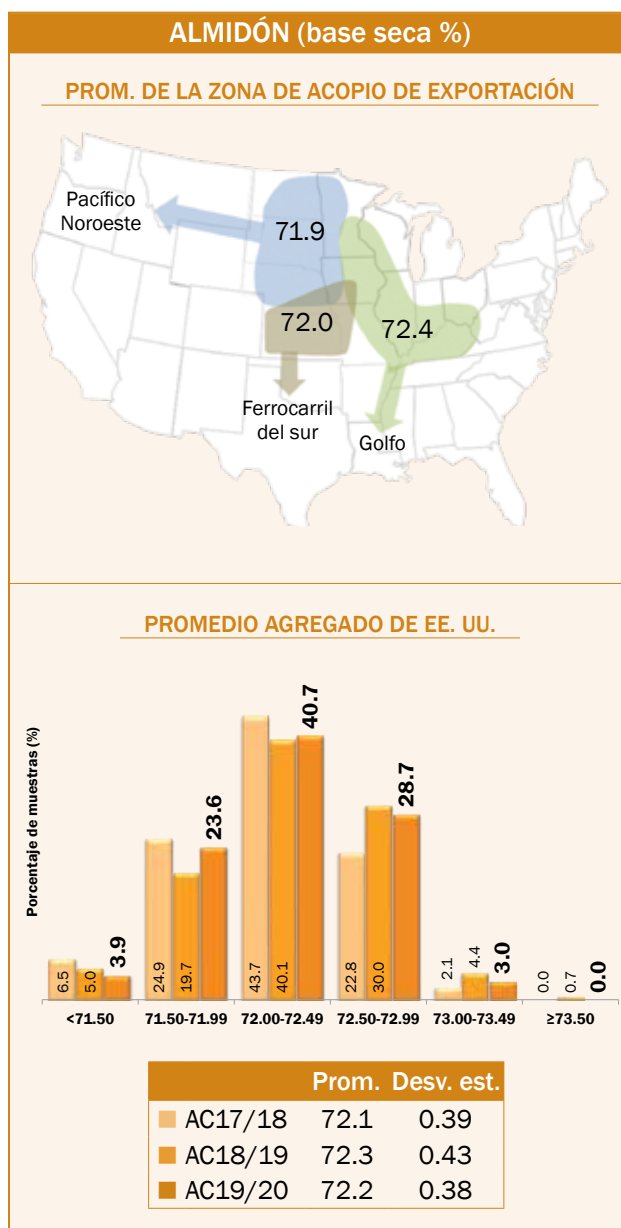
## Almidón

El almidón es un factor importante para el maíz utilizado por molinos en húmedo y fabricantes de etanol por molienda en seco. A menudo, una alta concentración de almidón es un indicador de buen desarrollo/condiciones de llenado del grano y densidades del grano

razonablemente moderadas. Por lo general, el almidón es inversamente proporcional a la concentración de proteína con base en una sola muestra. Los resultados están notificados en base seca.

## Resultados

- La concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. (72.2%) fue menor que en 2018/2019 (72.3%) y ligeramente mayor que en 2017/2018 (72.1%), pero menor que el P5A (72.9%) y que la concentración de la cosecha de 2019 (72.3%).
- La desviación estándar de la concentración de almidón de las muestras de exportación de 2019/2020 (0.38%) fue menor que la de las muestras de cosecha de 2019 (0.58%).
- Las concentraciones de almidón se distribuyeron con 72.4% en o por arriba de 72%, comparadas con el 75.2% en 2018/2019 y el 68.6% en 2017/2018.
- La ECA del Golfo tuvo el mayor promedio de concentración de almidón (72.4%), en comparación con las de Pacífico Noroeste (71.9%) y Ferrocarril del Sur (72%). Las concentraciones promedio de almidón también fueron las mayores para la ECA del Golfo en 2018/2019, 2017/2018 y del P5A.
- El promedio de concentración de almidón para contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor (72.4%) fue ligeramente mayor que para los cargados como U.S. No. 3 o mejor (72.3%) para la ECA del Golfo.



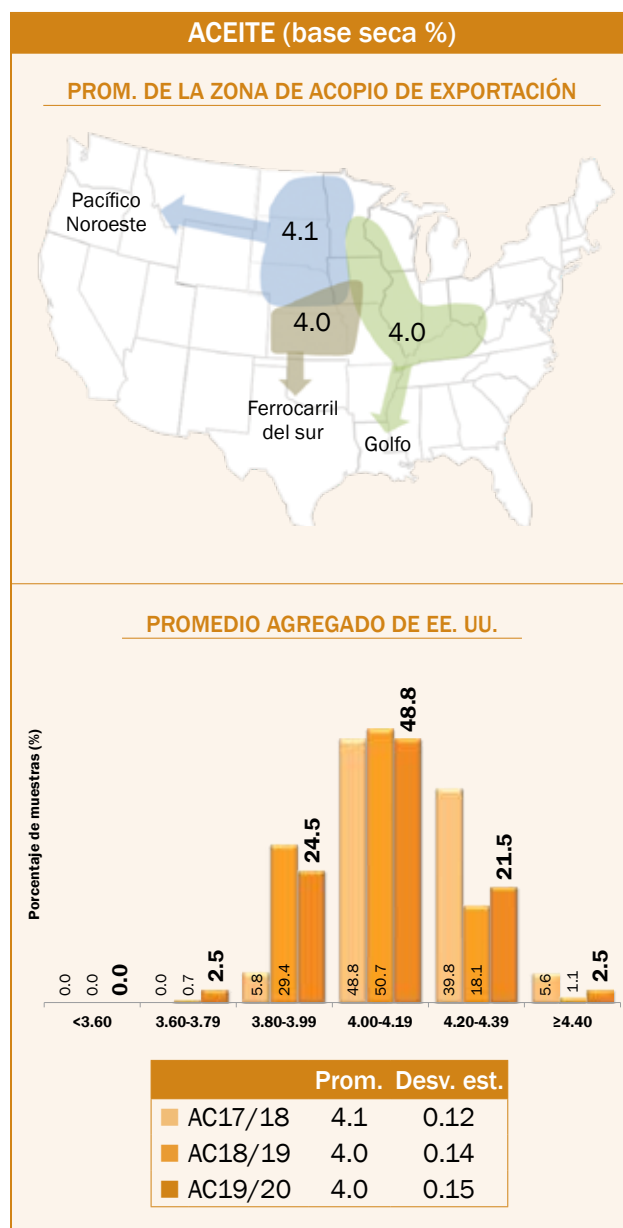
### Aceite

El aceite es un componente esencial de los alimentos para diferentes especies. Sirve como fuente de energía, permite la utilización de vitaminas liposolubles y proporciona ciertos ácidos grasos esenciales. El aceite

es también un importante coproducto de la molienda del maíz en húmedo y en seco. Los resultados están notificados en base seca.

### Resultados

- La concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. (4%) fue el mismo que en 2018/2019, menor que en 2017/2018 (4.1%) e igual al P5A (4%).
- El promedio de concentración de aceite de las muestras de exportación de 2019/2020 fue menor que el de las muestras de la cosecha de 2019 (4.1%), mientras que la desviación estándar al exportar (0.15%) fue más baja que en la cosecha (0.23%).
- Las muestras de 2019/2020 mostraron un mayor porcentaje de aceite igual o por arriba del 4% (72.8%) que el año anterior (69.9%), pero por debajo de las muestras de 2017/2018 (94.2%).
- La concentración promedio de aceite de la ECA del Golfo (4%) fue la misma que la del Ferrocarril del Sur, pero por debajo de la del Pacífico Noroeste (4.1%).
- Las concentraciones de aceite del promedio agregado de EE. UU. de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor (4%) fueron menores que para los contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (4.1%) en la ECA del Golfo.



**RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA**

| Exportación 2019/2020               |                 |       |            |      |      | Exportación 2018/2019          |       |            | Exportación 2017/2018          |       |            | Prom. de 5 años (2014-2018)  |            |
|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|--------------------------------|-------|------------|--------------------------------|-------|------------|------------------------------|------------|
|                                     | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín. | Máx. | No. de muestras                | Prom. | Desv. est. | No. de muestras                | Prom. | Desv. est. | Prom.                        | Desv. est. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b> |                 |       |            |      |      | <b>Prom. agreg. de EE. UU.</b> |       |            | <b>Prom. agreg. de EE. UU.</b> |       |            | <b>Prom. agr. de EE. UU.</b> |            |
| Proteína (base seca %)              | 432             | 8.3   | 0.29       | 7.1  | 9.3  | 436                            | 8.5*  | 0.37       | 430                            | 8.6*  | 0.29       | 8.4                          | 0.30       |
| Almidón (base seca %)               | 432             | 72.2  | 0.38       | 70.2 | 73.4 | 436                            | 72.3  | 0.43       | 430                            | 72.1* | 0.39       | 72.9                         | 0.46       |
| Aceite (base seca %)                | 432             | 4.0   | 0.15       | 3.6  | 4.6  | 436                            | 4.0   | 0.14       | 430                            | 4.1*  | 0.12       | 4.0                          | 0.16       |
| <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                   |       |            | <b>Golfo</b>                   |       |            | <b>Golfo</b>                 |            |
| Proteína (base seca %)              | 242             | 8.3   | 0.22       | 7.7  | 9.0  | 275                            | 8.5*  | 0.26       | 276                            | 8.5*  | 0.27       | 8.4                          | 0.27       |
| Almidón (base seca %)               | 242             | 72.4  | 0.34       | 71.3 | 73.4 | 275                            | 72.4  | 0.34       | 276                            | 72.3* | 0.37       | 73.0                         | 0.42       |
| Aceite (base seca %)                | 242             | 4.0   | 0.13       | 3.6  | 4.4  | 275                            | 4.0   | 0.13       | 276                            | 4.2*  | 0.13       | 4.0                          | 0.16       |
| <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>       |       |            | <b>Pacífico Noroeste</b>       |       |            | <b>Pacífico Noroeste</b>     |            |
| Proteína (base seca %)              | 117             | 8.1   | 0.38       | 7.1  | 9.3  | 96                             | 8.4*  | 0.55       | 87                             | 8.9*  | 0.37       | 8.7                          | 0.39       |
| Almidón (base seca %)               | 117             | 71.9  | 0.44       | 70.2 | 73.0 | 96                             | 72.1* | 0.64       | 87                             | 71.7* | 0.46       | 72.6                         | 0.53       |
| Aceite (base seca %)                | 117             | 4.1   | 0.18       | 3.7  | 4.6  | 96                             | 4.1*  | 0.14       | 87                             | 4.1   | 0.11       | 3.9                          | 0.17       |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>     |       |            | <b>Ferrocarril del Sur</b>     |       |            | <b>Ferrocarril del Sur</b>   |            |
| Proteína (base seca %)              | 73              | 8.5   | 0.37       | 7.7  | 9.3  | 65                             | 8.7   | 0.53       | 67                             | 8.7*  | 0.30       | 8.5                          | 0.34       |
| Almidón (base seca %)               | 73              | 72.0  | 0.41       | 71.2 | 72.9 | 65                             | 72.1  | 0.51       | 67                             | 72.1  | 0.37       | 72.7                         | 0.49       |
| Aceite (base seca %)                | 73              | 4.0   | 0.15       | 3.7  | 4.3  | 65                             | 4.0   | 0.14       | 67                             | 4.1*  | 0.11       | 4.0                          | 0.16       |

\*Indica que el promedio fue significativamente diferente de la Exportación del año en curso, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95.0%.



### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

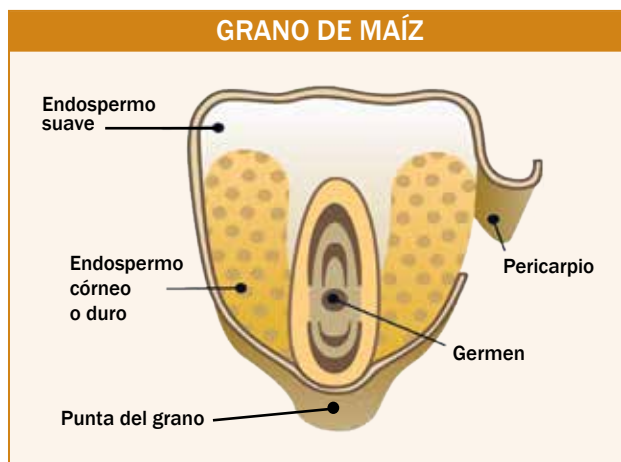
| Muestras de exportación de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor |                 |       |            |      |      | Muestras de exportación de contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor |                 |       |            |      |      | Cosecha 2019                        |                 |        |            |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-------------------------------------|-----------------|--------|------------|------|------|
|                                                                       | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín. | Máx. |                                                                       | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín. | Máx. |                                     | No. de muestras | Prom.  | Desv. est. | Mín. | Máx. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>                                   |                 |       |            |      |      | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>                                   |                 |       |            |      |      | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b> |                 |        |            |      |      |
| Proteína (base seca %)                                                | 241             | 8.4   | 0.26       | 7.7  | 9.3  |                                                                       | 178             | 8.1   | 0.33       | 7.1  | 9.3  |                                     | 623             | 8.3    | 0.54       | 6.2  | 10.4 |
| Almidón (base seca %)                                                 | 241             | 72.3  | 0.35       | 71.2 | 73.4 |                                                                       | 178             | 72.1  | 0.40       | 70.2 | 73.1 |                                     | 623             | 72.3** | 0.58       | 69.8 | 74.4 |
| Aceite (base seca %)                                                  | 241             | 4.0   | 0.14       | 3.6  | 4.4  |                                                                       | 178             | 4.1   | 0.16       | 3.7  | 4.6  |                                     | 623             | 4.1    | 0.23       | 3.2  | 5.0  |
| <b>Golfo</b>                                                          |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                                                          |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                        |                 |        |            |      |      |
| Proteína (base seca %)                                                | 182             | 8.3   | 0.22       | 7.7  | 9.0  |                                                                       | 59              | 8.3   | 0.22       | 7.7  | 8.8  |                                     | 594             | 8.2**  | 0.54       | 6.2  | 10.4 |
| Almidón (base seca %)                                                 | 182             | 72.4  | 0.34       | 71.5 | 73.4 |                                                                       | 59              | 72.3  | 0.33       | 71.3 | 73.1 |                                     | 594             | 72.4   | 0.58       | 69.8 | 74.4 |
| Aceite (base seca %)                                                  | 182             | 4.0   | 0.13       | 3.6  | 4.4  |                                                                       | 59              | 4.1   | 0.13       | 3.8  | 4.4  |                                     | 594             | 4.0    | 0.24       | 3.2  | 5.0  |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                                              |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>                                              |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |        |            |      |      |
| Proteína (base seca %)                                                | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 8.1   | 0.38       | 7.1  | 9.3  |                                     | 318             | 8.2**  | 0.54       | 6.6  | 10.1 |
| Almidón (base seca %)                                                 | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 71.9  | 0.44       | 70.2 | 73.0 |                                     | 318             | 72.2** | 0.58       | 69.8 | 73.8 |
| Aceite (base seca %)                                                  | 0               | -     | -          | -    | -    |                                                                       | 117             | 4.1   | 0.18       | 3.7  | 4.6  |                                     | 318             | 4.1    | 0.25       | 3.5  | 5.0  |
| Proteína (base seca %)                                                | 59              | 8.5   | 0.39       | 7.7  | 9.3  |                                                                       | 2               | 8.8   | 0.35       | 8.5  | 9.0  |                                     | 324             | 8.6    | 0.54       | 6.2  | 10.4 |
| Almidón (base seca %)                                                 | 59              | 72.1  | 0.39       | 71.2 | 72.9 |                                                                       | 2               | 71.6  | 0.21       | 71.4 | 71.7 |                                     | 324             | 72.2** | 0.56       | 69.8 | 74.2 |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                                            |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>                                            |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |        |            |      |      |
| Aceite (base seca %)                                                  | 59              | 4.0   | 0.16       | 3.7  | 4.3  |                                                                       | 2               | 4.0   | 0.14       | 3.9  | 4.1  |                                     | 324             | 4.0**  | 0.21       | 3.3  | 4.8  |

\*Indica que el promedio de exportación del año en curso fue significativamente diferente del promedio de la cosecha de este año, con base en una prueba t bilateral con un nivel de significancia del 95%.



## D. FACTORES FÍSICOS

Los factores físicos son otros atributos de calidad que no son ni factores de grado, ni de composición química. Los factores físicos incluyen grietas por estrés, peso, volumen y densidad verdadera del grano, porcentaje de granos enteros y porcentaje de endospermo duro. Las pruebas de estos factores físicos brindan información adicional sobre las características de procesamiento del maíz para varios usos, así como su capacidad de almacenamiento y el potencial de rompimiento en el manejo. Estos atributos de calidad están influidos por la composición física del grano de maíz, la que a su vez se ve afectada por la genética y las condiciones de cultivo y manejo. Los granos de maíz están compuestos de cuatro partes: el germen o embrión, la punta, el pericarpio o cubierta externa, y el endospermo. El endospermo representa cerca del 82% del grano. Consiste en endospermo suave (también conocido como harinoso u opaco) y el endospermo córneo (también llamado duro o vitroso), como se muestra arriba. El endospermo contiene básicamente almidón y proteína, el germen contiene aceite y algunas proteínas y el pericarpio y la punta son mayormente fibra. Solo



Fuente: Adaptado de Corn Refiners Association, 2011

se pueden comparar los contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor y los cargados como U.S No. 3 o mejor para la ECA del Golfo. Las muestras de las otras dos ECA (excepto dos) tuvieron una única agrupación de grado.

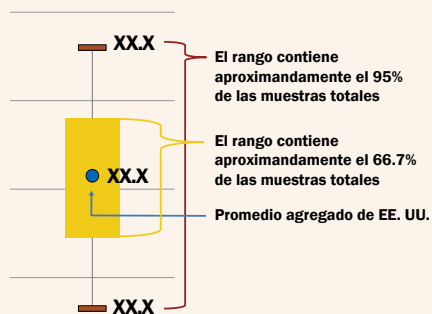


### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

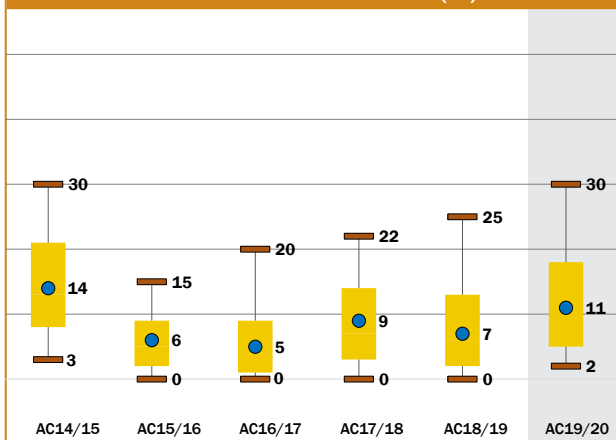
- El promedio agregado de EE. UU. de grietas por estrés (11%) en 2019/2020 fue mayor que los dos años anteriores y que el P5A.
- De las muestras de exportación de 2019/2020, el 25.3% presentó 15% o más de grietas por estrés, comparado con el 11.5% en 2018/2019 y el 16% en 2017/2018.
- El peso de 100 granos del promedio agregado de EE. UU. (35.50 g) fue menor que en 2018/2019, 2017/2018 y que el P5A.
- El promedio del peso de 100 granos de la ECA Pacífico Noroeste (32.39 g) fue menor que en las del Golfo (36.79 g) y el Ferrocarril del Sur (36.20 g).
- En 2019/2020, el 38.2% de las muestras presentó un peso de 100 granos de 36.5 g o mayor, en comparación con el 53.9 y 58.1% de los dos años anteriores. Por ende, las muestras de 2019/2020 tuvieron un menor porcentaje de granos grandes que 2018/2019 y 2017/2018.
- El promedio del volumen de grano del promedio agregado de EE.UU. (0.28 cm<sup>3</sup>) fue el mismo que en 2018/ 2019, 2017/2018 y que el P5A. El promedio del volumen del grano en la exportación fue el mismo que el de la cosecha de 2019.
- En 2019/2020 el volumen promedio del grano fue menor para la ECA Pacífico Noroeste (0.26 cm<sup>3</sup>) que para las ECA del Golfo (0.29 cm<sup>3</sup>) y Ferrocarril del Sur (0.28 cm<sup>3</sup>). La ECA Pacífico Noroeste presentó el promedio de volumen del grano y el peso de 100 granos más bajo que en los tres años anteriores y que el P5A, lo que indica que por lo regular, ha tenido granos más pequeños que las ECA del Golfo y Ferrocarril del Sur.
- En 2019 la densidad verdadera del grano (1.278 g/cm<sup>3</sup>) del promedio agregado de EE. UU. fue más bajo que en 2018/2019 (1.288 g/ cm<sup>3</sup>), 2017/2018 (1.287 g/cm<sup>3</sup>) y que el P5A (1.286 g/cm<sup>3</sup>).
- Para las muestras de exportación de 2018/2019, el 67.6% presentó densidades verdaderas de grano iguales o por arriba de 1.275 g/cm<sup>3</sup>, en comparación con el 85.3% en 2018/2019 y 83% en 2017/2018. La densidad verdadera promedio del grano para las muestras de exportación 2019/2020 fue más alta que para las muestras de la cosecha de 2019 (1.247 g/cm<sup>3</sup>). El P5A de la densidad verdadera en la exportación (1.286 g/cm<sup>3</sup>) fue también mayor que el P5A de la cosecha (1.259 g/cm<sup>3</sup>). Durante los nueve años anteriores, el promedio de las densidades verdaderas ha sido de 0.021 a 0.036 g/cm<sup>3</sup> mayor en la exportación que en la cosecha.
- El porcentaje promedio de granos enteros al exportar (77.4%) fue más bajo que en 2018/2019 (85.2%), 2017/2018 (84.4%) y que el P5A (87.1%).
- El porcentaje de muestras de exportación de 2019/2020 con granos enteros mayor o igual al 90% fue de 6.5%, en comparación con el 15.8% en 2018/2019 y el 14.7% en 2017/2018, lo que indica un porcentaje menor de granos enteros en las muestras 2019/2020 que en los dos años anteriores.
- El endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. (81%) fue menor que en 2018/2019 (82%) e igual a los de 2017/2018 y P5A. De las muestras de exportación de 2019/2020, el 73.3% presentó al menos el 80% de endospermo duro, menos que en 2018/2019, pero similar a 2017/2018.

