



**U.S. GRAINS**  
COUNCIL

**INFORME DE LA CALIDAD DEL  
MAÍZ PARA EXPORTACIÓN  
2020/2021**

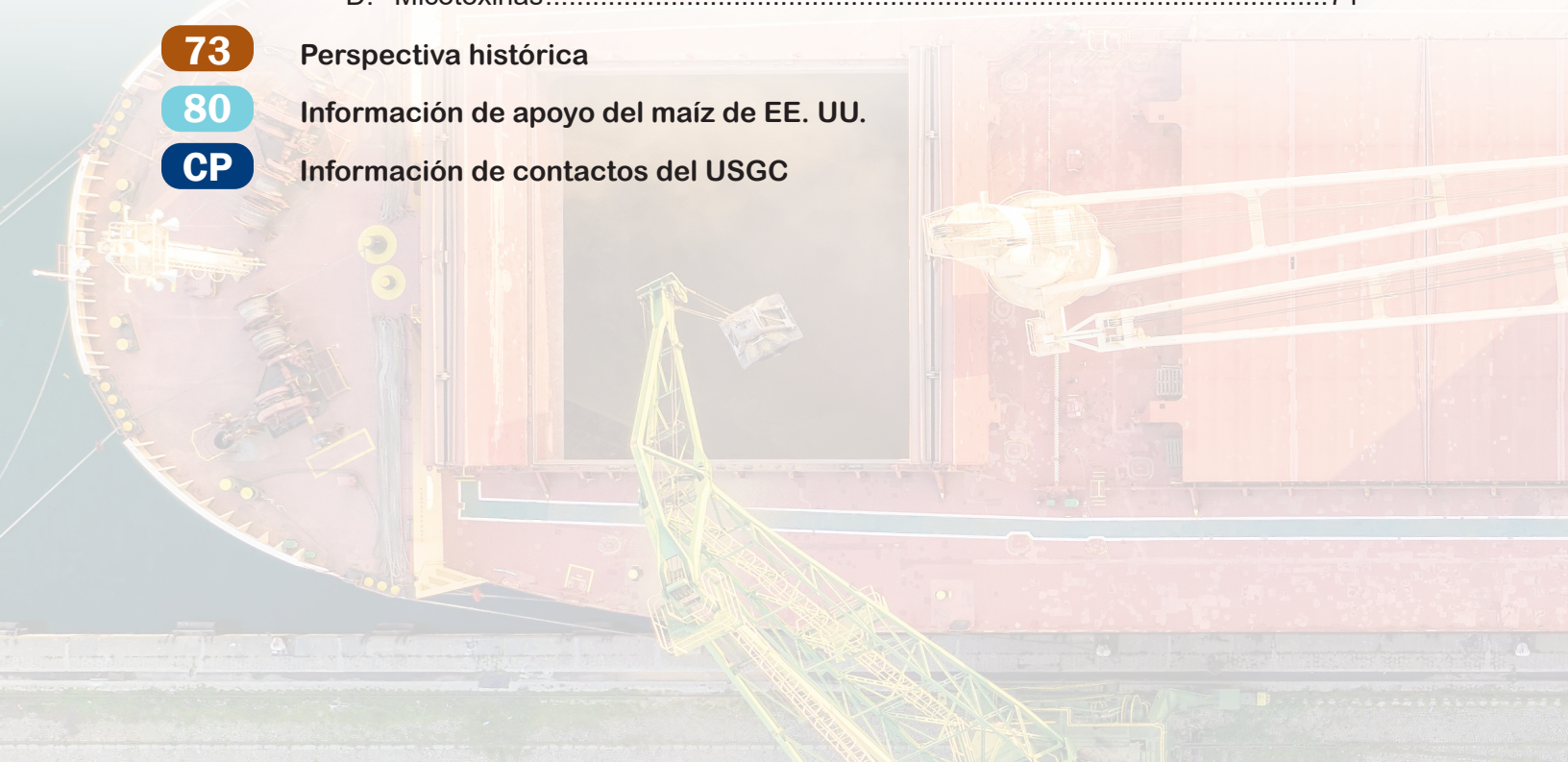


El desarrollo de un informe de esta envergadura y elaborado de forma oportuna, requiere de la participación de varias personas y organizaciones. El U.S. Grains Council agradece a Steve Hofing, Lee Singleton, Lisa Eckel y Alex Harvey de Centrec Consulting Group, LLC (Centrec) por la supervisión y coordinación 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 Dres. 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 y con Champaign-Danville Grain Inspection (CDGI) 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. 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 dedicaron durante tan ocupada temporada.