### FACTORES FÍSICOS COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

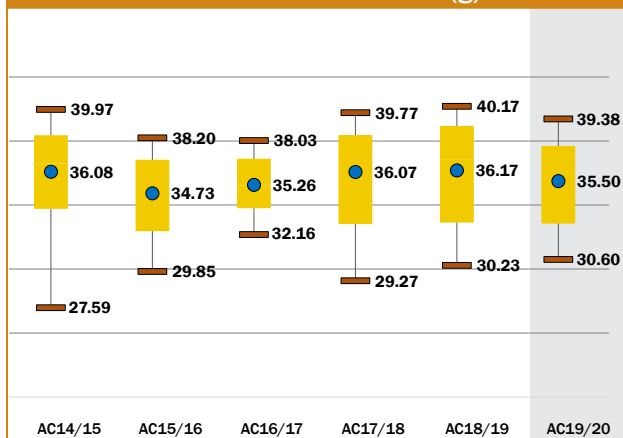
#### CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



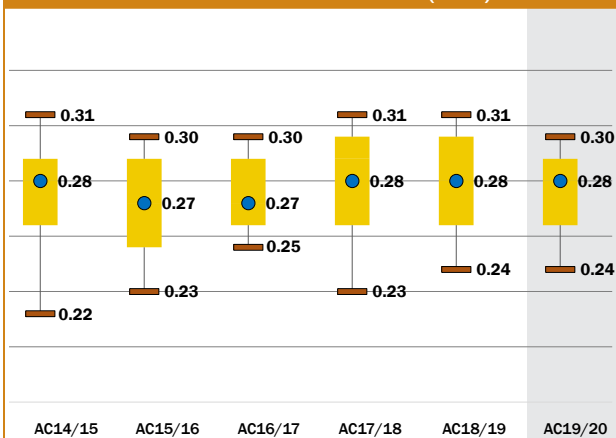
#### GRIETAS POR ESTRÉS (%)



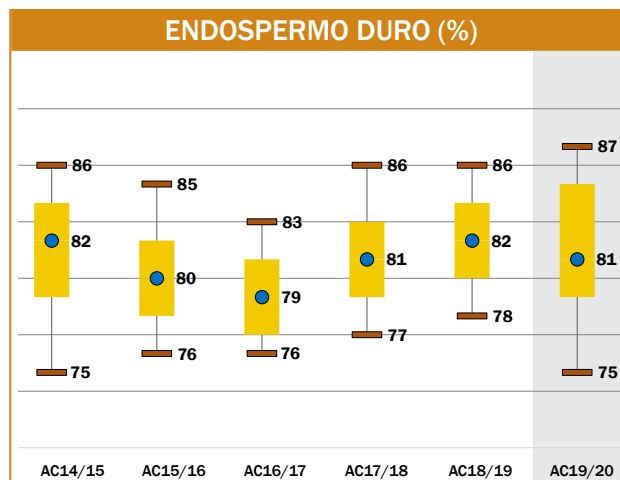
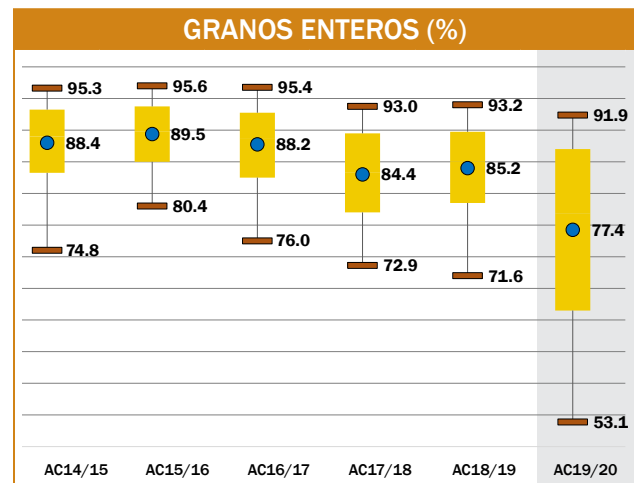
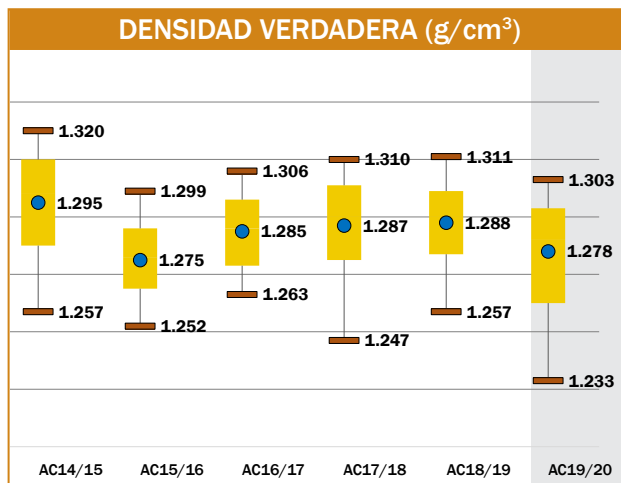
#### PESO DE 100 GRANOS (g)



#### VOLUMEN DEL GRANO (cm<sup>3</sup>)



## FACTORES FÍSICOS COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS



## Grietas por estrés

Las grietas por estrés son fisuras internas en el endospermo córneo (duro) del grano de maíz. Por lo regular, el pericarpio (o cubierta externa) de un grano con grietas por estrés no está dañado, de tal forma que el grano puede parecer normal a primera vista, aun cuando las grietas estén presentes.

Las mediciones de grietas por estrés incluyen a las “grietas por estrés” (el porcentaje de granos con al menos una grieta) y el índice de grietas por estrés, que es el promedio ponderado de una, dos o múltiples grietas. Ambas mediciones usan la misma muestra de 100 granos intactos sin daño externo. “Grietas por estrés” mide sólo el número de granos con grietas por estrés, mientras que el índice de grietas por estrés muestra la gravedad del agrietamiento. Por ejemplo, si la mitad de los granos tienen solo una grieta, la variable “grietas por estrés” es del 50% y el índice de grietas por estrés es de 50 ( $50 \times 1$ ). Sin embargo, si la mitad de granos tienen múltiples grietas (más de dos), indica un mayor potencial de problemas de manejo, “grietas por estrés” permanece en el 50%, pero el índice se convierte en 250 ( $50 \times 5$ ). Siempre es más deseable tener valores más bajos de “grietas por estrés” y de índice de grietas por estrés. En años con niveles altos de grietas por estrés, el índice proporciona información valiosa, porque los altos números de este (tal vez de 300 a 500) indican que la muestra presentaba un porcentaje muy alto de múltiples grietas por estrés. Generalmente son más perjudiciales las grietas múltiples para los cambios de calidad, que una sola grieta por estrés.

La causa de las grietas por estrés es la acumulación de presión debido a gradientes de humedad y temperatura dentro del endospermo duro del grano. Esto se puede comparar con las grietas internas que aparecen cuando un cubo de hielo se deja caer en una bebida tibia. Las grietas internas no se acumulan tanto en el endospermo suave harinoso, como en el endospermo duro o córneo. Por lo tanto, el maíz con un mayor

porcentaje de endospermo duro es más susceptible a las grietas por estrés que el grano más suave. La gravedad de las grietas puede variar en el grano, las cuales pueden ser una, dos o múltiples. El secado a altas temperaturas que elimina rápido la humedad es la causa más común de las grietas por estrés. El impacto de altos niveles de estas grietas en varios usos incluye:

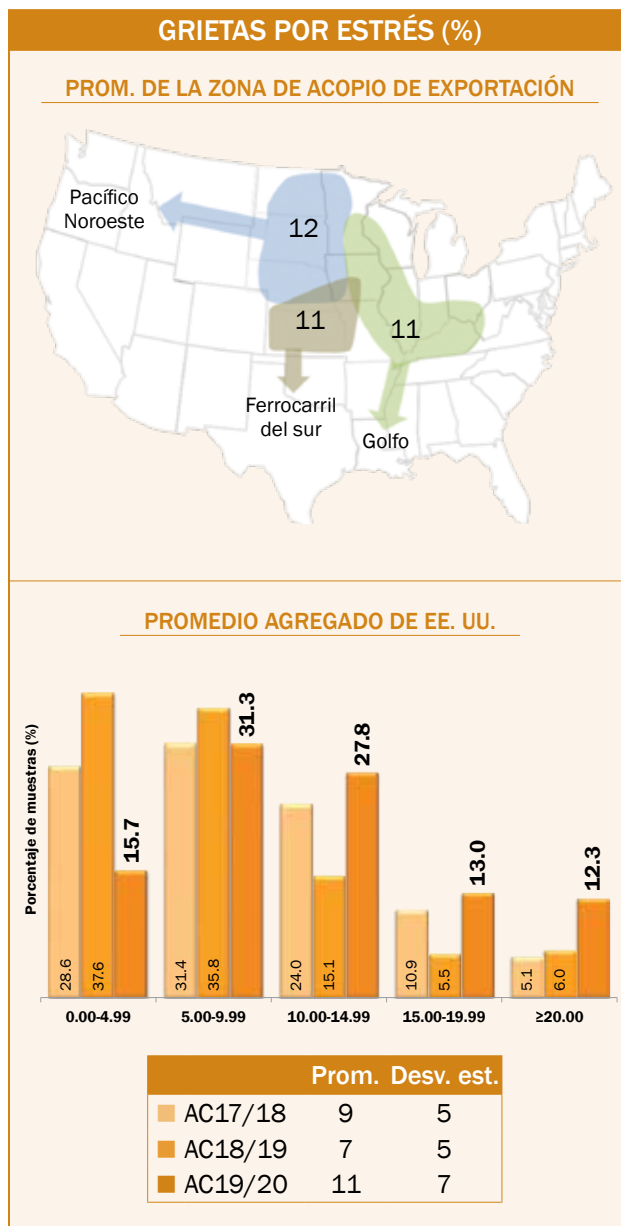
- General: Aumento de la susceptibilidad al rompimiento durante el manejo. Esto puede llevar a que los procesadores tengan que eliminar más maíz quebrado durante las operaciones de limpieza y a una posible reducción de grado o de valor, o ambos.
- Molienda en húmedo: Un rendimiento más bajo de almidón debido a la dificultad de separar el almidón y la proteína. Las grietas por estrés pueden también alterar los requisitos de maceramiento o remojo.
- Molienda en seco: El menor rendimiento de sémo-la en hojuelas grandes (el principal producto de muchas operaciones de molienda en seco).
- Cocción alcalina: Una absorción de agua irregular lleva a la sobrecocción o a la subcocción, lo cual afecta el equilibrio del proceso.

Las condiciones de desarrollo afectarán la madurez del cultivo, el momento de la cosecha y la necesidad del secado artificial, lo que va a influir en el grado de grietas por estrés encontrado de región en región. Por ejemplo, la madurez o cosecha tardía ocasionada por factores relacionados con el clima, tales como el retraso en la siembra por lluvias o las temperaturas frías, pueden aumentar la necesidad del secado artificial.



### Resultados: Grietas por estrés

- Las grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. (11%) fueron mayores que en 2018/2019 (7%), 2017/2018 (9%) y que el P5A (8%).
- Las grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. (11%) fueron más altas en las muestras de cosecha de 2019 (9%). Las grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. aumentaron de 1 a 4 puntos porcentuales entre la cosecha y la exportación en cada uno de los últimos cuatro años y en el P5A.
- El rango de grietas por estrés en las muestras de exportación (de 0 a 47%) fue menor que en las muestras de cosecha de 2019 (de 0 a 95%). Sin embargo, la desviación estándar de 7% fue la misma en la exportación que en la cosecha.
- De las muestras de exportación de 2019/2020, el 25.3% presentó 15% o más de grietas por estrés, comparado con el 11.5% en 2018/2019 y el 16% en 2017/2018.
- Los promedios de grietas por estrés fueron 11%, 12% y 11% para las ECA Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur, respectivamente. La desviación estándar de las grietas por estrés de las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste fue de 6% y de 11% para la de Ferrocarril del Sur.
- Para la ECA del Golfo los porcentajes de grietas por estrés de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor (10%) fueron menores que las de los contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (13%). El mayor número de grietas por estrés encontradas en contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor es constante con los niveles de BCFM más altos (3.6%) de esos contratos, comparado el BCFM (2.9%) de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor. No se pudieron comparar las otras dos ECA.



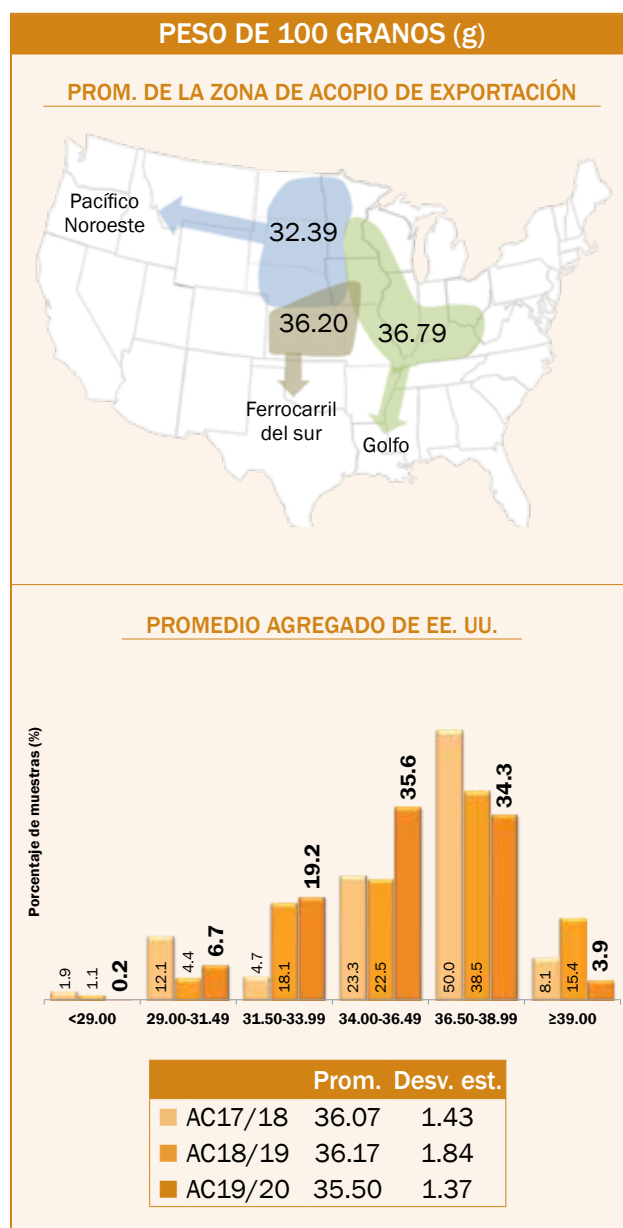
## Peso de 100 granos

El aumento del peso de 100 granos (notificado en gramos) indica un tamaño de granos más grande. El tamaño del grano afecta los índices de secado. Conforme se incrementa el tamaño del grano, aumenta la proporción de volumen a superficie y conforme aumenta esta

proporción, el secado se vuelve más lento. Además, a menudo los granos de tamaño grande y uniforme permiten rendimientos más altos de sémola en hojuelas en la molienda en seco.

## Resultados

- El peso de 100 granos del promedio agregado de EE. UU. (35.50 g) fue menor que en 2018/2019 (36.17 g), 2017/2018 (36.07 g) y que el P5A (35.66 g).
- El promedio del peso de 100 granos para exportación (35.50 g) fue mayor que en la cosecha (34.60 g). De los años 2011/2012 hasta 2019/2020, el promedio del peso de 100 granos fue de 0 a 2.05 g mayor en la exportación, que en la cosecha. Ya que el peso de 100 granos se basa en 100 granos completamente intactos, cualquier rompimiento o reducción del grano entero que se dé en el trayecto pudo haber autoseleccionado granos más pequeños con bajo peso, que pudieran haber sido más propensos al rompimiento.
- Las muestras de exportación presentaron una desviación estándar menor (1.37 g) que las muestras de la cosecha de 2019 (2.48 g). La desviación estándar del peso de 100 granos fue también menor en la exportación que en la cosecha en 2018/2019, 2017/2018 y el P5A, lo que indica una mayor uniformidad en la exportación que en la cosecha.
- El peso de 100 granos promedio de la ECA del Golfo (36.79 g) fue mayor que las ECA del Pacífico Noroeste (32.39 g) y Ferrocarril del Sur (36.20 g). Entre las ECA, la de Pacífico Noroeste presentó constantemente el peso de 100 granos más bajo en los tres últimos años y el P5A.
- En 2019/2020, el 38.2% de las muestras presentó un peso de 100 granos de 36.5 g o mayor, comparado con el 53.9 en 2018/2019 y el 58.1% en 2017/2018. Por ende, las muestras de 2019/2020 tuvieron un menor porcentaje de granos grandes que en 2018/2019 y 2017/2018.



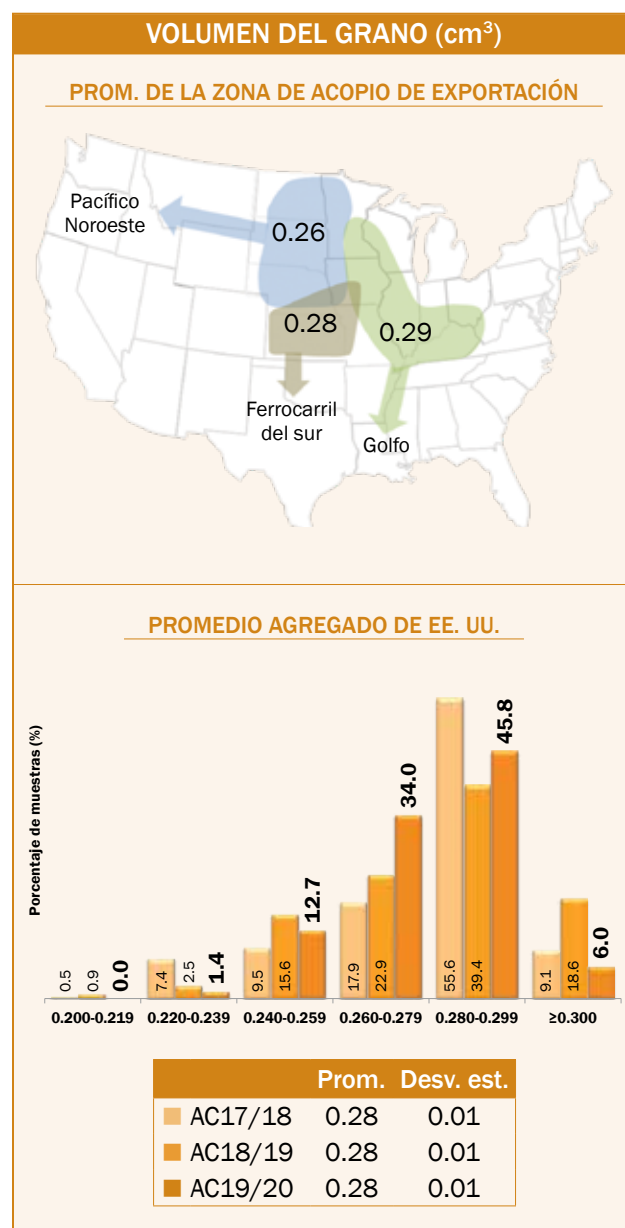
### Volumen del grano

El volumen del grano medido en centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ ) es a menudo un indicio de las condiciones de cultivo. Si las condiciones son secas, los granos pueden ser más pequeños que el promedio. Si la sequía golpea al final de la temporada, los granos pueden

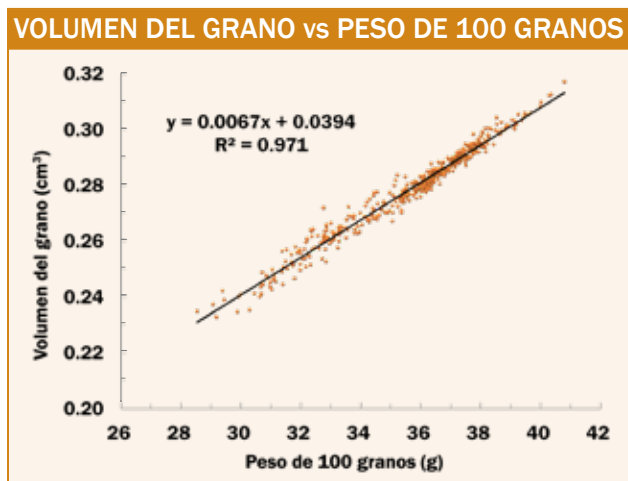
tener un menor llenado. Los granos pequeños o redondos son más difíciles de desgerminar. Además, los granos pequeños pueden llevar a los procesadores a tener más pérdidas por limpieza y a rendimientos más altos de fibra.

### Resultados

- El volumen de grano del promedio agregado de EE. UU. ( $0.28 \text{ cm}^3$ ) fue el mismo que en 2018/ 2019, 2017/2018 y que el P5A.
- El rango de volumen del grano (de  $0.23$  a  $0.32 \text{ cm}^3$ ) fue similar a 2018/2019 (de  $0.22$  a  $0.32 \text{ cm}^3$ ) y 2017/2018 (de  $0.22$  a  $0.32 \text{ cm}^3$ ).
- La desviación estándar del volumen del grano ( $0.01 \text{ cm}^3$ ) fue la misma que en 2018/2019, 2017/2018 y el P5A.
- El volumen de grano del promedio agregado de EE. UU. en la exportación ( $0.28 \text{ cm}^3$ ) fue el mismo que en la cosecha de 2019.
- El volumen promedio del grano fue más pequeño para la ECA de Pacífico Noroeste ( $0.26 \text{ cm}^3$ ) que para las ECA del Golfo ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) y Ferrocarril del Sur ( $0.28 \text{ cm}^3$ ) en 2019/2020. La ECA de Pacífico Noroeste también obtuvo el promedio de volumen de grano más bajo en 2018/2019, 2017/2018 y del P5A.
- De las muestras de exportación de 2019/2020, el 51.8% presentaron volúmenes de grano iguales o mayores a  $0.28 \text{ cm}^3$ , en comparación con el 58% en 2018/2019 y 64.7% en 2017/2018.



- En las muestras de exportación de 2019/2020, hay una relación positiva entre el volumen del grano y el peso de 100 granos, como lo muestra la figura adyacente (el coeficiente de correlación es de 0.99). Esto indica que a mayor peso de 100 granos de maíz, es mayor el volumen del grano.
- En la ECA del Golfo el promedio del volumen del grano de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) fue el mismo que el de contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor ( $0.29 \text{ cm}^3$ ).



### Densidad verdadera del grano

La densidad verdadera del grano se calcula como el peso de una muestra de 100 granos dividida por el volumen o desplazamiento de esos 100 granos, la cual se notifica en gramos por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ). La densidad verdadera es un indicador relativo de la dureza del grano, el cual es útil para el procesamiento alcalino y la molienda en seco. La densidad verdadera puede afectarse por la genética del híbrido del maíz y por el entorno de cultivo. El maíz con una mayor densidad es típicamente menos susceptible al rompimiento

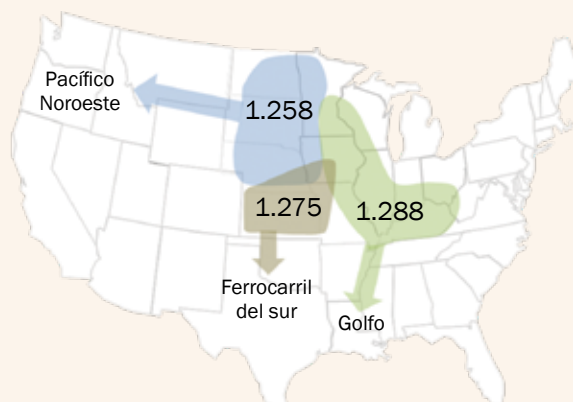
durante el manejo, que el maíz de densidad más baja, pero está también más en riesgo de desarrollar grietas por estrés si se emplea secado a altas temperaturas. Las densidades verdaderas por encima de  $1.30 \text{ g/cm}^3$  indican un maíz muy duro, lo cual es normalmente deseable para la molienda en seco y para procesamiento alcalino. Las densidades verdaderas cercanas y por debajo del nivel de  $1.275 \text{ g/cm}^3$  tienden a ser más suaves, pero se procesan bien en molienda en húmedo y para uso en alimentos balanceados.

### Resultados

- La densidad verdadera del grano ( $1.278 \text{ g/cm}^3$ ) del promedio agregado de EE. UU. fue más baja que en 2018/2019 ( $1.288 \text{ g/cm}^3$ ), 2017/2018 ( $1.287 \text{ g/cm}^3$ ) y que el P5A ( $1.286 \text{ g/cm}^3$ ).
- La densidad verdadera promedio del grano de las muestras de exportación 2019/2020 fue más alta que para las muestras de la cosecha de 2019 ( $1.247 \text{ g/cm}^3$ ). El P5A de la densidad verdadera en la exportación ( $1.286 \text{ g/cm}^3$ ) fue también mayor que el P5A de la cosecha ( $1.259 \text{ g/cm}^3$ ). Durante los nueve años anteriores, el promedio de las densidades verdaderas ha sido de 0.021 a  $0.036 \text{ g/cm}^3$  mayor en la exportación que en la cosecha.
- Las muestras de exportación de 2019/2020 tuvieron un rango de  $1.205$  a  $1.314 \text{ g/cm}^3$  (con una desviación estándar de  $0.012 \text{ g/cm}^3$ ), mientras que las muestras de la cosecha de 2019 tuvieron un rango más amplio ( $1.116$  a  $1.322 \text{ g/cm}^3$ ) y una mayor desviación estándar ( $0.021 \text{ g/cm}^3$ ).

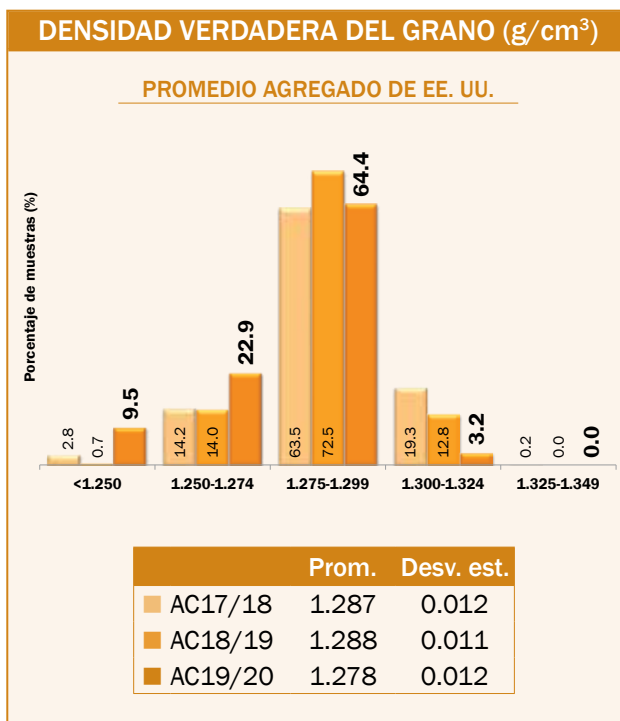
#### DENSIDAD VERDADERA DEL GRANO ( $\text{g/cm}^3$ )

##### PROM. DE LA ZONA DE ACOPIO DE EXPORTACIÓN





- En las muestras de exportación de 2019/2020, el 67.6% presentó densidades verdaderas de grano iguales o por arriba de 1.275 g/cm<sup>3</sup>, en comparación al 85.3% en 2018/2019 y 83% en 2017/2018. Es curioso que el promedio de la densidad de masa o peso específico (56.8 lb/bu) de 2019/2020 también fuera menor que en los dos años previos y que el P5A (todos de 57.4 lb/bu).
- Las densidades verdaderas del grano de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur promediaron 1.288 g/cm<sup>3</sup>, 1.258 g/cm<sup>3</sup> y 1.275 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.
- La densidad verdadera promedio del grano de la ECA del Golfo de contratos cargados como U.S. No.2 o mejor (1.288 g/cm<sup>3</sup>) fue ligeramente mayor que para contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (1.287 g/cm<sup>3</sup>).



## Granos enteros

Aunque el nombre indique algo de una proporción inversa entre los granos enteros y BCFM, las pruebas de granos enteros transmiten información diferente que la porción de maíz quebrado de las pruebas de BCFM. El maíz quebrado se define únicamente por el tamaño del material. Las pruebas de granos enteros miden el porcentaje de granos completamente intactos de la muestra, sin daños en el pericarpio ni partes del grano astilladas.

La integridad exterior del grano de maíz es muy importante por dos razones clave. Primero, afecta la absorción de agua para la cocción alcalina y para las operaciones de maceración o remojo. Las hendiduras del grano o las grietas del pericarpio dejan que entre el agua al grano más rápido que en los granos intactos o enteros. Demasiada absorción de agua durante la cocción puede resultar en pérdida de solubles, en cocción desuniforme, en tiempos muertos caros o en productos que no cumplen con las especificaciones o ambos. Algunas compañías pagan primas de contratos de maíz despachado por encima de los niveles especificados de granos enteros.

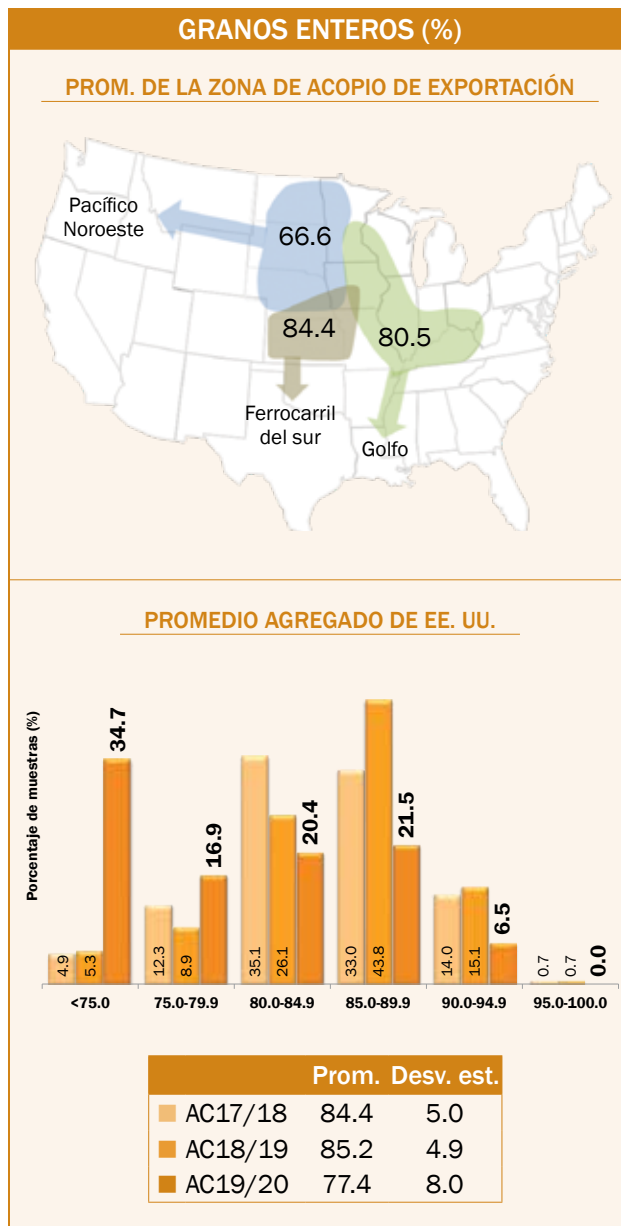
En segundo lugar, los granos enteros intactos son menos susceptibles a hongos en el almacenamiento y al rompimiento durante el manejo. Aunque el endospermo duro se presta a la conservación de más granos enteros que el maíz suave, el factor principal en la entrega de granos enteros es la cosecha y el manejo. Esto comienza con el ajuste adecuado de la cosechadora, seguido de minimizar la gravedad del impacto de los granos en los transportadores y el número de manejo requeridos desde el campo, hasta el usuario final. Cada manejo subsiguiente generará rompimiento adicional. Las cantidades reales de rompimiento aumentan exponencialmente conforme disminuye la humedad, aumenta la altura de caída o aumenta la velocidad del grano al impacto.<sup>[2]</sup> Además, la cosecha con contenido de humedad más alto (por ejemplo, mayor a 25%) normalmente llevará a un pericarpio suave y a más daño del pericarpio del maíz, que cuando se cosecha a niveles de humedad más bajos.



<sup>2</sup>Foster, G.H. and L.E. Holman. 1973. *Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods*. USDA. ARS Marketing Research Report Number 968.

## Resultados

- La cifra de granos enteros del promedio agregado de EE. UU. (77.4%) fue menor que en 2018/2019 (85.2%), 2017/2018 (84.4%) y que el P5A (87.1%).
- El promedio del porcentaje de granos enteros en la exportación en 2019/2020 fue más bajo que en la cosecha (90.8%). El P5A de los granos enteros en la exportación (87.1%) fue también más bajo que el P5A de la cosecha (93.3%). En los últimos tres años y el P5A, los porcentajes de granos enteros han sido de 5.5 a 13.4 puntos porcentuales menos en la exportación que en la cosecha. Esta reducción en granos enteros de la cosecha a la exportación quizás se deba al manejo adicional que se requiere para que llegue a los lugares de carga para exportar.
- Las muestras de exportación de 2019/2020 tuvieron un rango de 32.2 a 93.8% granos enteros y con una desviación estándar de 8%. Las muestras de exportación de 2019 tuvieron un rango de 25.4 a 99.6% y una desviación estándar de 4.2%.
- La ECA de Pacífico Noroeste tuvo el promedio de granos enteros más bajo (66.6%) en comparación con las ECA del Golfo (80.5%) y Ferrocarril del Sur (84.4%).
- El porcentaje de muestras de exportación de 2019/2020 con granos enteros mayor o igual al 90% fue de 6.5%, en comparación con el 15.8% en 2018/2019 y al 14.7% en 2017/2018, lo cual indica que en el último año hubo un porcentaje menor de granos enteros que en los dos años anteriores.
- En la ECA del Golfo, el promedio de granos enteros de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor fue de 81.1%, en comparación con el 78.8% encontrado en contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor.



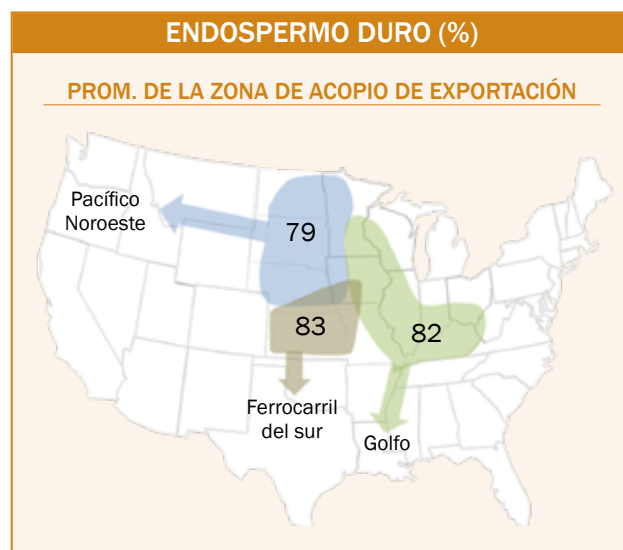
### Endospermo duro (córneo)

Las pruebas de endospermo duro o córneo miden el porcentaje de este endospermo del total del grano, con un valor posible de 70 a 100%. Entre más grande sea la cantidad de endospermo duro con relación al endospermo suave, se dice que el grano de maíz es más duro. El grado de dureza es importante, en función del tipo de procesamiento. El maíz duro es necesario para producir altos rendimientos de sémola en hojuelas grandes en molienda en seco. Es deseable una dureza de alta a media para la cocción alcalina. Una dureza de media a suave se utiliza para molienda en húmedo y para la alimentación del ganado.

La dureza se ha correlacionado con la susceptibilidad de rompimiento, a la utilización/eficiencia alimentaria y a la digestibilidad de almidón. Como prueba de la dureza general, no existe un valor bueno o malo del endospermo duro. Solo existe una preferencia de rangos en particular de los diferentes usuarios finales. Muchas molindas en seco y cocedores alcalinos prefieren un endospermo córneo mayor al 85%, mientras que las molindas en húmedo y engordadores prefieren típicamente valores entre 70% y 85%. Sin embargo, ciertamente existen excepciones en las preferencias del usuario.

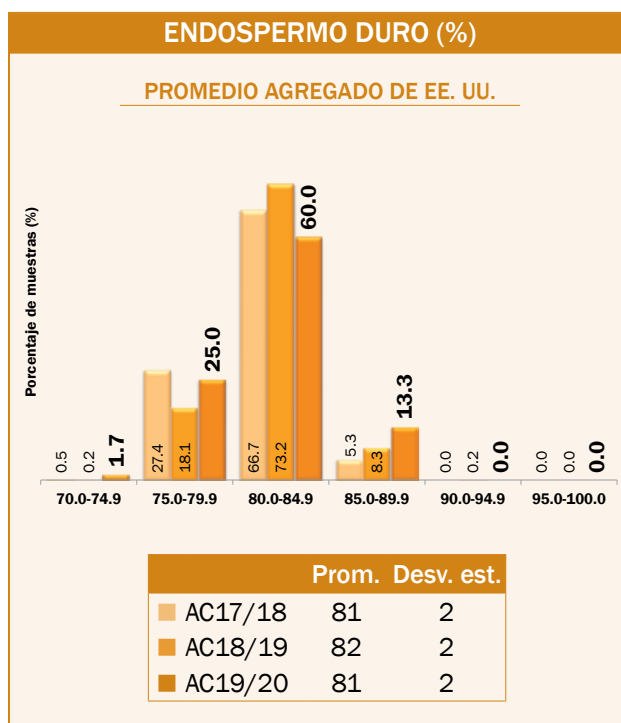
### Resultados

- El endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. (81%) fue más bajo que en 2018/2019 (82%) y el mismo que en 2017/2018 (81%) y que el P5A (81%).
- El promedio de endospermo duro de 2019/2020, de los dos años anteriores y el P5A estuvo dentro del  $\pm 1\%$  punto porcentual del promedio de endospermo duro en la cosecha de 2019, los dos años anteriores y el P5A, respectivamente.
- Las muestras de exportación de 2019/2020 presentaron porcentajes más uniformes de endospermo duro en comparación con las de 2019, como lo indicó la desviación estándar más baja en la exportación (2%) en comparación con la de la cosecha (3%). Las muestras de exportación también tuvieron un rango menor (del 74 al 87%) que las muestras de la cosecha (del 71 al 96%). Este mismo patrón de mayor uniformidad de las muestras de exportación en comparación con las muestras de cosecha también se dio en 2018/2019, 2017/2018 y el P5A.





- El promedio de endospermo duro de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fue de 82, 79 y 83%, respectivamente.
- De las muestras de exportación de 2019/2020, el 73.3% presentó al menos el 80% de endospermo duro, menor que el 81.7% en 2018/2019 y similar al 72% en 2017/2018.
- El promedio de endospermo duro de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor fue el mismo que para los contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor (ambos de 82%) para la ECA del Golfo.





## RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

| Exportación 2019/2020               |                 |       |            |       |       | Exportación 2018/2019   |        |            | Exportación 2017/2018   |        |            | Prom. de 5 años (2014-2018) |            |
|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|-------|-------------------------|--------|------------|-------------------------|--------|------------|-----------------------------|------------|
|                                     | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín.  | Máx.  | No. de muestras         | Prom.  | Desv. est. | No. de muestras         | Prom.  | Desv. est. | Prom.                       | Desv. est. |
| Promedio agregado de EE. UU.        |                 |       |            |       |       | Prom. agreg. de EE. UU. |        |            | Prom. agreg. de EE. UU. |        |            | Prom. gral. de EE. UU.      |            |
| Grietas por estrés (%)              | 432             | 11    | 7          | 0     | 47    | 436                     | 7*     | 5          | 430                     | 9*     | 5          | 8                           | 5          |
| Peso de 100 granos (g)              | 432             | 35.50 | 1.37       | 28.54 | 40.79 | 436                     | 36.17* | 1.84       | 430                     | 36.07* | 1.43       | 35.66                       | 1.64       |
| Volumen del grano (cm³)             | 432             | 0.28  | 0.01       | 0.23  | 0.32  | 436                     | 0.28*  | 0.01       | 430                     | 0.28*  | 0.01       | 0.28                        | 0.01       |
| Densidad verdadera (g/cm³)          | 432             | 1.278 | 0.012      | 1.205 | 1.314 | 436                     | 1.288* | 0.011      | 430                     | 1.287* | 0.012      | 1.286                       | 0.011      |
| Granos enteros (%)                  | 432             | 77.4  | 8.0        | 32.2  | 93.8  | 436                     | 85.2*  | 4.9        | 430                     | 84.4*  | 5.0        | 87.1                        | 4.4        |
| Endospermo duro (%)                 | 180             | 81    | 2          | 74    | 87    | 436                     | 82*    | 2          | 430                     | 81     | 2          | 81                          | 2          |
| Golfo                               |                 |       |            |       |       | Golfo                   |        |            | Golfo                   |        |            | Golfo                       |            |
| Grietas por estrés (%)              | 242             | 11    | 6          | 0     | 35    | 275                     | 6*     | 4          | 276                     | 9*     | 6          | 8                           | 5          |
| Peso de 100 granos (g)              | 242             | 36.79 | 1.28       | 32.84 | 40.79 | 275                     | 37.49* | 1.85       | 276                     | 37.45* | 1.31       | 36.58                       | 1.56       |
| Volumen del grano (cm³)             | 242             | 0.29  | 0.01       | 0.25  | 0.32  | 275                     | 0.29*  | 0.01       | 276                     | 0.29*  | 0.01       | 0.28                        | 0.01       |
| Densidad verdadera (g/cm³)          | 242             | 1.288 | 0.009      | 1.244 | 1.314 | 275                     | 1.293* | 0.009      | 276                     | 1.293* | 0.011      | 1.290                       | 0.011      |
| Granos enteros (%)                  | 242             | 80.5  | 7.5        | 48.0  | 93.8  | 275                     | 86.0*  | 3.9        | 276                     | 83.6*  | 5.4        | 87.4                        | 4.3        |
| Endospermo duro (%)                 | 102             | 82    | 2          | 77    | 87    | 275                     | 82     | 2          | 276                     | 81*    | 2          | 81                          | 2          |
| Pacífico Noroeste                   |                 |       |            |       |       | Pacífico Noroeste       |        |            | Pacífico Noroeste       |        |            | Pacífico Noroeste           |            |
| Grietas por estrés (%) <sup>1</sup> | 117             | 12    | 6          | 2     | 28    | 96                      | 14     | 8          | 87                      | 12     | 6          | 11                          | 6          |
| Peso de 100 granos (g)              | 117             | 32.39 | 1.39       | 28.54 | 35.17 | 96                      | 32.21  | 1.81       | 87                      | 31.12* | 1.93       | 32.40                       | 1.92       |
| Volumen del grano (cm³)             | 117             | 0.26  | 0.01       | 0.23  | 0.28  | 96                      | 0.25*  | 0.01       | 87                      | 0.25*  | 0.01       | 0.25                        | 0.01       |
| Densidad verdadera (g/cm³)          | 117             | 1.258 | 0.018      | 1.205 | 1.290 | 96                      | 1.278* | 0.016      | 87                      | 1.268* | 0.017      | 1.277                       | 0.014      |
| Granos enteros (%)                  | 117             | 66.6  | 9.6        | 32.2  | 85.8  | 96                      | 82.2*  | 7.7        | 87                      | 86.8*  | 3.6        | 85.5                        | 4.8        |
| Endospermo duro (%)                 | 47              | 79    | 3          | 74    | 85    | 96                      | 81*    | 3          | 87                      | 80*    | 2          | 80                          | 2          |
| Ferrocarril del Sur                 |                 |       |            |       |       | Ferrocarril del Sur     |        |            | Ferrocarril del Sur     |        |            | Ferrocarril del Sur         |            |
| Grietas por estrés (%) <sup>1</sup> | 73              | 11    | 11         | 0     | 47    | 65                      | 5*     | 4          | 67                      | 4*     | 3          | 6                           | 5          |
| Peso de 100 granos (g)              | 73              | 36.20 | 1.66       | 32.46 | 39.99 | 65                      | 36.52  | 1.87       | 67                      | 36.80* | 1.29       | 36.25                       | 1.61       |
| Volumen del grano (cm³)             | 73              | 0.28  | 0.01       | 0.26  | 0.31  | 65                      | 0.28   | 0.02       | 67                      | 0.29   | 0.01       | 0.28                        | 0.01       |
| Densidad verdadera (g/cm³)          | 73              | 1.275 | 0.012      | 1.242 | 1.297 | 65                      | 1.284* | 0.013      | 67                      | 1.290* | 0.008      | 1.284                       | 0.010      |
| Granos enteros (%)                  | 73              | 84.4  | 7.1        | 63.2  | 93.8  | 65                      | 86.2   | 4.5        | 67                      | 84.7   | 4.9        | 88.5                        | 3.9        |
| Endospermo duro (%)                 | 31              | 83    | 3          | 78    | 87    | 65                      | 82     | 2          | 67                      | 81*    | 2          | 81                          | 2          |

<sup>\*</sup>Indica que el promedio fue significativamente diferente de la Exportación del año en curso, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95.0%.