*Como participante del programa del USDA, el U.S Grains Council está comprometido a cumplir las políticas de no discriminación de las leyes de los derechos civiles federales, estatales y locales, así como las del USDA. Para más detalles, consulte la página web del USDA (<https://www.usda.gov/non-discrimination-statement>).*

|           |                                                                        |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1</b>  | <b>Saludos del Consejo</b>                                             |    |
| <b>2</b>  | <b>Lo destacado en la calidad de la exportación</b>                    |    |
| <b>4</b>  | <b>Introducción</b>                                                    |    |
| <b>6</b>  | <b>Resultados del análisis de calidad</b>                              |    |
|           | A. Factores de grado.....                                              | 6  |
|           | B. Composición química .....                                           | 19 |
|           | C. Factores físicos.....                                               | 30 |
|           | D. Micotoxinas.....                                                    | 49 |
| <b>56</b> | <b>Sistema de exportación de maíz de EE. UU.</b>                       |    |
|           | A. Flujo de exportación del maíz de EE. UU.....                        | 57 |
|           | B. Impacto del canal de comercialización del maíz en la calidad .....  | 58 |
|           | C. Inspección y asignación de grados del gobierno estadounidense ..... | 60 |
| <b>62</b> | <b>Métodos de estudio y análisis estadísticos</b>                      |    |
|           | A. Visión general.....                                                 | 62 |
|           | B. Diseño del estudio y muestreo .....                                 | 63 |
|           | C. Análisis estadísticos .....                                         | 67 |
| <b>68</b> | <b>Métodos de análisis</b>                                             |    |
|           | A. Factores de grado.....                                              | 68 |
|           | B. Composición química .....                                           | 69 |
|           | C. Factores físicos.....                                               | 70 |
|           | D. Micotoxinas.....                                                    | 71 |
| <b>73</b> | <b>Perspectiva histórica</b>                                           |    |
| <b>80</b> | <b>Información de apoyo del maíz de EE. UU.</b>                        |    |
| <b>CP</b> | <b>Información de contactos del USGC</b>                               |    |



El U.S. Grains Council (USGC) se complace en presentar los resultados de su décimo estudio anual de la calidad del maíz en este *Informe de la Calidad del Maíz para Exportación de 2020/2021*.

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 informe confiable y oportuno 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 2020. El informe se basa en las muestras tomadas en el punto de carga para embarques internacionales a principios del año comercial 2020/2021. Este y su informe hermano, el *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2020/2021*, proporcionan un primer vistazo a los factores de grado establecidos por el Departamento de Agricultura de EE. UU., así como a la 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 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.



**BUILDING**  
RELATIONSHIPS  
**BUILDING TRADE**

Atentamente,



Jim Raben  
Presidente, U.S. Grains Council  
Mayo de 2021

Es probable que las condiciones favorables de la temporada de cultivo que experimentó la cosecha de 2020 de EE. UU. hayan beneficiado la calidad del maíz recolectado para exportación a comienzos del año comercial 2020/2021. Reflejo de este impacto es el hecho de que la calidad promedio general de las muestras de maíz analizadas para el Informe de la *Calidad de Maíz de Exportación 2020/2021* del U.S. Grains Council (*Informe de la Exportación 2020/2021*) fue mejor o igual al U.S. No. 2 en todos los factores de grado, con un mayor peso específico y menor daño total, maíz quebrado y material extraño (BCFM) que las muestras de exportación de 2019/2020. Además, el resultado del análisis de una sola muestra estuvo por arriba del nivel de acción de la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA) en cuanto a aflatoxinas, mientras que todas las muestras resultaron por debajo del nivel de recomendación de deoxinivalenol (DON) o vomitoxina. Entre los atributos notables de calidad del promedio general de EE. UU. en las muestras de exportación de 2020/2021 se encuentran:

## FACTORES DE GRADO

- **Peso específico** promedio más alto (57.9 lb/bu o 74.5 kg/hl) que en 2019/2020 y el P5A<sup>1</sup>, lo cual indica una buena calidad general. La mayoría de las muestras (92.7%) resultaron igual o por arriba del límite del grado U.S. No. 1, comparado con el 73.1% de las muestras de 2019/2020.
- Un promedio de **BCFM** más bajo (2.8%) que en 2019/2020, el P5A y el límite máximo del grado U.S. No. 2. El BCFM se incrementó de 0.8 a 2.8%, como era de esperarse, conforme la cosecha avanzaba de la recolección, a través del canal de comercialización, hasta la exportación.
- Un menor promedio de **daño total** en la exportación (2.3%) que en 2019/2020, pero similar al P5A. Casi todas las muestras (96.6%) estuvieron igual o por debajo del límite del grado U.S. No. 2.
- El promedio de daño por calor fue 0%, el mismo que en 2019/2020 y el P5A, lo que indica un buen manejo del secado y almacenamiento del maíz a lo largo del canal de comercialización.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

- La concentración de **proteína** (8.4% en base seca) fue ligeramente mayor que en 2019/2020 e igual al P5A.
- La concentración de **almidón** (72.1% en base seca) fue ligeramente menor que en 2019/2020 y el P5A.
- La concentración de **aceite** (3.8% en base seca) fue menor que en 2019/2020 y el P5A.

<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 de 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 y 2019/2020.

## FACTORES FÍSICOS

- Mismo promedio de **grietas por estrés** (11%) que en 2019/2020, pero mayor al P5A. Sin embargo, la mayoría de las muestras de exportación (78%) presentaron menos del 15% de grietas por estrés.
- El promedio de **peso de 100 granos** (37.01 g) fue mayor que en 2019/2020 y el P5A, lo cual indica que en 2020/2021 hubo granos más pesados que el año pasado y que el P5A.
- Un mayor promedio de **volumen del grano** de 0.29 cm<sup>3</sup> que en 2019/2020 y que el P5A.
- Promedio de **densidad verdadera** similar (1.277 g/cm<sup>3</sup>) comparado con 2019/2020, pero menor que el P5A.
- El porcentaje promedio de **granos enteros** (83.2%) fue mayor que en 2019/2020, pero menor al P5A.
- Un porcentaje de **endospermo duro** de 80%, ligeramente menor que en 2019/2020, pero similar al P5A.

## MICOTOXINAS

- Todas las muestras, excepto una, resultaron por debajo del nivel de acción de la FDA del análisis de **aflatoxinas** de 20 ppb. En 2020/2021 hubo un total de 98.3% de muestras de exportación con niveles de aflatoxinas por debajo del “Límite Inferior de Conformidad” del Federal Grain Inspection Service (FGIS) de 5 ppb, una proporción ligeramente mayor de las que de 2019/2020 (96.3%).
- Todas las muestras resultaron por debajo del nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm de **DON**, igual que en 2019/2020. De las 180 muestras analizadas de DON en 2020/2021, 95.6% mostraron niveles por debajo de 1.5 ppm de esta micotoxina, una proporción menor que en 2019/2020 (98.3%).
- De las 180 muestras analizadas para determinar **fumonisina**, 179 o el 99.4% resultó por debajo del nivel guía más estricto de la FDA de 5 ppm.

Es importante la información de la calidad del maíz para compradores extranjeros y otros interesados de la industria, pues toman decisiones sobre los contratos de compra, así como de las necesidades de procesamiento del maíz para alimentos balanceados, alimentos para consumo humano o para uso industrial. El *Informe de la Exportación 2020/2021* 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.

El *Informe de la Exportación* está basado en 440 muestras de maíz amarillo recolectadas de embarques de exportación al someterse a los procesos de inspección federal y de calificación realizados del Federal Grain Inspection Service (FGIS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) o por inspectores autorizados en oficinas del interior. 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:

- La ECA del Golfo incluye zonas que normalmente exportan maíz a través los puertos del Golfo en EE. UU.;
- La ECA del Pacífico Noroeste incluye zonas de exportación de maíz a través de los puertos del Pacífico Noroeste;
- 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 “U.S. No. 2” y “U.S. No. 3” para ilustrar las diferencias de calidad prácticas entre estas dos especificaciones. Las muestras se clasifican en categorías de grados con base en los resultados del análisis de los factores de grado en lugar del contrato de carga especificado por los socios comerciales.

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

#### Zonas de Acopio de Exportación

##### **Pacífico Noroeste**

Exporta maíz a través de los puertos de Washington, Oregón y California.

##### **Ferrocarril del Sur**

Exporta maíz a México por ferrocarril desde subterminales del interior.

##### **Golfo**

Exporta maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.

- 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 2020/2021*, el FGIS y las oficinas del interior recolectaron muestras de los embarques de exportación cargados de febrero a abril de 2021 para generar resultados estadísticamente válidos del 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”.

Este *Informe de la Exportación 2020/2021* es el décimo de una serie de estudios anuales de la calidad de las exportaciones de maíz estadounidense de 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 diez 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 importante, en función del origen del maíz, de la forma en que se haya cargado el lote del grano en el medio de 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 barcos o ferrocarriles de exportación.

El *Informe de la calidad de la cosecha de maíz 2020/2021* del U.S. Grains Council, publicado en noviembre de 2020, 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 2020/2021* y el *Informe de la Exportación 2020/2021* 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 anteriores de la Cosecha y de Exportación.

## 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 estadounidense” de este informe se encuentra un cuadro con los requisitos numéricos de estos atributos.