<sup>1</sup>El margen de error relativo para predecir el promedio de la población excedió el 10%.

**RESUMEN: FACTORES FÍSICOS**

| Muestras de exportación de contratos cargados como U.S. No. 2 o mejor |                 |       |            |       |       | Muestras de exportación de contratos cargados como U.S. No. 3 o mejor |                 |       |            |       |      | Cosecha 2019                        |                 |       |            |       |      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|------|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|------|
|                                                                       | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín.  | Máx.  |                                                                       | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín.  | Máx. |                                     | No. de muestras | Prom. | Desv. est. | Mín.  | Máx. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>                                   |                 |       |            |       |       | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>                                   |                 |       |            |       |      | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b> |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%)                                                | 241             | 11    | 8          | 0     | 47    | 178                                                                   | 12.19           | 6     | 2          | 28    |      | 623                                 | 9**             | 7     | 0          | 95    |      |
| Peso de 100 granos (g)                                                | 241             | 36.61 | 1.38       | 32.46 | 40.79 | 178                                                                   | 33.91           | 1.36  | 28.54      | 39.46 |      | 623                                 | 34.6**          | 2.48  | 25.11      | 43.93 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )                                  | 241             | 0.28  | 0.01       | 0.26  | 0.32  | 178                                                                   | 0.27            | 0.01  | 0.23       | 0.31  |      | 623                                 | 0.28            | 0.02  | 0.22       | 0.34  |      |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )                               | 241             | 1.285 | 0.009      | 1.242 | 1.314 | 178                                                                   | 1.27            | 0.015 | 1.205      | 1.306 |      | 623                                 | 1.247**         | 0.021 | 1.116      | 1.322 |      |
| Granos enteros (%)                                                    | 241             | 81.7  | 7.1        | 54.8  | 93.8  | 178                                                                   | 70.78           | 9.4   | 32.2       | 92.6  |      | 623                                 | 90.8**          | 4.2   | 25.4       | 99.6  |      |
| Endospermo duro (%)                                                   | 101             | 82    | 2          | 77    | 87    | 72                                                                    | 79.45           | 3     | 0          | 87    |      | 180                                 | 81              | 3     | 71         | 96    |      |
| <b>Golfo</b>                                                          |                 |       |            |       |       | <b>Golfo</b>                                                          |                 |       |            |       |      | <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%)                                                | 182             | 10    | 6          | 0     | 35    | 59                                                                    | 12.63           | 6     | 2          | 26    |      | 594                                 | 10**            | 9     | 0          | 95    |      |
| Peso de 100 granos (g)                                                | 182             | 36.75 | 1.27       | 33.88 | 40.79 | 59                                                                    | 36.92           | 1.31  | 32.84      | 39.46 |      | 594                                 | 35.39**         | 2.60  | 26.61      | 43.93 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )                                  | 182             | 0.29  | 0.01       | 0.26  | 0.32  | 59                                                                    | 0.29            | 0.01  | 0.25       | 0.31  |      | 594                                 | 0.28**          | 0.02  | 0.22       | 0.34  |      |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )                               | 182             | 1.288 | 0.008      | 1.271 | 1.314 | 59                                                                    | 1.29            | 0.010 | 1.244      | 1.306 |      | 594                                 | 1.252**         | 0.019 | 1.116      | 1.322 |      |
| Granos enteros (%)                                                    | 182             | 81.1  | 7.0        | 54.8  | 93.8  | 59                                                                    | 78.77           | 9.0   | 48.0       | 92.6  |      | 594                                 | 91.5**          | 3.8   | 58.0       | 99.6  |      |
| Endospermo duro (%)                                                   | 77              | 82    | 2          | 77    | 87    | 25                                                                    | 82.22           | 2     | 79         | 87    |      | 170                                 | 81**            | 3     | 71         | 96    |      |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                                              |                 |       |            |       |       | <b>Pacífico Noroeste</b>                                              |                 |       |            |       |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%) <sup>1</sup>                                   | 0               | -     | -          | -     | -     | 117                                                                   | 12.05           | 6     | 2          | 28    |      | 318                                 | 9**             | 7     | 0          | 58    |      |
| Peso de 100 granos (g)                                                | 0               | -     | -          | -     | -     | 117                                                                   | 32.39           | 1.39  | 28.54      | 35.17 |      | 318                                 | 32.73           | 2.19  | 25.11      | 42.33 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )                                  | 0               | -     | -          | -     | -     | 117                                                                   | 0.26            | 0.01  | 0.23       | 0.28  |      | 318                                 | 0.27**          | 0.02  | 0.22       | 0.34  |      |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )                               | 0               | -     | -          | -     | -     | 117                                                                   | 1.26            | 0.018 | 1.205      | 1.290 |      | 318                                 | 1.229**         | 0.025 | 1.116      | 1.316 |      |
| Granos enteros (%)                                                    | 0               | -     | -          | -     | -     | 117                                                                   | 66.65           | 9.6   | 32.2       | 85.8  |      | 318                                 | 88.9**          | 5.2   | 25.4       | 99.0  |      |
| Endospermo duro (%)                                                   | 0               | -     | -          | -     | -     | 47                                                                    | 78.73           | 3     | 74         | 85    |      | 95                                  | 80**            | 3     | 73         | 90    |      |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                                            |                 |       |            |       |       | <b>Ferrocarril del Sur</b>                                            |                 |       |            |       |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%) <sup>1</sup>                                   | 59              | 13    | 12         | 0     | 47    | 2                                                                     | 4               | 2     | 2          | 5     |      | 324                                 | 6**             | 5     | 0          | 95    |      |
| Peso de 100 granos (g)                                                | 59              | 36.20 | 1.75       | 32.46 | 39.99 | 2                                                                     | 34.70           | 1.61  | 33.56      | 35.84 |      | 324                                 | 35.16**         | 2.54  | 27.21      | 42.74 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )                                  | 59              | 0.28  | 0.01       | 0.26  | 0.31  | 2                                                                     | 0.27            | 0.01  | 0.26       | 0.28  |      | 324                                 | 0.28**          | 0.02  | 0.22       | 0.34  |      |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )                               | 59              | 1.275 | 0.013      | 1.242 | 1.297 | 2                                                                     | 1.272           | 0.002 | 1.271      | 1.273 |      | 324                                 | 1.262**         | 0.018 | 1.182      | 1.322 |      |
| Granos enteros (%)                                                    | 59              | 83.6  | 7.4        | 63.2  | 93.8  | 2                                                                     | 83.4            | 8.5   | 77.4       | 89.4  |      | 324                                 | 91.7**          | 3.8   | 58.0       | 99.6  |      |
| Endospermo duro (%)                                                   | 24              | 83    | 3          | 79    | 87    | 0                                                                     | -               | -     | -          | -     |      | 91                                  | 82              | 3     | 73         | 96    |      |

\*Indica que el promedio de exportación del año en curso fue significativamente diferente del promedio de la cosecha de este año, con base en una prueba t bilateral con un nivel de significancia del 95%.

## 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 maíz, las aflatoxinas, DON y fumonisina se consideran como tres de las importantes.

La industria de la comercialización de granos de EE. UU. implementa garantías estrictas en el manejo y comercialización de estos granos con nivel elevado de micotoxinas. Todo aquel involucrado en la cadena de valor del maíz, ya sean compañías de semillas, productores de maíz, comercializadores y encargados del manejo de grano, así como importadores de maíz de EE. UU., están interesados en entender cómo la contaminación 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 maíz estadounidense.

Como en los *Informes de la Exportación* anteriores, a las muestras de exportación se les determinaron aflatoxinas y DON. Para el *Informe de la Exportación de*

2019/2020, se añadió la fumonisina a la lista de micotoxinas analizadas. Ahora, el *Informe de la Exportación de 2019/2020*, incluye tres micotoxinas: aflatoxinas, DON y fumonisina.

La suma de nueve años de los *Informes de la Exportación* permite la evaluación de patrones año con año de la presencia de micotoxinas en el maíz en los puntos de exportación. En esta sección se incluye un resumen de la presencia de aflatoxinas y DON en las muestras de los últimos tres *Informes de la Exportación*. En la sección “Perspectiva histórica” se encuentra un comparativo año con año de la presencia de dichas micotoxinas en todos los años de los *Informes de la Cosecha y de la Exportación*.

Dado que el *Informe de la Exportación de 2019/2020* fue el primer año en el que se analizó fumonisina, en esta sección se hace un resumen de la presencia de esta micotoxina en las muestras de exportación de 2019/2020. En la sección “Perspectiva histórica” se incluye una comparación de la presencia de fumonisina en las muestras del *Informe de la Cosecha de 2019/2020* y este *Informe de la Exportación*.



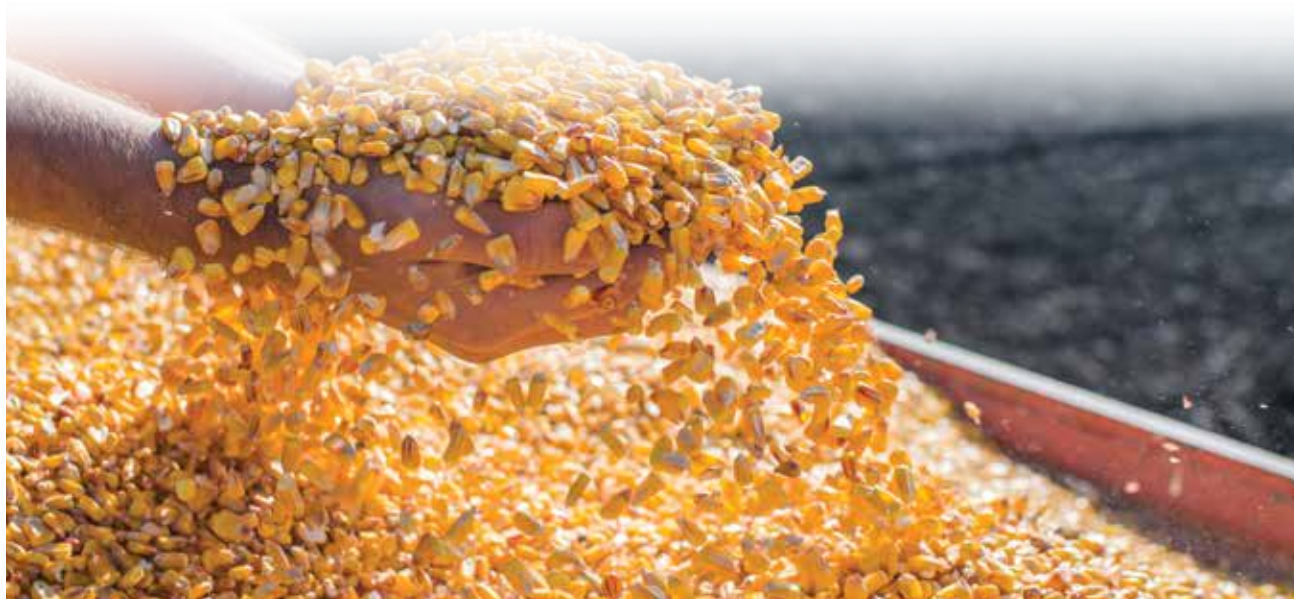
## Antecedentes: Micotoxinas en general

Los niveles en los cuales los hongos producen micotoxinas están influidos por el tipo de hongo y las condiciones ambientales bajo las cuales el maíz se produce y almacena. Debido a estas diferencias, la producción de micotoxinas varía a través de las zonas de producción de maíz y a través de los años. En algunos años, es factible que las condiciones de cultivo en las regiones productoras de maíz 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 impacten el uso del maíz 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 los niveles de acción de aflatoxinas y niveles de recomendación de DON y fumonisina en función del uso al que esté destinado.

Los **niveles de acción** especifican límites precisos de contaminación por encima de los cuales el organismo gubernamental está preparado para hacer valer 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 gubernamental 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 notificación. Una de las fuentes de información adicional es el documento guía de la National Grain and Feed Association (NGFA) titulado “FDA Mycotoxin Regulatory Guidance” que se encuentra en [https://drive.google.com/file/d/1tqeS5\\_eOtsRmxZ5RrTnYu7N-CIr896KGX/view](https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7N-CIr896KGX/view).





### Antecedentes: Aflatoxinas

El tipo de micotoxina más importante relacionado con el grano de maíz 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 mazorca y a menudo los penetran a través de heridas producidas por insectos. Bajo condiciones de sequía, también crece en la inflorescencia femenina hacia los granos individuales.

Existen cuatro tipos de aflatoxinas que se encuentran 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 estas, lo que probablemente resultaría en la muerte de aves, las especies animales más sensibles. El ganado puede experimentar una reducción de la eficiencia alimenticia o de la reproducción, además de que el sistema inmunitario tanto en humanos como en animales puede verse suprimido como resultado de la ingestión de aflatoxinas.

La FDA ha establecido niveles de acción para aflatoxina M1 en leche destinada al consumo humano y para aflatoxina 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 maíz con niveles de aflatoxinas que excedan estos niveles umbral. En general, en la actualidad la FDA no permite la mezcla de maíz para reducir el contenido de aflatoxinas que se vende en el comercio general.

Al maíz exportado de Estados Unidos, por ley federal se le debe determinar las aflatoxinas. Al menos que el contrato exima este requisito, el análisis debe realizarlo el FGIS. El maíz por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb no se puede exportar, a menos que se cumplan otras condiciones estrictas. Esto resulta 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 Mycotoxin Regulatory Guidance” de la National Grain and Feed Association.



## Antecedentes: Deoxinivalenol (DON o vomitoxina)

La DON es otra micotoxina de cuidado para algunos importadores de maíz. Es producida por ciertas especies de *Fusarium*, de las cuales la más importante es *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*), la cual causa también pudrición de la mazorca de *Gibberella* (o pudrición de la mazorca roja). La *Gibberella zeae* se puede desarrollar cuando hay clima frío o moderado y húmedo durante la floración. El hongo crece por la inflorescencia femenina hacia la mazorca. Además para producir DON, crea una notable decoloración roja en los granos en la mazorca. El hongo puede también continuar creciendo y pudrir mazorcas cuando el maíz se deja en pie en el campo. La contaminación del maíz por micotoxinas causada por *Gibberella zeae* comúnmente se relaciona con la postergación excesiva de la cosecha y/o el almacenamiento de maíz 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 rehusarse, tarde o temprano, a comer el maíz contaminado con DON, además de que pueden presentar una baja ganancia de peso, diarrea, letargia y hemorragias intestinales. Puede ocasionar la supresión del sistema inmunitario, lo que resulta en susceptibilidad a una serie de enfermedades infecciosas.

La FDA ha publicado niveles de recomendación de DON. A continuación se muestran los de los productos que contienen maíz.

| Nivel de recomendación de DON | Criterios                                                           |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 5 partes por millón           | Cerdos, que no excedan el 20% de la dieta                           |
| 5 partes por millón           | Resto de animales no listados, que no excedan el 40% de la dieta    |
| 10 partes por millón          | Aves, que no excedan el 50% de la dieta                             |
| 10 partes por millón          | Ganado de engorde y lechero en rumia de más de cuatro meses de edad |

Fuente: "FDA Mycotoxin Regulatory Guidance" de la National Grain and Feed Association.

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



### Antecedentes: Fumonisina

La fumonisina es una micotoxina natural que se encuentra sobre todo en granos, principalmente el maíz. En comparación con las aflatoxinas y DON, es de reciente descubrimiento. La producen varios hongos del género *Fusarium*. La familia de las fumonisinas consiste en fumonisina B1, fumonisina B2 y fumonisina B3. La fumonisina B1 es la más abundante, la cual representa entre el 70 y 80% de la suma de las tres fumonisinas. La principal preocupación de las fumonisinas es la contaminación de los alimentos balanceados, que pueden presentar efectos perjudiciales, en especial en caballos y cerdos. La formación de hongos y fumonisina se da principalmente antes de la cosecha. Los insectos desempeñan un papel importante en la

contaminación con fumonisinas, ya que actúan como un agente que ocasiona heridas que les da acceso al grano. Las condiciones de temperatura y lluvias están relacionadas con el crecimiento fúngico y la contaminación por fumonisinas. En general, esta contaminación se relacionan con el estrés de la planta, daño por insectos, sequía y humedad del suelo. En 2001, la FDA publicó niveles guía de la suma de las tres fumonisinas para los alimentos a base de maíz, para reducir la exposición en el ser humano y en los animales. Los niveles de notificación de la FDA se muestran a continuación.

| Nivel de recomendación de fumonisina | Criterios                                                                                                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 partes por millón                  | Equinos (por ejemplo, caballos) y conejos, que no excedan el 20% de la dieta                                                |
| 20 partes por millón                 | Cerdos y bagres, que no excedan de 50% de dieta                                                                             |
| 30 partes por millón                 | Rumiantes, aves y visones reproductores, que no excedan el 50% de la dieta                                                  |
| 60 partes por millón                 | Rumiantes de más de tres meses destinados al sacrificio y visones para producción de pieles, que no excedan el 50% de dieta |
| 100 partes por millón                | Aves para sacrificio, que no exceda del 50% de la dieta                                                                     |
| 10 partes por millón                 | El resto de animales no listados, que no excedan el 50% de la dieta                                                         |

Fuente: "FDA Mycotoxin Regulatory Guidance" de la National Grain and Feed Association.



## Evaluación de la presencia de aflatoxinas y deoxinivalenol (DON o vomitoxina) y fumonisina

Para evaluar el efecto de estas condiciones en el desarrollo de aflatoxinas, DON y fumonisina, este informe resume los resultados de los análisis oficiales de aflatoxinas del FGIS del USDA y de análisis independientes de DON y fumonisina de las muestras de exportación

recolectadas como parte de este estudio. A un total de 431 muestras recolectadas para este informe se les determinaron las aflatoxinas, mientras que se analizó DON y fumonisina en aproximadamente el 40% de las 430 muestras objetivo, es decir 180.

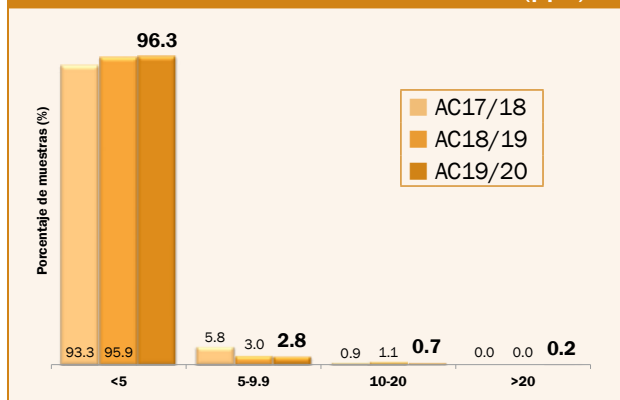
### Resultados: Aflatoxinas

El FGIS del USDA analizó aflatoxinas en un total de 431 muestras de exportación para el *Informe de la Exportación 2019/2020*. Se usó un umbral conocido como el “Límite de Cumplimiento” establecido por el FGIS del USDA, para determinar si aparecía o no un nivel detectable de aflatoxina en la muestra. El “Límite de cumplimiento” de los estuches analíticos aprobados por el FGIS usados para este informe de 2019/2020 fue de 5 ppb de aflatoxinas. Los resultados del estudio de análisis de 2019/2020 son como sigue:

- De las 431 muestras, 415 de ellas (96.3%) no presentaron niveles detectables de aflatoxinas (por debajo del LCL del FGIS de 5 ppb). Este 96.3% es ligeramente mayor que 2018/2019 (95.9%) y que el de 2017/2018 (93.3%).
- Se encontraron niveles de aflatoxina mayores o iguales a 5 ppb, pero menores que 10 ppb en 12 muestras (2.8%) de las 431 muestras analizadas en 2019/2020. Este porcentaje es ligeramente menor que el de 2018/2019 (3%) y significativamente menor que el de 2017/2018 (5.8%).
- Sólo tres muestras (0.7%) de las 431 muestras analizadas en 2019/2020 presentaron niveles de aflatoxinas mayores o iguales a 10 ppb, pero por debajo o igual que el nivel de acción de la FDA de 20 ppb. Este 0.7% es ligeramente menor que el de 2018/2019 (1.1%) y que de 2017/2018 (0.9%).
- Una (1) de las muestras analizadas en 2019/2020 estuvo por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb, que es ligeramente mayor que en los *Informes de la Exportación 2018/2019* y *2017/2018*.