### RESUMEN: FACTORES DE GRADO

- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. (57.9 lb/bu o 74.5 kg/hl) fue mayor que en 2019/2020, 2018/2019, el P5A y que el P10A; y muy por arriba del límite del maíz grado U.S. No. 1 (56 lb/bu).
- El BCFM del promedio agregado de EE. UU. (2.8%) fue más bajo que en 2019/2020 (3.1%), 2018/2019 (2.9%), el P5A (3%) y que en el P10A (2.9%), y también muy por debajo del límite del grado U.S. No. 2 (3%).
- Un total de 71.2% de las muestras de exportación presentó niveles en o por debajo del límite máximo BCFM permitido del grado U.S. No. 2 (3%) y el 91.7% estuvo igual o por debajo del límite de BCFM del grado U.S. No. 3 (4%).
- El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur (2.2%) fue menor que las del Golfo (2.6%) y Pacífico Noroeste (3.3%). El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur ha sido el más bajo entre las ECA en los dos años anteriores, el P5A y que el P10A. El BCFM promedio de la ECA Pacífico Noroeste ha sido el mayor entre las ECA en los dos años anteriores, el P5A y el P10A.
- El daño total del promedio agregado de EE. UU. (2.3%) fue más bajo que en 2019/2020 (2.9%), 2018/2019 (2.6%) y que en el P5A (2.4%), más alto que el P10A (2.2%), pero muy por debajo del límite del grado U.S. No. 1 (3%).
- De las muestras de exportación, el 75.7% tuvo 3% o menos granos dañados, lo que cumplió con el grado U.S. No. 1. Además, el 96.6% estuvo igual o por debajo del límite de U.S. No. 2 (5%).
- El daño por calor del promedio agregado de EE. UU. fue 0% en 2020/2021, el mismo que en los últimos dos años, que el P5A y el P10A.



- El promedio de BCFM del maíz U.S No. 2 de la ECA del Golfo (2.5%) fue menor que el maíz grado U.S No. 3 (3.3%). Este también fue el caso en la ECA Pacífico Noroeste, en la que el BCFM del maíz grado U.S. No. 2 fue 2.5%, comparado con 3.5% del maíz U.S. No. 3. Para las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste, el BCFM fue el único factor de grado en el que la diferencia entre el maíz U.S. No. 2 y U.S. No. 3 fue estadísticamente significativo.
- En la ECA del Ferrocarril del Sur, el único factor de grado en el que la diferencia entre el maíz U.S. No. 2 (2.3%) y U.S. No. 3 (4.9%) fue estadísticamente significativa fue el daño total.

| Grados de maíz de EE. UU. y sus requisitos |                                            |                      |           |                                      |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|-----------|--------------------------------------|
| Grado                                      | 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                                    |

## PESO ESPECÍFICO

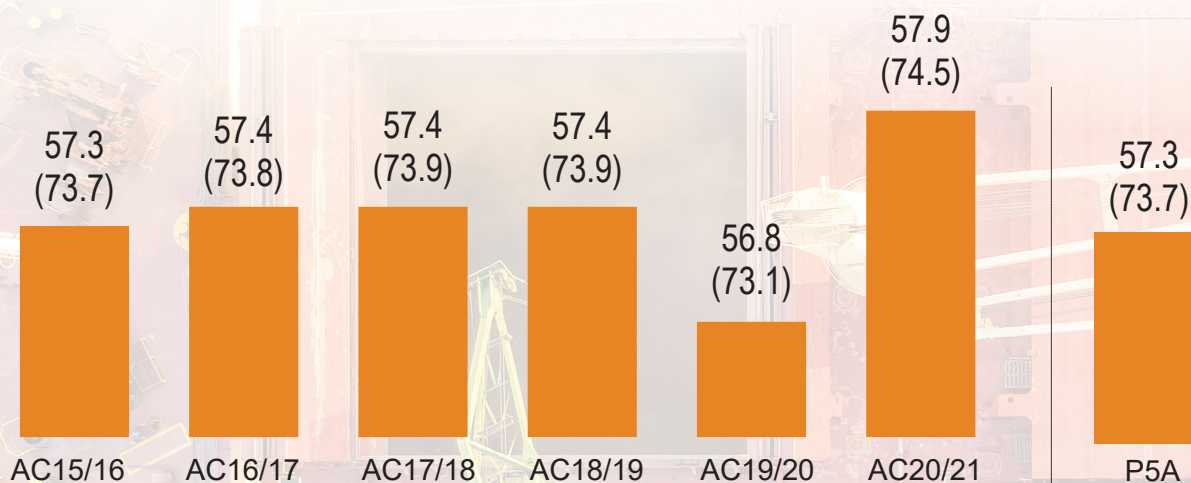
El peso específico (peso por volumen) es una medida de la densidad de masa. Se utiliza a menudo como indicador general de la calidad total y como indicador de la dureza del endospermo para cocedores alcalinos y la molienda en seco. El maíz con alto peso específico ocupa menos espacio de almacenamiento 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, también se ve afectado por el contenido de humedad, rapidez del secado, daño físico al grano (granos quebrados y superficies rasposas), material extraño en la muestra, tamaño, dureza y madurez del grano, así como 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 tiene una correlación positiva con la densidad verdadera, lo que refleja la dureza del grano y las buenas condiciones de maduración.