El porcentaje de los resultados de los análisis de las muestras por debajo del “Límite de cumplimiento” en 2019/2020 (96.3%) fue ligeramente mayor que en 2018/2019 (95.9%) y 2017/2018 (93.3%). Estos resultados indican que el nivel de contaminación con aflatoxinas entre los lotes en el mercado de exportación fue mínimo y tal vez el menor de los recientes años comerciales, lo cual es indicativo de que las condiciones climáticas durante la temporada de cultivo de 2019 no fueron propicias para el crecimiento fúngico y la formación de estas micotoxinas. La única muestra que excedió el nivel de acción de la FDA de 20 ppb en el análisis inicial llevado a cabo por el FGIS resultó por debajo de 20 ppb. En este segundo análisis, la muestra resultó ligeramente por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb. Debido a la amplia variabilidad aleatoria relacionada con el método de medición de micotoxinas, es probable que haya dos resultados de análisis de aflatoxinas diferentes, incluso al usar la misma preparación de la muestra y los mismos procedimientos analíticos.

#### RES. DEL ANÁLISIS DE AFLATOXINAS (ppb)



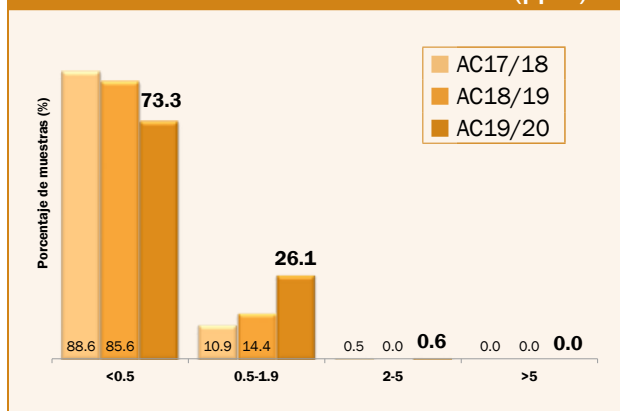
### Resultados: Deoxinivalenol (DON o vomitoxina)

Se analizó DON en un total de 180 muestras de exportación para el *Informe de la Exportación de 2019/2020*. El “Límite de cumplimiento” de los estudios analíticos aprobados por el FGIS usados para este informe de 2019/2020 fue de 0.5 ppm de DON. Los resultados del análisis se muestran a continuación:

- Se encontraron niveles de DON menores a 0.5 ppm (el límite de cumplimiento del FGIS para DON) en 132 muestras (73.3%) de las 180 muestras analizadas. Este 73.3% es menor que el de 2018/2019 (85.6%) y que de 2017/2018 (88.6%).
- En 47 muestras (26.1%) de las 180 muestras analizadas en 2019/2020 se presentaron niveles de DON mayores que o iguales a 0.5 ppb, pero menores a 2 ppm. Este 26.1% es mayor que el de 2018/2019 (14.4%) y que el de 2017/2018 (10.9%).
- Una (1) muestra (0.6%) de las 180 muestras analizadas en 2019/2020 tuvo niveles de DON mayores que o iguales a 2 ppm, pero menores o igual que el nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm. Este 0.6% en 2019/2020 es mayor que el de 2018/2019 (0%) y similar al de 2017/2018 (0.5%).
- Ninguna (0) de las 180 muestras de exportación analizadas en 2019/2020 fue mayor que el nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm, que es el mismo notificado en los *Informes de la Exportación 2018/2019 y 2017/2018*.

Los resultados del estudio de 2019/2020 tuvieron un menor porcentaje de muestras (73.3%) por debajo del límite LCL del FGIS de 0.5 ppm en comparación con 2018/2019 (85.6%) y 2017/2018 (88.6%). Todas las muestras de exportación del estudio estuvieron por debajo o igual al nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm en los tres años de comercialización.

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE DON (ppm)





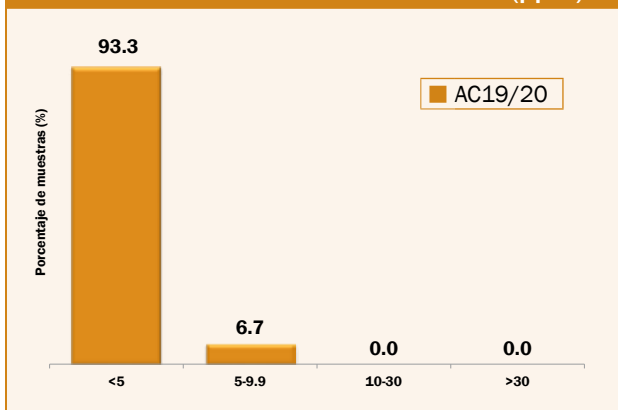
## Resultados: Fumonisina

En el informe 2019/2020 se determinó fumonisina a un total de 180 muestras en conjunto. Este es el primer año que se determina esta micotoxina en las muestras. Por lo tanto, no hay un comparativo de los resultados de fumonisinas de años anteriores. Los resultados del estudio de 2019/2020 fueron los siguientes:

- De las 180 muestras analizadas, 168 (el 93.3%) resultaron por debajo de 5 ppm, el límite de notificación para animales más bajo (equinos y conejos).
- También de las 180 muestras, 12 (6.7%) resultaron mayor que o igual a 5 ppm, pero menos de 10 ppm.
- Ninguna (0%) de las 180 muestras analizadas resultó mayor que o igual a 10 ppm, pero no mayores a 30 ppm.
- Ninguna (0%) de las 180 muestras resultó mayor a 30 ppm, que es el nivel de notificación para animales reproductores rumiantes, aves y visones.

- Los resultados del estudio de 2019/2020 tuvieron un alto porcentaje de muestras (93.3%) que resultaron por debajo del límite de notificación para animales más bajo (5 ppm), lo cual es probable que indique que las condiciones climáticas durante la temporada de cultivo de 2019 no fueron propicias para el crecimiento fúngico y la formación de fumonisinas.

### RES. DEL ANÁLISIS DE FUMONISINA (ppm)







Este *Informe de la Exportación 2019/2020* brinda información anticipada sobre la calidad del maíz al evaluar e informar los atributos de calidad cuando el grano está listo para cargarse en buques o vagones de ferrocarril para exportación. La calidad del maíz incluye una gama de atributos que pueden categorizarse como:

- Características intrínsecas de calidad: la concentración de proteína, aceite y almidón, así como la dureza y la densidad del grano son características intrínsecas de calidad, lo que significa que vienen contenidas en su interior y son de importancia fundamental para el usuario final. Ya que no son visuales, solo 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 de este. Las características incluyen tamaño, forma y color del grano, contenido de humedad, peso específico, granos totales dañados y por daño por calor, granos quebrados y grietas por estrés. Algunas de estas características se miden cuando el maíz recibe un grado oficial del USDA.
- Características de calidad de higiene: 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.

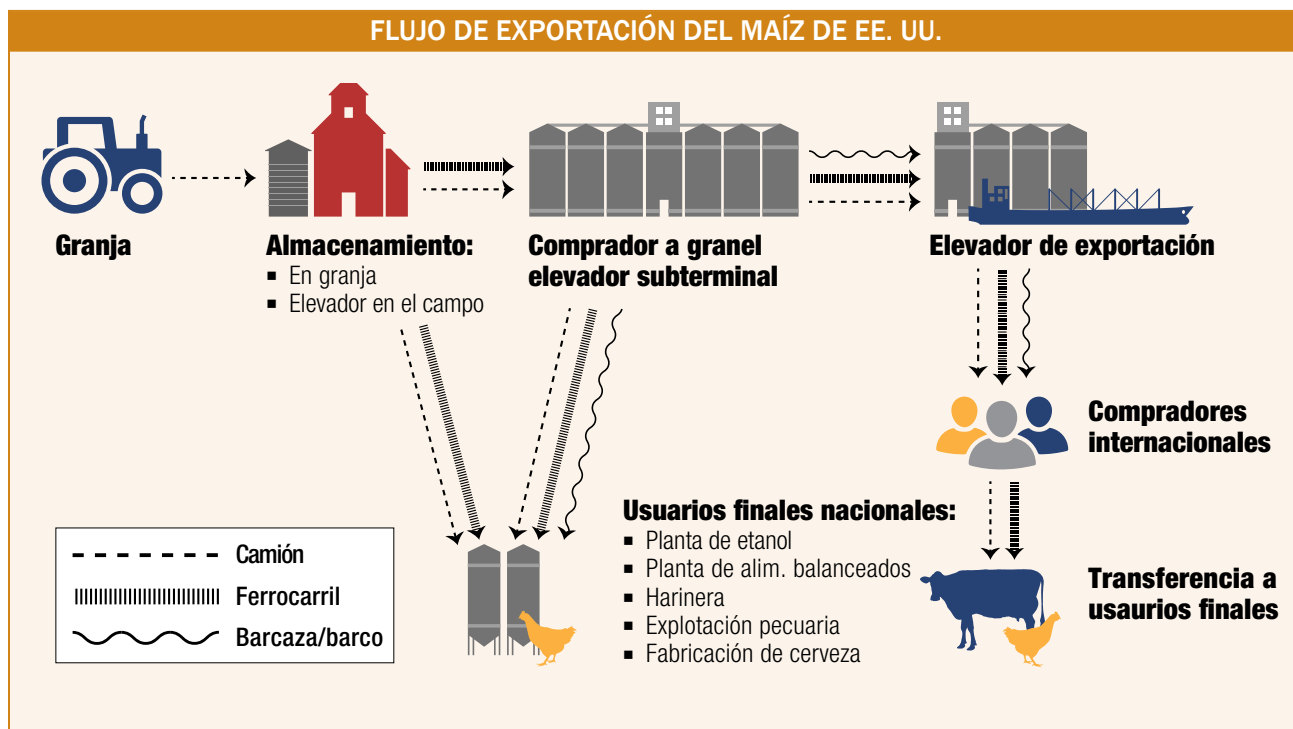
Las características de calidad intrínsecas se ven impactadas de forma importante por la genética y por las condiciones de la temporada de cultivo; típicamente no cambian el nivel de promedio agregado, conforme el maíz pasa a través del sistema de comercialización. Si los valores medidos de las características intrínsecas difieren entre la cosecha y la exportación a nivel del promedio agregado, las diferencias pueden deberse parcialmente a variaciones normales aleatorias en el muestreo. Por otro lado, las características físicas y sanitarias pueden cambiar conforme el maíz pasa a través del canal de comercialización. Las partes involucradas en la comercialización y distribución del maíz usan prácticas operativas (tales como limpieza, secado y acondicionamiento) en cada paso del canal para incrementar la uniformidad, prevenir o minimizar la pérdida de calidad física e higiénica, y cumplir con las especificaciones contractuales.

El *Informe de la cosecha* analiza la calidad del maíz recientemente cosechado conforme entra al sistema de comercialización. El *Informe de la Exportación* brinda información del impacto de las prácticas subsiguientes, tales como limpieza, secado, manejo, mezclado, almacenamiento y transporte de la cosecha hasta el punto donde se cargue para la exportación. Para contextualizar esta evaluación, las siguientes secciones describen el canal de comercialización del campo a la exportación, las prácticas aplicadas al maíz conforme pasa a través de dicho canal y las implicaciones de estas prácticas en la calidad del maíz. Por último, se revisan los servicios de inspección y asignación de grados que brinda el FGIS del USDA o el proveedor oficial de servicios.

## A. FLUJO DE EXPORTACIÓN DEL MAÍZ DE EE. UU.

Conforme el maíz se cosecha, el agricultor transporta el grano a un almacén en el campo, al consumidor final o a instalaciones comerciales de granos. Aunque algunos productores alimentan a su propio ganado con el maíz que producen, la mayor parte del maíz pasa a otros usuarios finales (plantas de alimentos balanceados o procesadores) o a instalaciones comerciales de manejo de granos, tales como elevadores de grano locales, subterminales interiores o elevadores fluviales y portuarios. Los elevadores locales normalmente reciben la mayoría del grano directamente de los agricultores. Los elevadores de subterminales interiores o fluviales recolectan grano en cantidades suficientes

para su carga en vagones de ferrocarril y barcazas para su transporte. Estos elevadores pueden recibir más de la mitad del maíz de otros elevadores, los cuales a menudo están localizados donde fácilmente puede darse cabida al transporte de granos a granel en vagones y barcazas. Los elevadores de granos locales, de subterminales interiores y fluviales brindan funciones como secado, limpieza, mezcla, almacenamiento y comercialización del grano. Los elevadores fluviales y las subterminales interiores más grandes abastecen casi todo el maíz destinado a mercados de exportación. La figura a continuación ilustra el flujo del maíz estadounidense destinado a mercados de exportación.



## B. IMPACTO DE LA COMERCIALIZACIÓN EN LA CALIDAD

Aunque la industria estadounidense de maíz se esfuerza en prevenir o minimizar la pérdida de calidad física y de higiene conforme el grano pasa del campo a la exportación, existen puntos en el sistema donde inevitablemente hay cambios de calidad debido a la

naturaleza biológica del producto. Las siguientes secciones dan información sobre el porqué puede cambiar la calidad del maíz conforme pasa del campo al buque o vagón de ferrocarril.

### Secado y acondicionamiento

Los agricultores a menudo cosechan el maíz con contenidos de humedad que van del 18 al 30%. Este intervalo de contenido de humedad excede los niveles de almacenamiento seguros, que son normalmente entre el 13 y el 14%. Por lo tanto, el maíz húmedo en la cosecha debe secarse a niveles más bajos, para que sea seguro para su almacenamiento y transporte. El acondicionamiento es el uso de ventiladores de aireación para controlar las temperaturas y el contenido de 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 el maíz se seca, puede hacerse mediante sistemas con aire natural, o métodos de secado a baja o alta temperatura. A menudo, los métodos de secado de alta temperatura crean más grietas por estrés en el maíz y en última instancia llevan a mayor rompimiento durante el manejo, que los métodos de secado con aire natural o a baja temperatura. Sin embargo, con frecuencia es necesario el secado a altas temperaturas para facilitar la cosecha oportuna del grano.

### Almacenamiento y manejo

En Estados Unidos, las estructuras de almacenamiento del maíz 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 suelos completamente perforados o con conductos en él, son los tipos de almacenamiento más fáciles de manejar, porque permiten la aireación con un flujo de aire uniforme a través de todo el grano. El almacenamiento plano puede usarse para almacenar a corto plazo. Esto ocurre más seguido cuando la producción de maíz es mayor a la normal y es necesario el almacenamiento de los excedentes. Sin embargo, es mucho más difícil de instalar conductos de aireación adecuados en los tipos de almacenamiento plano, pues con regularidad no proporcionan una aireación uniforme. Además, a veces las pilas en el suelo no están cubiertas y pueden estar sujetas a las inclemencias del clima, lo que puede 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 cintas transportadoras o transportadores en masa. Sin importar cómo se ma-

neje el maíz, 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, contenido de humedad del grano, y por los factores de calidad del maíz tales como las grietas por estrés o la dureza del endospermo. Conforme se incrementan los niveles de rompimiento, se crean más finos (pedazos rotos de maíz), lo que lleva a menor uniformidad en la aireación y en última instancia, a un mayor riesgo de invasión fúngica e infestación de insectos.



## Limpieza

La limpieza del maíz implica eliminar o retirar grandes materiales que no sean maíz y el tamizado para retirar granos pequeños y resacos, pedazos de granos rotos y materiales finos. Este proceso reduce la cantidad de BCFM que se encuentra en el maíz. El potencial de rompimiento y los porcentajes iniciales de granos rotos,

junto con el factor de grado 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 donde haya equipo de limpieza.

## Transporte de maíz

Podría decirse que el sistema de transporte de granos de EE. UU. es uno de los más eficientes del mundo. Comienza con los agricultores que transportan su grano del campo al almacenamiento en la granja o a instalaciones comerciales, mediante grandes vagones o camiones. El maíz se transporta entonces por camión, ferrocarril o barcazas a su siguiente destino. Una vez dentro de las instalaciones de exportación, el maíz se carga en los buques o en vagones de ferrocarril.

La calidad del maíz cambia durante el embarque de la misma manera que cambia durante el almacenamiento. Las causas de estos cambios incluyen variabilidad de la humedad (desuniformidad) y migración de la humedad debida a diferencias de temperatura, alta humedad y temperatura del aire, invasión fúngica e infestación de insectos. Sin embargo, existen algunos factores que afectan al grano durante el transporte y hacen más difícil el control de calidad durante este proceso en comparación con instalaciones fijas de almacenamiento. En primer lugar, hay pocos modos de transporte equipados con aireación, y como resul-



tado, no pueden realizarse medidas correctivas de calentamiento y migración de la humedad durante el transporte. Otro factor es la acumulación de material fino (segregación de material más liviano en el centro) debajo de la canaleta 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. Durante el proceso de descarga en cada paso a lo largo del camino hasta el destino final se da una segregación similar.

## Implicaciones en la calidad

En un grano de maíz, los atributos intrínsecos de calidad como la concentración de aceite, proteína y almidón, permanecen en esencia sin cambios entre la cosecha y la exportación, si suponemos que el daño del grano por respiración o mohos es insignificante. Sin embargo, conforme el maíz pasa a través de los canales de comercialización de EE. UU., se mezcla el maíz de varios orígenes. Como resultado, el promedio

de una característica de calidad intrínseca dada lo determinan los niveles de calidad del maíz de varios orígenes. Se dan otros cambios en las características de calidad físicas y de higiene. Estos incluyen el peso específico, granos dañados, granos rotos, niveles de grietas por estrés, contenido de humedad y variabilidad, material extraño y niveles de micotoxinas.

## C. INSPECCIÓN Y GRADOS DEL GOBIERNO DE EE. UU.

### Propósito

Las cadenas mundiales de suministro de maíz necesitan medidas de supervisión verificables, predecibles 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 grado, se establecen para brindar:

- Información para el comprador sobre la calidad del grano al momento de la carga para el transporte hacia él; 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 grados y normas oficiales que por lo general se utilizan para exportar granos y a las

que se hace referencia en contratos de exportación. El maíz estadounidense vendido por grados y enviado al comercio exterior debe inspeccionarse oficialmente y ser pesado por el FGIS del USDA o por un proveedor de servicios oficial delegado o designado para hacerlo por el mismo FGIS (con algunas pocas excepciones). Además, todas las exportaciones de maíz deben analizarse para determinar aflatoxinas, a menos que el contrato no exija específicamente este requisito. Está permitido que el FGIS designe organismos calificados de inspección estatales y privados como agentes oficiales para inspeccionar y pesar el maíz 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.

### Inspección y muestreo

El elevador de carga de exportación le brinda al FGIS o al organismo estatal de inspección que haya delegado una orden de carga que especifique la calidad del maíz a cargar, como esté designado en el contrato de exportación. La orden de carga especifica el grado estadounidense, el contenido de humedad y el resto de los requisitos que fueron acordados en el contrato entre el comprador extranjero y el proveedor estadounidense, más cualquier requisito especial solicitado por el comprador, tales como el contenido mínimo de proteína, el contenido máximo de humedad u otros requisitos especiales. El personal oficial de inspección determina y certifica que el maíz cargado en el buque o vagón de ferrocarril 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 el FGIS no cuenta con la capacidad local de analizar.

Los embarques o “lotes” de maíz se dividen en “sublotes”. Se toman de estos sublotes muestras representativas para calificar, mediante un derivador de

muestras aprobado por el FGIS. Este dispositivo toma una porción primaria aproximadamente cada 200 a 500 bushels (alrededor de 5.1 a 12.7 toneladas) de





la corriente de grano en movimiento, justo después de la evaluación final antes de la carga en el buque, silo de transporte o vagón de ferrocarril. Por lo regular, las porciones primarias se reducen más mediante un muestreador secundario, además de que se combinan porciones incrementales por sublote, que las inspeccionan inspectores con licencia. Los resultados se ingresan en un registro y se aplica un plan estadístico de carga para asegurar 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 maíz en el camión, vagón de ferrocarril o en la bodega de un buque.

## Asignación de grados

El maíz amarillo se divide en cinco grados numéricos y en un grado de muestra de EE. UU. Cada grado tiene límites de peso específico, BCFM, total de granos dañados y granos con daño por calor, como un subconjunto del daño total. Los límites de cada uno se resumen en la tabla que se muestra en la sección “Información de apoyo del maíz estadounidense” de este informe. Además, el FGIS brinda certificaciones del contenido de humedad y resultados de las aflatoxinas. Los contratos de exportación del maíz también pueden especificar otras condiciones o atributos relacionados con la carga, como las grietas por estrés, concentración de proteína o aceite, y otros resultados de micotoxinas. En

algunos casos, se utilizan laboratorios independientes para que realicen pruebas no exigidas por el FGIS.

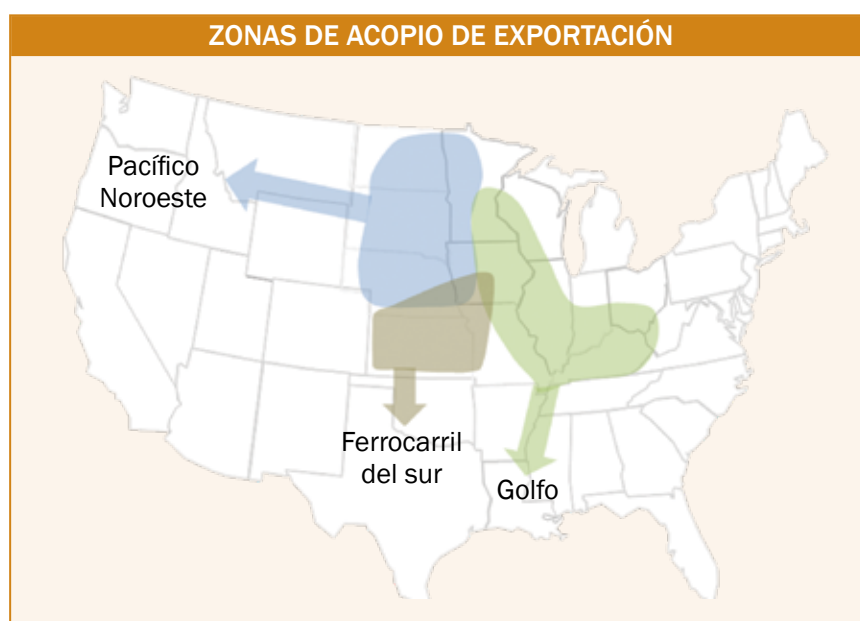
Debido a que los límites en todos los factores de grado oficiales (tales como el peso específico y daño total) no siempre pueden cumplirse de forma simultánea, algunos pueden ser mejores que el límite de un grado especificado, pero no pueden ser peores. Por esa razón, la mayoría de los contratos están escritos como “U.S. No. 2 o mejor” o “U.S. No.3 o mejor”. Esto permite que algunos resultados de factores de grado estén en o cerca del límite de tal grado, mientras que otros resultados de factores sean “mejores que” ese grado.



## A. PANORAMA GENERAL

Los puntos clave para el diseño del estudio, la toma de muestras y el análisis estadístico de este *Informe de la exportación 2019/2020* son como sigue:

- Siguiendo la metodología desarrollada para los anteriores ocho *Informes de la Exportación*, las muestras se estratificaron proporcionalmente según las ECA, a saber, Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur.
- Para lograr un ME relativo no mayor a  $\pm 10\%$  del promedio agregado de EE. UU. y para asegurar un muestreo proporcionado de cada ECA, el número objetivo de muestras totales fue de 430, a recolectar de las ECA como sigue: 242 del Golfo, 117 de Pacífico Noroeste y 71 de Ferrocarril del Sur.
- Para este estudio al final se analizó un total de 432 muestras en conjunto. Se calcularon los promedios ponderados y las desviaciones estándar de acuerdo con las técnicas estadísticas estándar de muestreo estratificado proporcional para el promedio agregado de EE. UU. y para las tres ECA (zonas de acopio de exportación).
- Las muestras de la ECA Ferrocarril del Sur las proporcionaron los organismos oficiales designados por el FGIS, que inspeccionan y califican los envíos de maíz por ferrocarril destinado a la exportación a México. Las muestras del Golfo y Pacífico Noroeste fueron recolectadas por las oficinas de campo del FGIS en los puertos de sus respectivas ECA.
- Para evaluar la validez estadística de los resultados, se calculó el ME relativo de cada atributo de calidad del promedio agregado de EE. UU. y de los tres niveles ECA. El ME relativo de cada uno de los resultados de factores de calidad no fue mayor al  $\pm 10\%$  en el nivel promedio agregado de EE. UU.. El ME relativo sobrepasó el  $\pm 10\%$  para daño total en la ECA Pacífico Noroeste (17%) y las grietas por estrés en la ECA Ferrocarril del Sur (23%).
- Se calcularon pruebas t bilaterales a un nivel de confianza del 95% para medir las diferencias estadísticas entre los promedios de factores de calidad de 2019/2020 y 2018/2019, 2019/2020 y 2017/2018.



## B. DISEÑO Y MUESTREO DEL ESTUDIO

### Diseño del estudio

Para el *Informe de la Exportación 2019/2020*, la población objetivo fue maíz amarillo de los 12 estados productores clave de maíz, que representan más del 90% del cálculo de exportaciones de maíz de EE. UU. de 2019/2020. Se utilizó una técnica de **muestreo estratificado proporcional** para asegurar un sólido muestreo estadístico de las exportaciones estadounidenses de maíz amarillo. 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 los *Informes de exportación*, las áreas clave de exportación de maíz en Estados Unidos están divididas en tres grupos geográficos, conocidos como ECA. Estas tres ECA están identificadas por las tres principales rutas hacia los mercados de exportación:

1. La ECA Golfo consiste en zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.;
2. La ECA del Pacífico Noroeste incluye zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Pacífico Noroeste; y
3. La ECA del Ferrocarril del Sur comprende zonas que generalmente exportan maíz a México por ferrocarril.

Se utilizó información del USDA para calcular la proporción del total esperado de exportaciones anuales de maíz amarillo de cada ECA del año comercial 2019/2020. Esta participación promedio de las exportaciones se usó para determinar la **proporción de muestreo** (el porcentaje de muestras totales por ECA) y, en última instancia, el número de muestras de maíz amarillo a recolectar en cada ECA. Las proporciones de muestreos especificadas para las tres ECA (se muestran en los cuadros).

Se estableció el **número de muestras** recolectadas dentro de cada ECA para que el Consejo pudiera calcular el promedio agregado real de EE. UU. de los diversos factores de calidad con un cierto nivel de precisión. El nivel de precisión elegido para el *Informe de la exportación* fue un ME relativo de no más de  $\pm 10\%$ . Un ME relativo de  $\pm 10\%$  es un objetivo razonable para datos biológicos, tales como estos factores de calidad del maíz.

Para determinar el número de muestras para el ME relativo deseado, debe utilizarse idealmente la varianza de la población (es decir, la variabilidad del factor de calidad en las exportaciones del maíz) de cada factor de calidad. A mayor variación entre los niveles o valores de un factor de calidad, son necesarias más muestras para calcular el promedio verdadero con un límite de confianza dado. Además, las varianzas de los factores de calidad normalmente difieren de uno a otro. Como resultado, se necesitarían diferentes tamaños de muestra para cada factor de calidad para el mismo nivel de precisión.

Dado que no se conocían las varianzas de población de los 14 factores de calidad evaluados en las exportaciones de maíz de este año, se utilizaron estimados de las varianzas del *Informe de la Exportación* de ediciones previas. El número objetivo de muestras para el nivel de precisión deseado de todos los factores de calidad se calculó con estos datos.

| Porcentaje de muestras por ECA |                   |                     |       |
|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------|
| Golfo                          | Pacífico Noroeste | Ferrocarril del sur | Total |
| 56.2%                          | 27.3%             | 16.5%               | 100%  |

Con base en esta información histórica, un tamaño total de 430 muestras le permitiría al Consejo calcular los promedios verdaderos de las características de calidad con el nivel deseado de precisión para el promedio agregado de EE. UU. Al aplicar las proporciones de muestreo definidas previamente al total de las 430 muestras resultó en el siguiente número de muestras objetivo de cada ECA (mostrado en la tabla).

| Número de muestras por ECA |                   |                     |       |
|----------------------------|-------------------|---------------------|-------|
| Golfo                      | Pacífico Noroeste | Ferrocarril del sur | Total |
| 242                        | 117               | 71                  | 430   |

A partir del *Informe de la Exportación de 2019/2020* se estableció que a un mínimo de 180 muestras se les analizara DON y endospermo duro, en vez de a un total de 430 muestras. Además, a esas mismas 180 muestras a las que se les determinó DON y endospermo duro, también se les analizó fumonisina. El *Informe*

de la *Exportación de 2019/2020* fue el primero en el que se analizó esta micotoxina. En lo que respecta a DON, el análisis de al menos 180 muestras brindaría un nivel de confianza del 95% de que el porcentaje de muestras analizadas con resultados de DON por debajo del nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm tendría un margen de error relativo de  $\pm 10\%$ . En el informe de este año no hubo nivel de precisión objetivo de la fumonisina, ya que no habían datos anteriores de varianza de la micotoxina a disposición. En lo que respecta al endospermo duro, el margen de error relativo de este factor de calidad nunca ha sobrepasado el 0.3% (muy por debajo del nivel de precisión objetivo de  $\pm 10\%$ ) en las muestras analizadas en informes anteriores. Por ende, la reducción del número de muestras a las que se les determina endospermo duro probablemente mantendrá la precisión de los estimados de este factor de calidad muy por debajo del nivel objetivo de  $\pm 10\%$ .

## Muestreo

El muestreo está administrado por el FGIS y los proveedores de servicios oficiales participantes, como parte de sus servicios de inspección. El FGIS mandó cartas de instrucciones a las oficinas de campo del Golfo y Pacífico Noroeste, así como a las oficinas de inspección nacionales. El período de muestreo comenzó en noviembre de 2019. Las oficinas de campo del FGIS en sus respectivas ECA, responsables de supervisar la recolección de muestras dentro de su región fueron como sigue: Golfo: Nueva Orleans, Luisiana; Pacífico Noroeste: Olimpia, Washington (Washington State Department of Agriculture) y Ferrocarril del Sur: Oficina de Operaciones de Inspección Nacional del FGIS en Kansas City, Misuri.

Aunque el proceso de muestreo es continuo a lo largo de la carga de buques, un embarque o “lote” de maíz se divide en “sublotes” con el propósito de determinar la uniformidad de la calidad. El tamaño del sublote se basa en la tasa de carga por hora del elevador y en la capacidad de carga del barco. Los tamaños de los sublotes van de 30,000 a 120,000 bushels. Se inspecciona cada muestra de sublotes.

Se recolectaron muestras representativas de sublotes de los puertos de las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste conforme se cargaban buques, y sólo se muestrearon lotes cuyo análisis cuantitativo de aflatoxinas se estaba realizando. Las muestras para asignación de grado 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 maíz. El corte ocurre cada pocos segundos o cerca de cada 200 a 500 bushels (unas 5.1 a 12.7 toneladas) conforme el grano se prepara para la exportación. La frecuencia se regula mediante un temporizador electrónico controlado por personal de inspección oficial, que periódicamente determina si el muestreador mecánico funciona adecuadamente.

Se muestrearon los sublotes que terminaban en cero, tres, cinco y siete de cada lote. Fue la misma frecuencia de muestreo del estudio del año pasado para las ECA Pacífico Noroeste y Golfo. Para cada muestra, el equipo de campo del FGIS y el Washington State Department of Agriculture recolectaron un mínimo de 2,700 g.

Para las muestras de la ECA Ferrocarril del Sur, se tomaron muestras representativas en los elevadores interiores nacionales con un derivador de muestras, para asegurar un muestreo uniforme. Se hace un corte alrededor de cada 200 bushels (más o menos cada 5.1 ton.). Solo se muestrearon trenes de maíz amarillo inspeccionados para exportación a México. A diferencia de las muestras recolectadas de las ECA del Golfo y del Pacífico Noroeste, que específicamente para este informe recolectaron muestras adicionales al momento de la carga, los proveedores de servicios oficiales de la ECA Ferrocarril del Sur presentaron las muestras que les correspondían. En el momento del muestreo, se recolectaron y analizaron en estas muestras los factores de grado y aflatoxinas y luego se archivaron en los mismos proveedores de servicios oficiales para que en caso de conflicto, se volvieran a analizar. Cada muestra de archivo pesó aproximadamente 1,000 g y representó un conjunto de cinco vagones de ferrocarril.

## C. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados del análisis de muestras de los factores de grado, contenido de humedad, composición química y factores físicos se resumieron para el promedio agregado de EE. UU. y también por las tres ECA (Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur) y las dos categorías de “grado de contrato” siguientes:

- Los contratos “U.S. No. 2” o “U.S. No. 2 o mejor” especifican que el maíz debe al menos cumplir o ser mejor que los límites del factor U.S. No. 2.
- Los contratos “U.S. No. 3” o “U.S. No. 3 o mejor” especifican que el maíz debe al menos cumplir o ser mejor que los límites del factor U.S. No. 3.

En este *Informe de la exportación 2019/2020* se encuentra un promedio simple de los promedios y desviaciones estándar de los factores de calidad de los cinco informes previos de la exportación (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 y 2018/2019). Estos promedios simples se calculan para el promedio agregado de EE. UU. y para cada una de las tres ECA, los cuales se conocen como el “P5A” en el texto y cuadro de resumen del informe.

El ME relativo se calculó para cada factor de calidad analizado para este estudio al nivel del promedio agregado de EE. UU. y para cada ECA. El ME relativo fue no

Por cada vagón muestreado, se enviaron por correo tres muestras al Identity Preserved Grain Laboratory (IPG Lab) de la Illinois Crop Improvement Association cuando llegó la fecha de retención, que por lo general fue de 30 días después de la carga.

A su llegada al IPG Lab, las tres muestras de archivo se mezclaron para conformar una sola para someterla a las pruebas de composición química, factores físicos, DON y fumonisina. Se promediaron los resultados de factores de grado de las tres muestras de archivo para que representaran una sola muestra. Los resultados de aflatoxinas se usaron solo si las tres muestras eran menores a 5 ppb. Si una o más de las muestras de archivo resultaban mayores a 5 ppb, entonces se analizaban aflatoxinas en la muestra combinada en el IPG Lab con un equipo de análisis EnviroLogix AQ 309 BG. Refiérase a la sección de “Métodos de análisis” para la descripción de los métodos empleados en el estudio.

mayor a  $\pm 10\%$  para todos los atributos de calidad al nivel del promedio agregado de EE. UU.. Sin embargo, en la ECA Pacífico Noroeste sobrepasó el  $\pm 10\%$  para daño total (17%) y en la ECA Ferrocarril del Sur para las grietas por estrés (23%). Aunque el nivel de precisión de estos dos factores de calidad es menor al deseado, los niveles de ME Relativo no invalidan los cálculos. Los promedios de los factores de calidad son las mejores estimaciones imparciales posibles de los promedios verdaderos de la población. Sin embargo, están calculados con mayor incertidumbre que los factores de calidad con un ME relativo menor a  $\pm 10\%$ . Las notas al pie de página en las tablas del resumen de “Factores de grado y humedad” y “Factores físicos” indican los atributos en los cuales el ME relativo excede  $\pm 10\%$ .

Las referencias de la sección “Resultados de pruebas de calidad” a las diferencias estadísticas se validaron mediante pruebas t de 2 colas al 95 % de nivel de confianza. Estas pruebas se calcularon para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios de los factores de calidad de este *Informe de la exportación* y los siguientes:

- El *Informe de la cosecha* de este año y
- Cada uno de los dos anteriores *Informes de la exportación*.



El FGIS o los proveedores de servicios oficiales designados por el mismo proporcionaron grados y resultados de aflatoxinas de su inspección y procedimientos de análisis normales de cada muestra de sub lote de maíz recolectado. Las muestras del *Informe de la Exportación 2019/2020* (aproximadamente 6 libras o 2,700 g) se enviaron directamente de las oficinas de campo del FGIS y de los proveedores de servicios oficiales al IPG Lab en Champaign, Illinois para la determinación de composición química, factores físicos, DON y fumonisina. Luego, las muestras se dividieron en dos submuestras con un cuarteador Boerner, pero manteniendo las características de la muestra de granos distribuida uniformemente entre las dos submuestras. Se determinó DON y fumonisina en una submuestra. A la otra submuestra se le determinó la composición

química y otros factores físicos mediante normas de la industria o procedimientos bien establecidos. El IPG Lab recibió la acreditación bajo la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017 de muchos de los análisis. El alcance completo de la acreditación se encuentra en <http://www.ilcrop.com/labservices>.



## A. FACTORES DE GRADO

### Peso específico

El peso específico es una medida del volumen del grano necesario para llenar a toda su capacidad un bushel Winchester (2,150.42 pulgadas cúbicas). El peso específico forma parte de los criterios de grados de las Normas Oficiales de Maíz 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 verse por 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).

### Maíz quebrado y material extraño

El BCFM forma parte de los criterios de grados de las Normas Oficiales de Maíz de Estados Unidos del FGIS.

La prueba BCFM determina la cantidad de todo el material que pasa a través de una criba de orificios redondos de 12/64 de pulgada y de todo el material que no es maíz que queda en la parte superior de dicha criba. La medición BCFM puede separarse en maíz quebrado y material extraño. El maíz quebrado se define como todo aquel material que pasa a través de una criba de orificios redondos de 12/64 de pulgada y que queda retenido en una criba de orificios redondos de 6/64 de

pulgada. El material extraño se define como todo aquel material que pasa a través de una criba de orificios redondos de 6/64 de pulgada y el material grueso que no es maíz que queda retenido en la parte superior de una criba de orificios redondos de 12/64 de pulgada. Aunque el FGIS puede notificar maíz quebrado y material extraño por separado si así se requiere, el BCFM es la medida predeterminada que se proporciona en el *Informe de la Exportación*. El BCFM se notifica como un porcentaje de la muestra inicial en peso.

## Daño total y daño por calor

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

Un inspector adecuadamente capacitado y autorizado examina visualmente una muestra de trabajo representativa de 250 g de maíz sin BCFM en búsqueda de granos dañados. Los tipos de daño incluye hongo de ojo azul, pudrición de mazorca, granos dañados por el secador (diferentes de los granos dañados por calor), granos con germen dañado, granos dañados por calor, granos perforados por insectos, granos dañados por hongos, sustancia parecida al hongo, granos con cortes laterales, hongos superficiales (plaga), hongos

(*Epicoccum rosa*) y granos dañados por brotes. El daño total se notifica como el porcentaje de peso de la muestra de trabajo que se identifica como grano dañado.

El daño por calor es un subconjunto del daño total, que consiste en granos y pedazos de granos de maíz que están materialmente decolorados y dañados por calor. Un inspector capacitado y calificado determina los granos dañados por calor mediante la inspección visual de una muestra de maíz sin BCFM de 250 gramos. Si se encuentra daño por calor, se notifica por separado del daño total.

## B. HUMEDAD

El contenido de humedad se determina con un medidor de humedad aprobado al momento de la inspección, el cual se notifica en el certificado. 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 el contenido de humedad. La humedad se notifica como un porcentaje del peso húmedo total.



## C. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química (concentraciones de proteína, aceite y almidón) del maíz se mide mediante espectroscopia de transmisión de infrarrojo cercano (NIR). Esta tecnología utiliza interacciones únicas de longitudes de onda específicas de luz en cada muestra. Está calibrada con métodos tradicionales de química para predecir concentraciones de proteína, aceite y almidón de la muestra. Este procedimiento no destruye al maíz.

Las pruebas de composición química de concentraciones de proteína, aceite y almidón se llevaron a cabo con una muestra de aproximadamente 550 a 600 gramos en un instrumento NIR Foss Infratec 1241 de grano entero. EL NIR se calibró para análisis químicos y el error estándar de las predicciones de concentraciones de proteína, aceite y almidón fue alrededor de 0.27%, 0.26% y 0.65%, respectivamente. Las comparaciones del Foss Infratec 1229 usadas en *Informes de la exportación* previos a 2016/2017 con el Foss Infratec 1241 en 21 muestras de verificación de laboratorio mostraron que los instrumentos promediaron dentro de 0.25%, 0.26% y 0.25% entre sí en concentración de proteína, aceite y almidón, respectivamente. Los resultados se notifican en porcentaje de base seca (porcentaje de material que no es agua).



## D. FACTORES FÍSICOS

### Peso de 100 granos, volumen y densidad verdadera del grano

El peso de 100 granos se determina por el peso promedio de dos muestras de 100 granos tomado con una báscula analítica que mide al nivel de 0.1 mg más cercano. El peso de 100 granos promediado se notifica en gramos.

El volumen del grano de cada muestra de 100 granos se calcula con un picnómetro de helio y se expresa en  $\text{cm}^3$  por grano. El volumen del grano por lo general va de 0.14 a 0.36  $\text{cm}^3$  por grano para granos pequeños y grandes, respectivamente.

La densidad verdadera de cada muestra de 100 granos se calcula mediante la división de la masa (o peso) de los 100 granos en buenas condiciones externas entre el volumen (desplazamiento) de los mismos 100 granos. Se promedian los resultados de ambas muestras. La densidad real se notifica en  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Las densidades verdaderas normalmente van de 1.20 a 1.30  $\text{g}/\text{cm}^3$  en contenidos de humedad “como son” de 12 a 15%.

Las grietas por estrés se evalúan mediante una mesa retroiluminada para acentuar las grietas. Se examina grano por grano de una muestra de 100 granos intactos sin ningún daño externo. La luz pasa a través del endospermo córneo o duro, de tal forma que pueda evaluarse el daño por grietas por estrés en cada grano. Los granos se clasifican en dos categorías: (1) sin grietas; (2) una o más grietas. Las grietas por estrés, expresadas en porcentaje, son todos los granos con una o más grietas divididos entre 100 granos. Siempre es mejor tener niveles más bajos de grietas por estrés, ya que los niveles altos llevan a un mayor rompimiento durante el manejo. Algunos usuarios finales especificarán por contrato el nivel aceptable de grietas con base en el uso al que está destinado.

En *Informes de la Exportación* previos, se notificó el índice de grietas por estrés además del porcentaje de grietas por estrés para proporcionar una indicación de la gravedad de estas. El índice de grietas por estrés se determina mediante los siguientes cálculos:

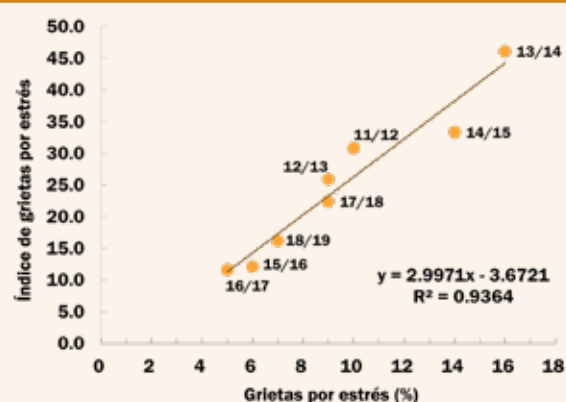
$$[\text{SSC} \times 1] + [\text{DSC} \times 3] + [\text{MSC} \times 5]$$

en la que:

- SSC es el porcentaje de granos con una sola grieta;
- DSC es el porcentaje de granos con dos grietas exactamente y
- MSC es el porcentaje de granos con más de dos grietas.