## RESULTADOS

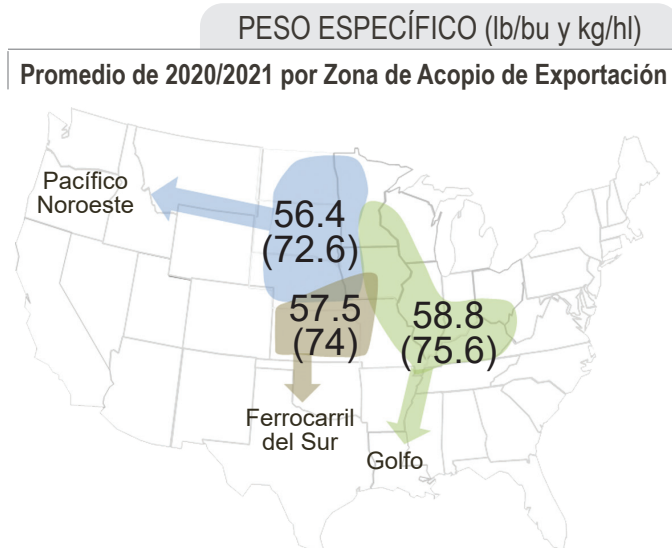
- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. (57.9 lb/bu o 74.5 kg/hl) estuvo muy por arriba del límite del grado U.S. No. 1 (56 lb/bu) y más alto que en 2019/2020 (56.8 lb/bu), 2018/2019 (57.4 lb/bu), el P5A (57.3 lb/hl) y que el P10A (57.5 lb/bu).
- Las muestras de exportación de 2020/2021 presentaron una desviación estándar (0.63 lb/bu), más baja que en 2019/2020 (1 lb/bu) y 2018/ 2019 (0.82 lb/ bu), el P5A (0.81 lb/ bu) y que el P10A (0.78 lb/bu). El rango en valores en 2020/2021 fue 6.4 lb/bu, menor que en 2019/2020 (9.7 lb/bu) y que en 2018/2019 (7.6 lb/bu).

### PESO ESPECÍFICO (lb/bu y kg/hl)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

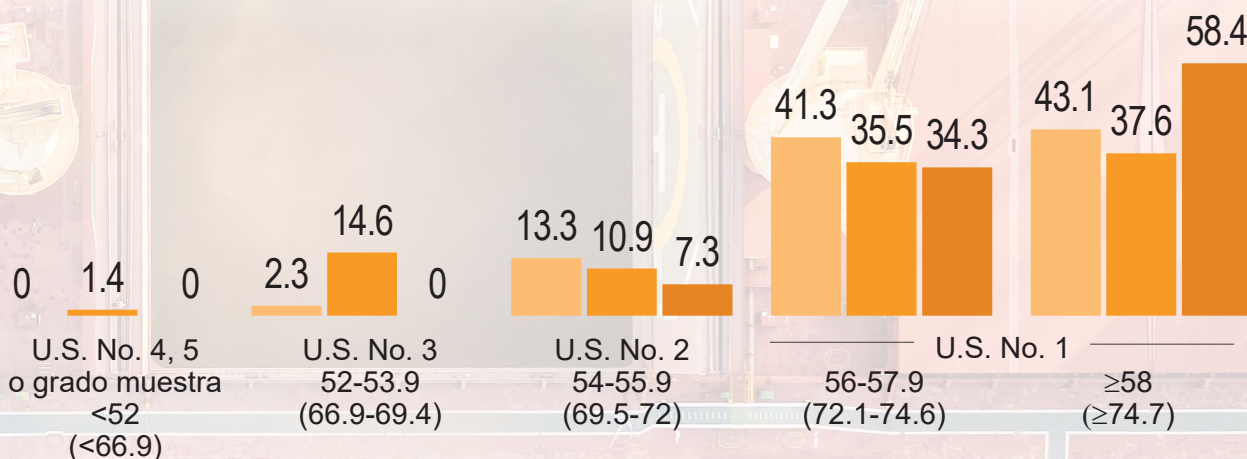


- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. del 92.7% de las muestras de 2020/2021 estuvo en o por arriba del mínimo del grado U.S. No. 1 (56 lb/bu) y el 100% estuvo en o por encima del límite del U.S. No. 2 (54 lb/bu).
- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. en la exportación (57.9 lb/bu) fue más bajo que el de la cosecha de 2020 (58.7 lb/bu o 75.5 kg/hl). El promedio del peso específico en la exportación ha estado constantemente más bajo que en la cosecha, como lo indica el P5A de la exportación (57.3 lb/bu) y P10A (57.5 lb/bu) en comparación con el P5A (58.1 lb/bu) y P10A (58.2 lb/bu) de la cosecha.
- La variabilidad de las muestras de exportación de 2020/2021, de acuerdo con lo medido por la desviación estándar (0.63 lb/bu), fue menor que la de las de la cosecha de 2020 (1.22 lb/bu). Conforme el maíz se mezcla en su paso 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 0.81 lb/bu, en comparación con la de la cosecha de 1.22 lb/bu.
- El promedio del peso específico fue más bajo para la ECA Pacífico Noroeste (56.4 lb/bu) que para las del Ferrocarril del Sur (57.5 lb/bu) y del Golfo (58.8 lb/bu).



## Porcentaje de muestras por año comercial

AC18/19 AC19/20 AC20/21



## MAÍZ QUEBRADO Y MATERIAL EXTRAÑO

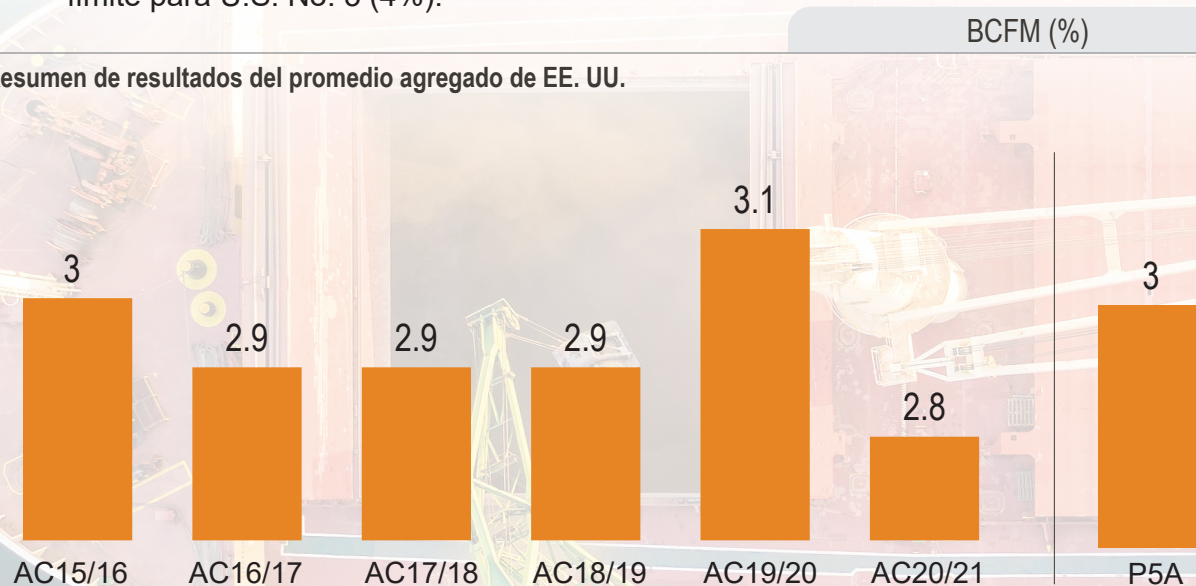
El maíz quebrado y material extraño (BCFM, por sus siglas en inglés) es un indicador de la cantidad de maíz limpio y en buenas condiciones que hay para alimentación y procesamiento. A menor porcentaje de BCFM, hay menos material extraño o menos granos quebrados en la muestra. Conforme el maíz pasa del 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 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.