En el siguiente diagrama de dispersión se muestran el porcentaje de las grietas por estrés y el índice de grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. de los primeros ocho informes de la exportación. Dada su fuerte correlación ( $r = 0.97$ ) con el porcentaje de grietas por estrés, el índice de grietas por estrés se discontinuó después del Informe de la Exportación de 2018/2019, pues se determinó que daba poco valor adicional.

**ÍNDICE GRIETAS ESTRÉS vs. GRIETAS EST. (%)**





## Granos enteros

En el análisis de granos enteros, se inspecciona uno por uno de los granos en 50 g de maíz limpio (sin BCFM). Se quitan los granos quebrados, rotos o astillados, así como cualquier otro grano que muestre daños importantes del pericarpio. Luego, se pesan los granos enteros y el resultado se notifica como un porcentaje

de la muestra original de 50 g. Algunas compañías realizan la misma prueba, pero notifican el porcentaje de “rotos y quebrados”. Un marcador de 97% de granos enteros equivale a un grado del 3% de granos quebrados y rotos.

## Endospermo duro (córneo)

La prueba de endospermo duro (o córneo) se realiza mediante la evaluación visual de 20 granos en buenas condiciones externas, puestos con el germen hacia arriba en una mesa retroiluminada. Cada grano se clasifica por el cálculo de porción del endospermo total del grano que es duro. El endospermo suave es opaco y bloquea la luz, mientras que el endospermo duro es traslúcido. La clasificación se hace a partir de linea-

mientos estándar con base en el grado en el cual el endospermo suave en la corona del grano se extiende hacia el germen. Se notifican los grados promedio del endospermo duro de los 20 granos en buenas condiciones externas. Los grados de endospermo duro se hacen en una escala de 70 a 100%, aunque la mayoría de los granos por separado cae en la clasificación de 70 a 95%.

## E. MICOTOXINAS

El FGIS proporciona los resultados oficiales de aflatoxinas de este *Informe de la Exportación 2019/2020*. Para el análisis de aflatoxinas, se usa una muestra de al menos 10 libras de maíz entero, de acuerdo con los procedimientos oficiales del FGIS. Se muele la muestra de 10 libras con un molino aprobado por el FGIS. Después de la etapa de la molienda, se toman dos porciones molidas de 500 g de dicha muestra reducida en partículas con un cuarteador de rifle. De una de las porciones de 500 g molidos se selecciona al azar una porción de 50 g de prueba para análisis. Después de añadir el disolvente adecuado de extracción a la porción de 50 g de prueba, se cuantifican las aflatoxinas. Se pueden usar los siguientes equipos de prueba cuantitativos aprobados por el FGIS: Charm Sciences, Inc. ROSA® FAST, WET-S3, o WET-S5 Aflatoxin Quantitative Tests; EnviroLogix, Inc. QuickTox™ Kit para QuickScan Aflatoxin Flex AQ 309 BG; Hygiena LLC Mycotox aflatoxinas totales ELISA; Neogen Corporation Reveal Q+ MAX para aflatoxinas, Reveal Q+ para aflatoxinas o Veratox® Aflatoxin Quantitative Test (8030 o 8035); R-Biopharm, Inc. RIDASCREEN® FAST Aflatoxin ECO; Romer Labs, Inc. FluoroQuant Afla o AgraStrip análisis cuantitativo

de aflatoxinas totales WATEX; PerkinElmer Inc. AuroFlow AQ Afla Strip Test; o VICAM AflaTest™ o Afla-V AQUA.

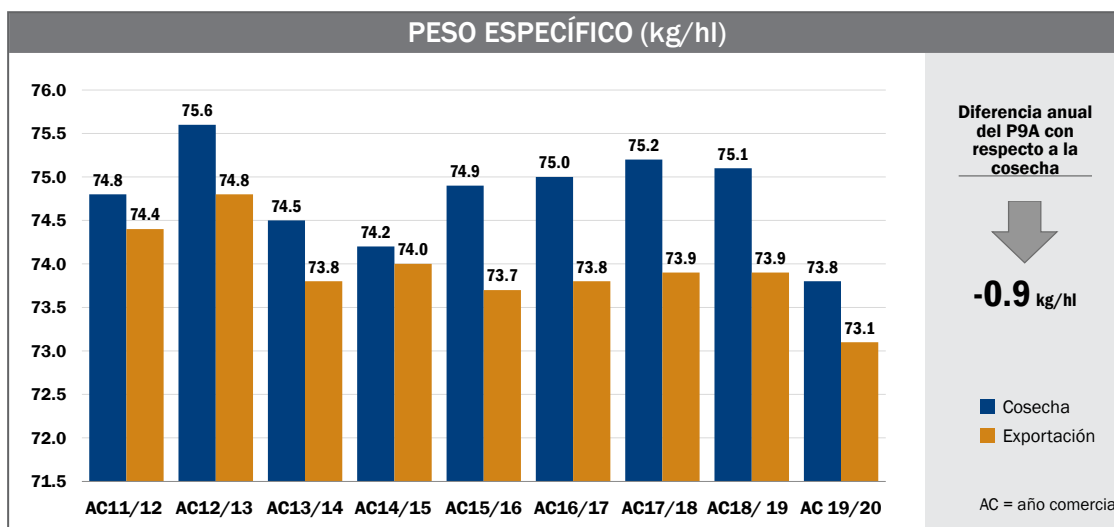
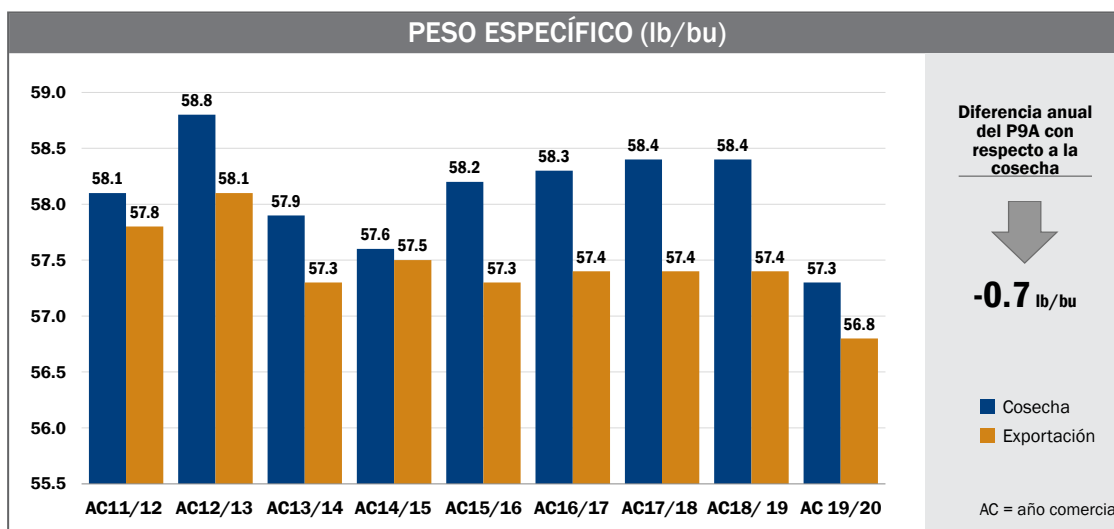
Para el análisis de DON y fumonisina, el IPG Lab usa el método aprobado por el FGIS, EnviroLogix QuickTox™/QuickScan. Se muele una muestra de un mínimo de 1,000 g de maíz entero (obtenido al dividir la muestra original) a un tamaño de partícula que pase a través de una criba de malla del número 20 y se divide a una porción de prueba de 50 g con un molino de muestreo modelo Romer 2A. Se extrae DON y fumonisina de las porciones de 50 g de prueba con agua destilada (5:1). Al extracto se le determina DON y fumonisina con los equipos analíticos EnviroLogix AQ 304 BG y EnviroLogix AQ 311 BG, respectivamente. Luego se cuantifica DON y fumonisina mediante el sistema QuickScan. El FGIS ha publicado una carta de desempeño para la cuantificación de DON y fumonisina con los equipos de prueba EnviroLogix AQ 304 BG y AQ 311 BG, respectivamente.



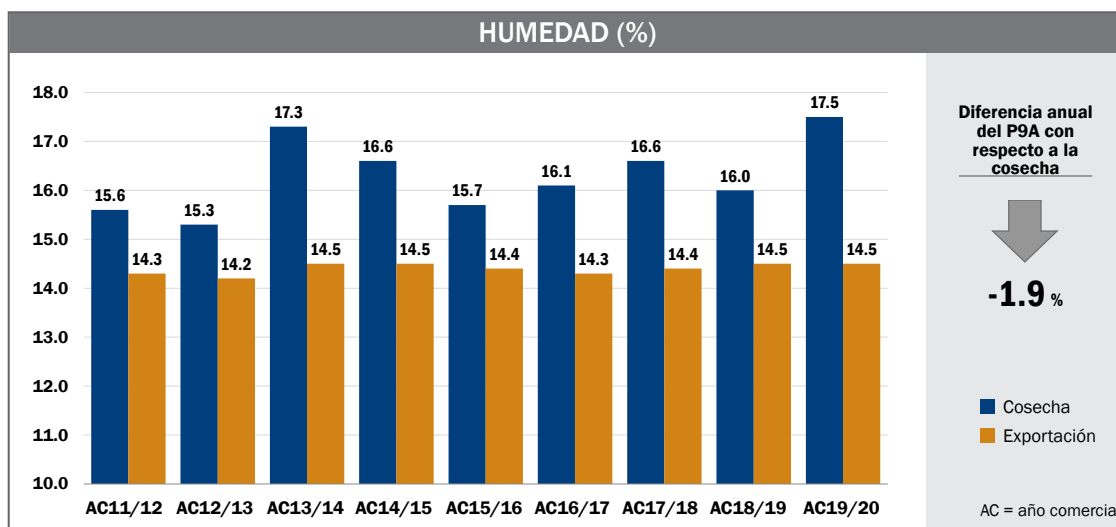
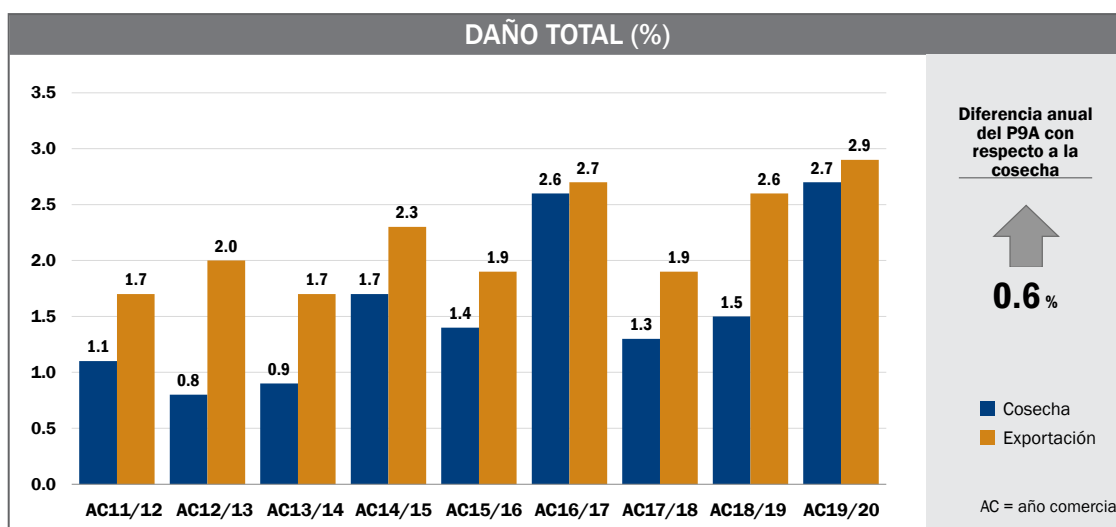
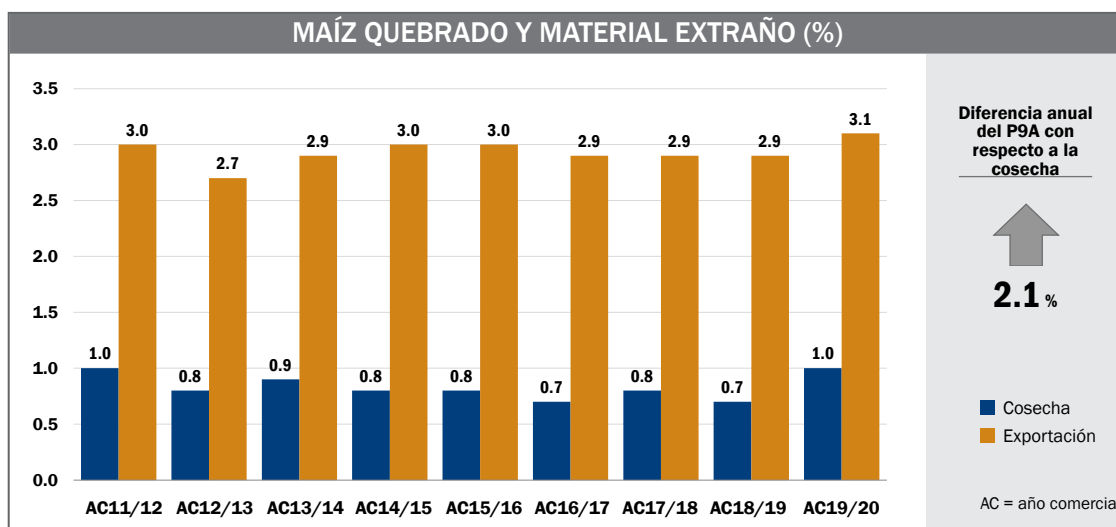
### FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN

Desde 2011, los Informes de la Calidad de la Exportación de Maíz del US Grains Council han brindado información clara, concisa y consistente sobre la calidad de cada cultivo de EE. UU. que entra a los canales internacionales de comercialización.

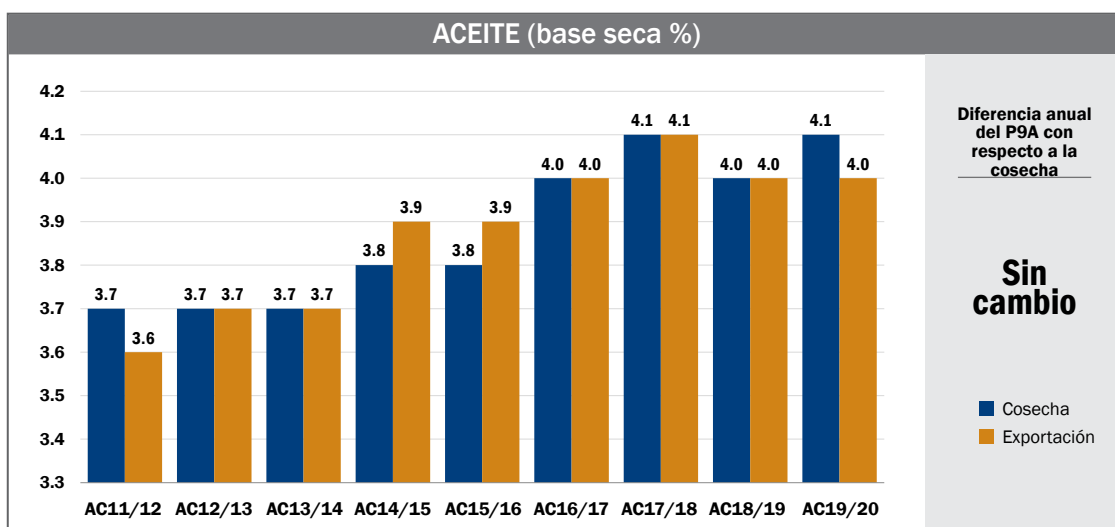
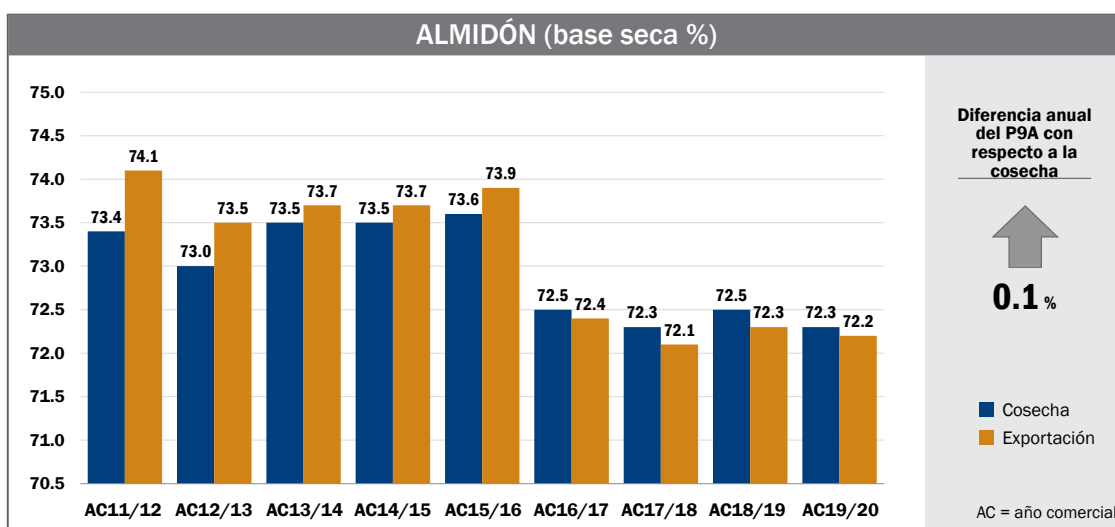
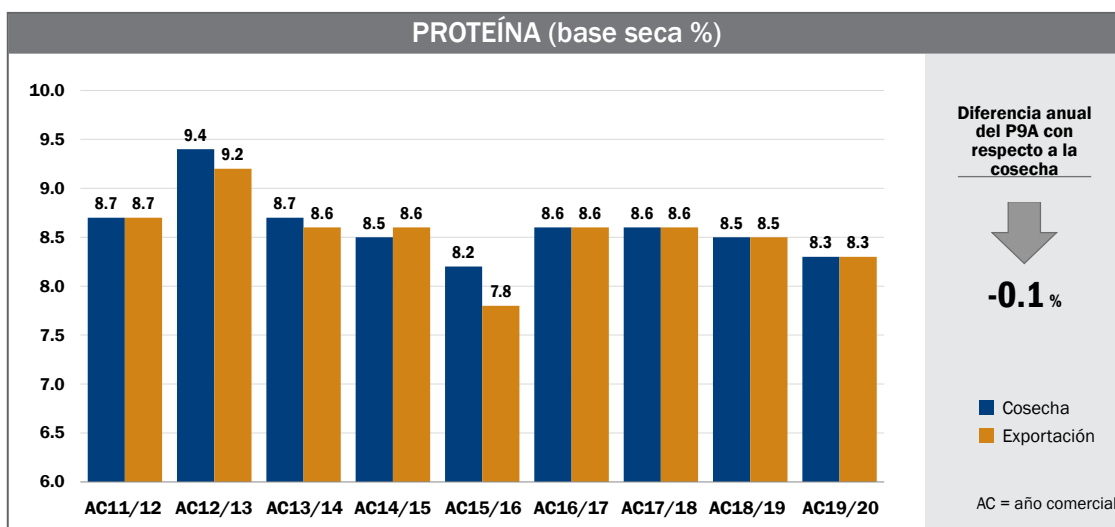
Esta serie de informes de calidad ha utilizado una metodología constante y transparente, que permite la comparaciones con conocimiento a través del tiempo. La siguiente tabla muestra el promedio agregado de EE. UU. de los nueve informes de cada factor de calidad analizado para poner en contexto histórico a los resultados de este año.



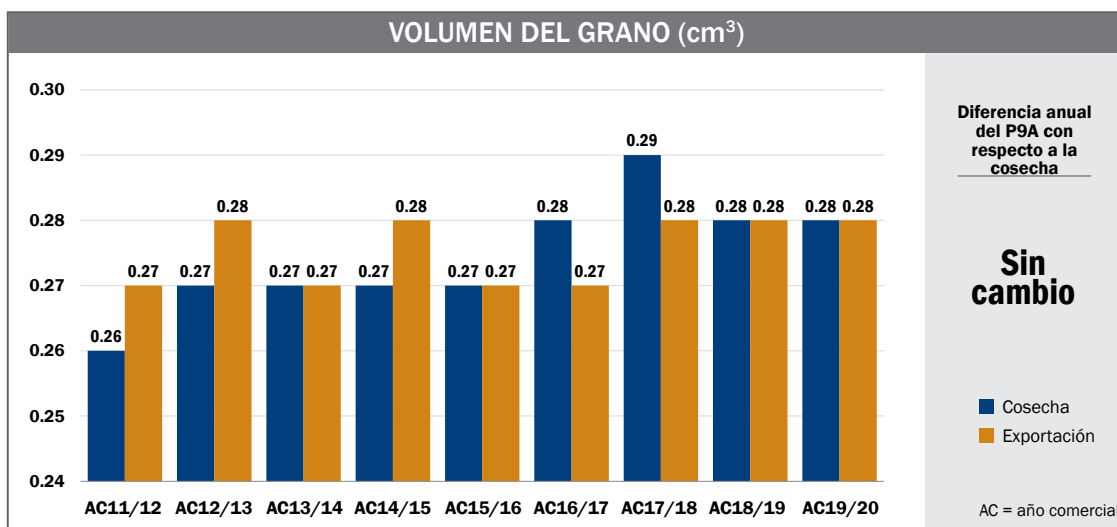
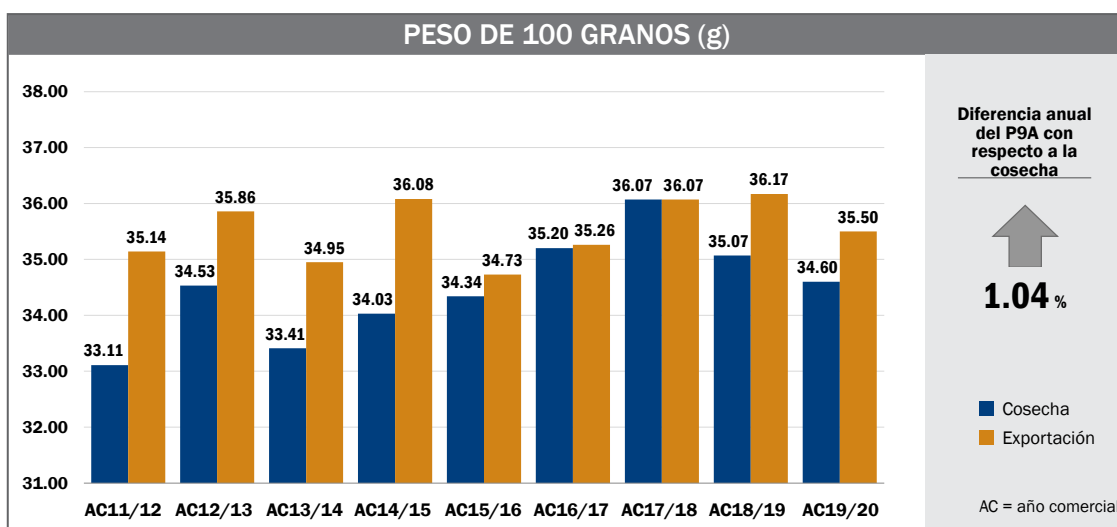
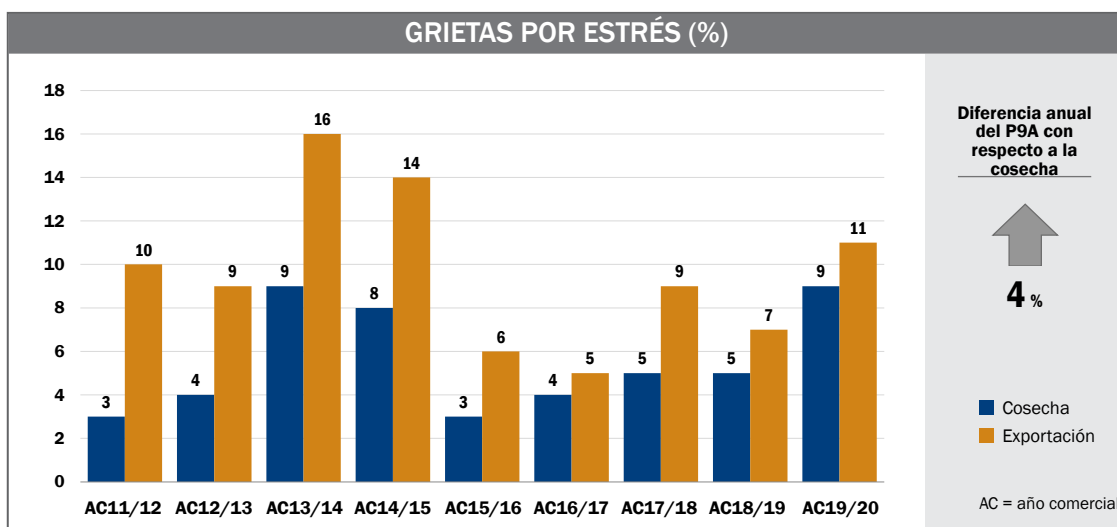
FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN



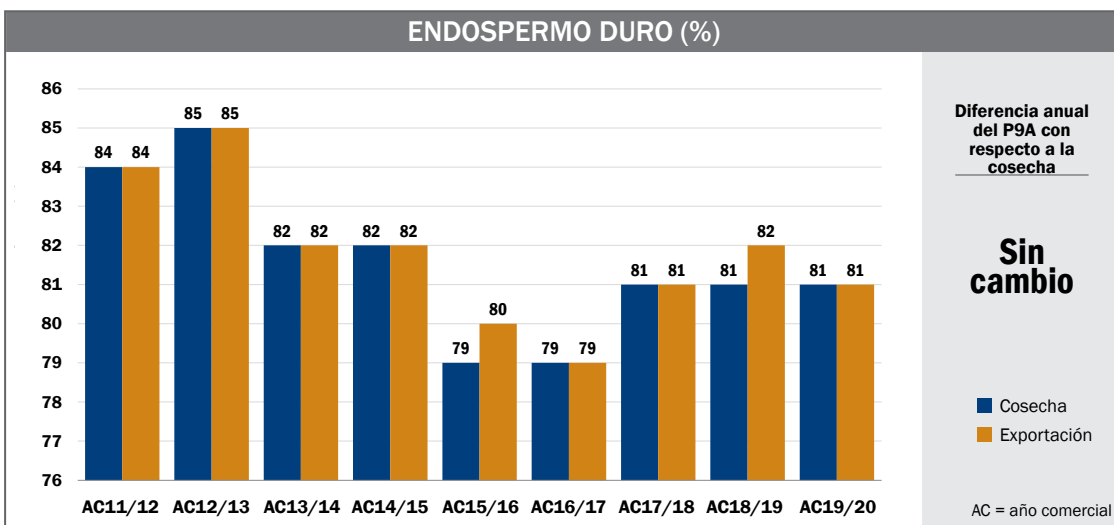
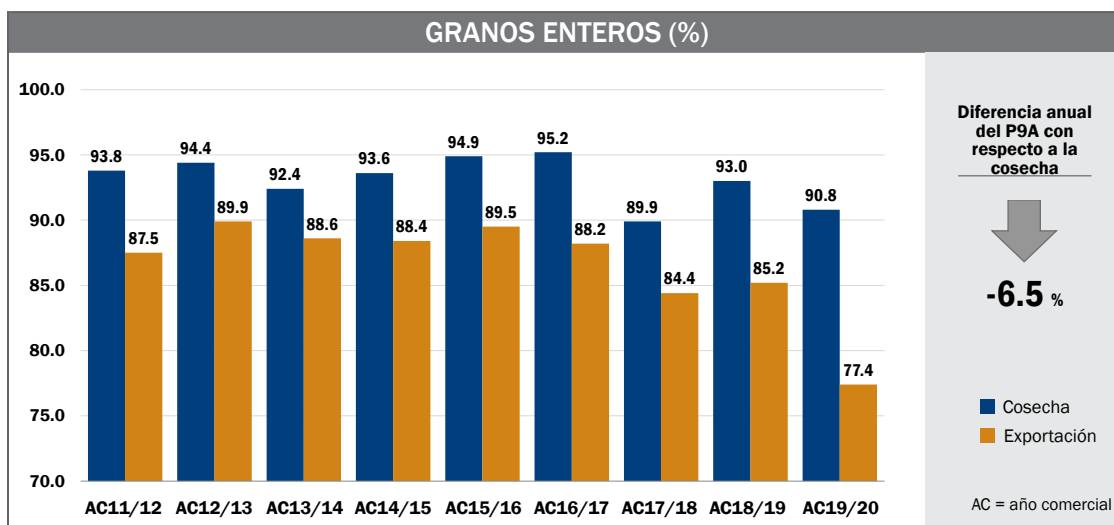
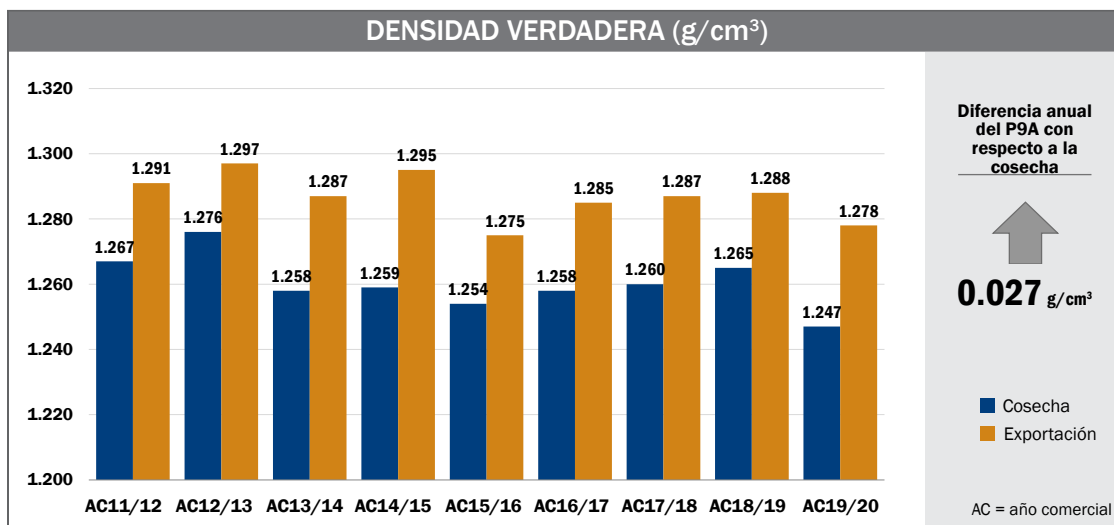
### COMPOSICIÓN QUÍMICA COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN



FACTORES FÍSICOS  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN

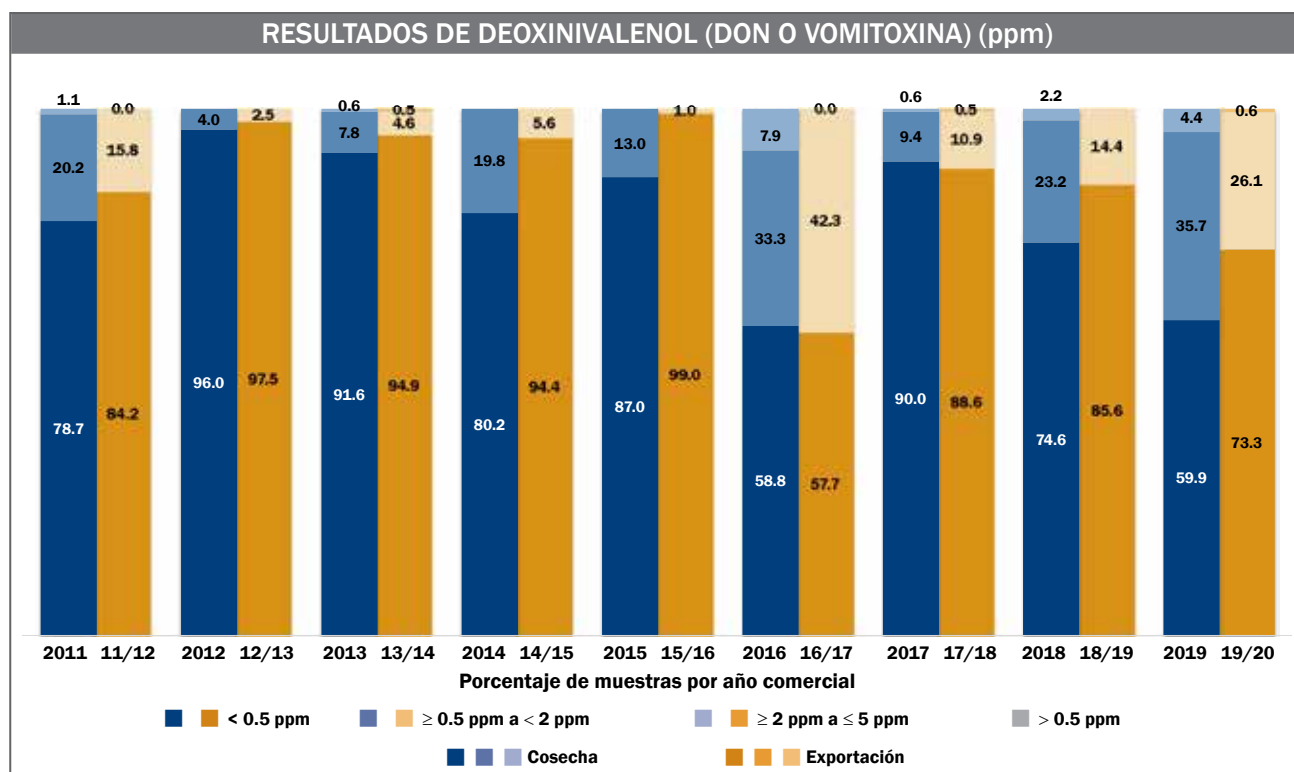
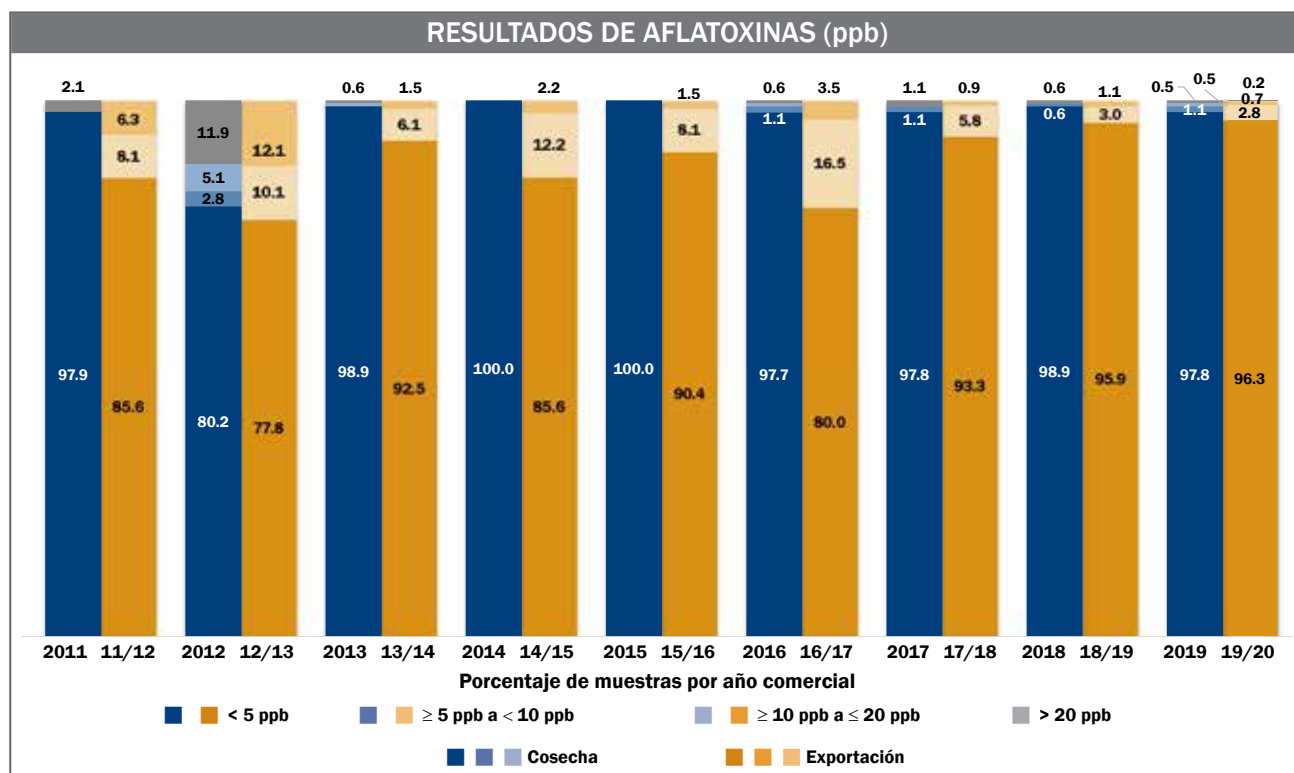


**FACTORES FÍSICOS  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN**

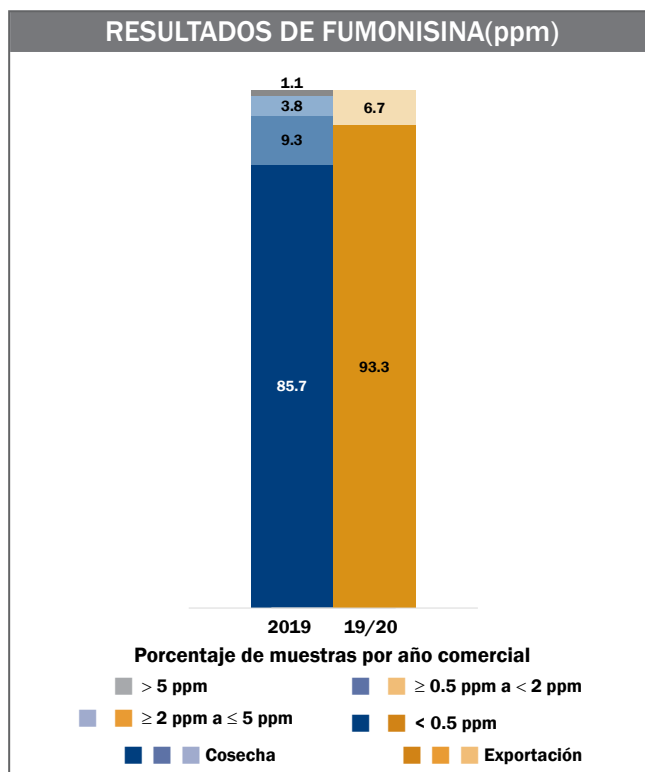




MICOTOXINAS  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN



**MICOTOXINAS**  
**COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE COSECHA Y DE EXPORTACIÓN**



## GRADOS DE MAÍZ DE EE. UU. Y REQUERIMIENTOS DE GRADO

| Grado      | Peso específico<br>mínimo por bushel<br>(libras) | Límites Máximos de      |              |                                            |
|------------|--------------------------------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------------------|
|            |                                                  | Granos dañados          |              | Maíz quebrado y<br>material extraño<br>(%) |
|            |                                                  | Dañado por<br>calor (%) | Total<br>(%) |                                            |
| U.S. No. 1 | 56                                               | 0.1                     | 3            | 2                                          |
| U.S. No. 2 | 54                                               | 0.2                     | 5            | 3                                          |
| U.S. No. 3 | 52                                               | 0.5                     | 7            | 4                                          |
| U.S. No. 4 | 49                                               | 1                       | 10           | 5                                          |
| U.S. No. 5 | 46                                               | 3                       | 15           | 7                                          |

El grado de la muestra de EE. UU. es maíz que: (a) No cumple con los requerimientos para los grados U.S. Números. 1, 2, 3, 4 o 5; o (b) contiene piedras con un peso promedio mayor a 0.1% del peso de la muestra, dos o más partes de vidrio, tres o más semillas 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, o suciedad animal mayor a 0.20% en 1,000 gramos; o (c) Tiene un olor extraño a hongo, agrio o comercialmente objetable; o (d) Se está calentando o de otra forma de bastante baja calidad.

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

## CONVERSIONES SISTEMA IMPERIAL Y SISTEMA MÉTRICO

| Equivalentes de maíz                             | 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 bushel/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             |

## ABREVIATURAS

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| cm <sup>3</sup> = centímetros cúbicos            |
| g = gramos                                       |
| g/cm <sup>3</sup> = gramos por centímetro cúbico |
| kg/hl = kilogramo por hectolitro                 |
| lb/bu = libras por bushel                        |
| ppb = partes por billón (mil millones)           |
| ppm = partes por millón                          |



# U.S. GRAINS COUNCIL

RED MUNDIAL de profesionales que **crean demanda** mundial y **desarrollan mercados** de granos y etanol de EE. UU.



## OFICINA CENTRAL:

20 F Street NW, Suite 900 • Washington, DC 20001, EE. UU.  
Teléfono: +1-202-789-0789 • Fax: +1-202-898-0522  
Correo electrónico: [grains@grains.org](mailto:grains@grains.org) • Página web: [grains.org](http://grains.org)

### REPÚBLICA POPULAR DE CHINA Pekín

Tel 1: +86-10-6505-1314 • Tel 2: +86-10-6505-2320  
Fax: +86-10-6505-0236 • [china@grains.org.cn](mailto:china@grains.org.cn)

### JAPÓN: Tokio

Tel: +81-3-6206-1041 • Fax: +81-3-6205-4960  
[japan@grains.org](mailto:japan@grains.org) • [www.grainsjp.org](http://www.grainsjp.org)

### COREA: Seúl

Tel: +82-2-720-1891 • Fax: +82-2-720-9008  
[seoul@grains.org](mailto:seoul@grains.org)

### MÉXICO: Ciudad de México

Tel 1: +52-55-5282-0244 • Tel 2: +52-5282-0973  
Tel 3: +52-55-5282-0977 • Fax: +52-5282-0974  
[mexicousg@grains.org](mailto:mexicousg@grains.org)

### MEDIO ORIENTE Y ÁFRICA: Túnez

Tel: +216-71-191-640 • Fax: +216-71-191-650  
[tunis@grains.org](mailto:tunis@grains.org)

### SUR DE ASIA

[adcastillo@grains.org](mailto:adcastillo@grains.org)

### SURESTE DE ASIA Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826  
[sea-oceania@grain.org](mailto:sea-oceania@grain.org)

### SINGAPUR

[ttierney@grains.org](mailto:ttierney@grains.org)

### TAIWÁN: Taipei

Tel: +886-2-2523-8801 • Fax: +886-2-2523-0189  
[taipei@grains.org](mailto:taipei@grains.org)

### HEMISFERIO OCCIDENTAL Ciudad de Panamá

Tel: +507-315-1008  
[panama@grains.org](mailto:panama@grains.org)

Desarrolla mercados ■ Facilita el comercio ■ Mejora vidas