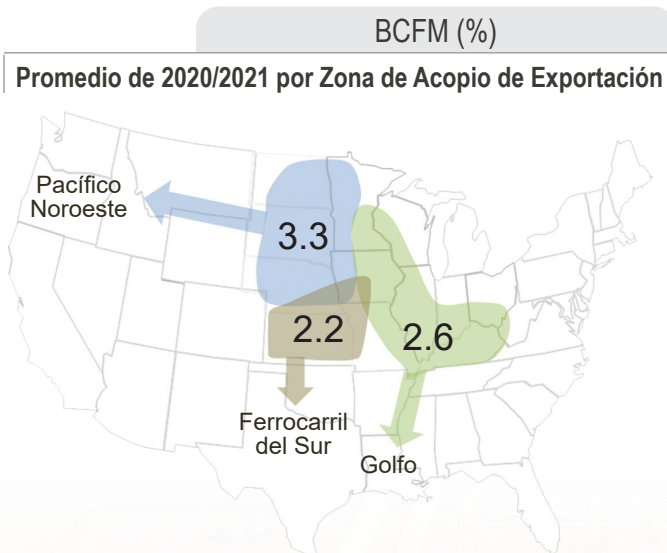
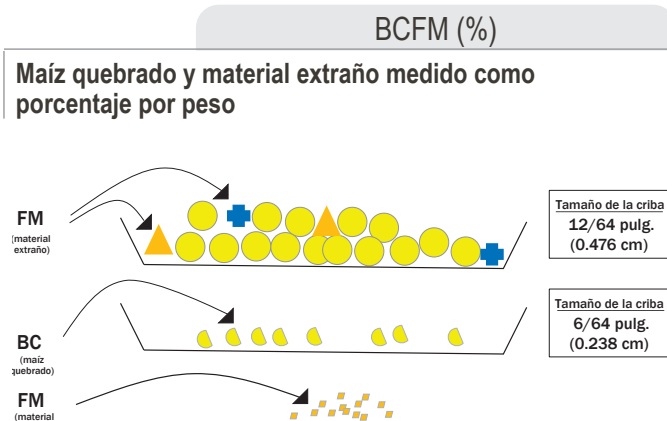
## RESULTADOS

- El BCFM del promedio agregado de EE. UU. en las muestras de exportación (2.8%) fue más bajo que en 2019/2020 (3.1%), 2018/2019 (2.9%), que el P5A (3%) y el P10A (2.9%), y también por debajo del límite del grado U.S. No. 2 (3%).
- La variabilidad de las muestras de exportación de 2020/2021 (con una desviación estándar de 0.80%) fue similar a la de 2019/2020 (0.79%), 2018/2019 (0.67%) y que las del P5A y P10A (ambos 0.69%). El rango en los valores (8.2%) fue mayor que en 2019/2020 (6.1%), pero similar a 2018/2019 (8.4%).
- El BCFM en las muestras de exportación 2020/2021 estuvo distribuido con un 71.2% en las muestras en o por debajo del límite de U.S. no. 2 (3%) y 91.7% en y por debajo del límite para U.S. No. 3 (4%).

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

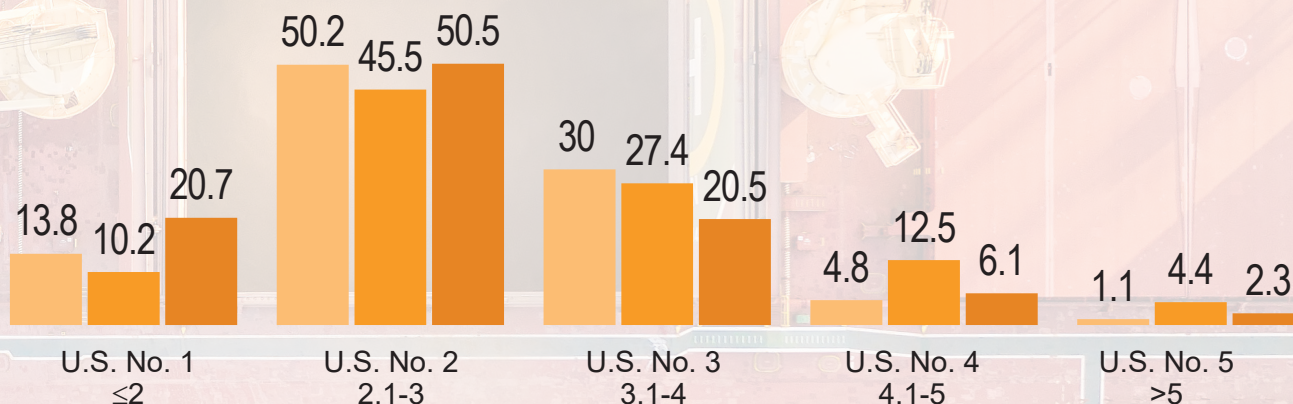


- El BCFM del promedio agregado de EE. UU. en la exportación (2.8%) fue 2 puntos porcentuales más alto que en la cosecha (0.8%). También se dio una diferencia similar en el P5A y P10A (ambos de 0.8%) de la cosecha, comparado con los de la exportación (3 y 2.9%, respectivamente). Es posible que este aumento se deba a más maíz quebrado resultante del secado artificial e impactos adicionales ocasionados por el transporte en cintas o bandas, así como por el manejo conforme pasa a través del canal de comercialización.
- El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur (2.2%) fue menor que las del Golfo (2.6%) y Pacífico Noroeste (3.3%). El BCFM promedio de la ECA del Ferrocarril del Sur ha sido también el más bajo entre las ECA en los dos años anteriores, y en el P5A y P10A. El BCFM promedio de la ECA Pacífico Noroeste ha sido el mayor entre las ECA en los dos años anteriores, el P5A y que el P10A.



Porcentaje de muestras por año comercial

■ AC18/19 ■ AC19/20 ■ AC20/21



## 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 hongos, heladas, insectos, germinación, enfermedades, clima, tierra, germen y calor. La mayor parte de estos tipos de daños resultan en algo de decoloración o cambio de textura del grano. No obstante, el daño no incluye piezas quebradas de granos que de otra forma se ven normales en apariencia.

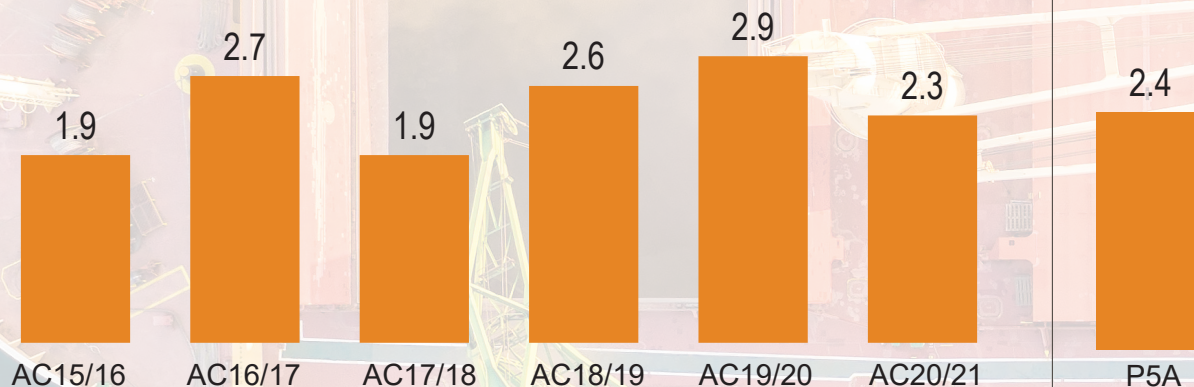
El daño por hongos comúnmente se relaciona con un mayor contenido de humedad y altas temperaturas durante la temporada de cultivo o el almacenamiento. Varios mohos de campo, tales como Diplodia, Aspergillus, Fusarium y Gibberella, pueden dañar a los granos durante la temporada de cultivo, si las condiciones 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

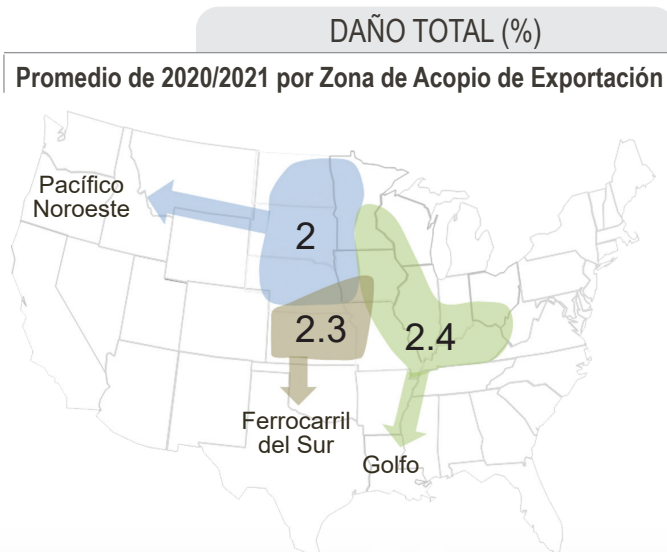
- El daño total del promedio agregado de EE. UU. (2.3%) estuvo muy por debajo del límite del grado U.S. No. 1 (3%) y más bajo que en 2019/2020 (2.9%) y 2018/2019 (2.6%), pero por arriba del P10A (2.2%). Aunque el P5A del daño total fue 2.4%, esta diferencia no fue estadísticamente significativa con respecto al promedio de 2020/2021.
- La variabilidad de las muestras de 2020/2021, como lo indica la desviación estándar (1.26%), fue más baja que en 2019/2020 (1.37%), pero similar al 2018/2019 (1.10%) y que el P5A y P10A (ambos de 1.09%). El rango de muestras de 2020/2021 (de 0.1 a 8.6%) fue más bajo que el de 2019/2020 (0.1 a 10.8%) y el de 2018/2019 (de 0 a 10.5%).

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

DAÑO TOTAL (%)

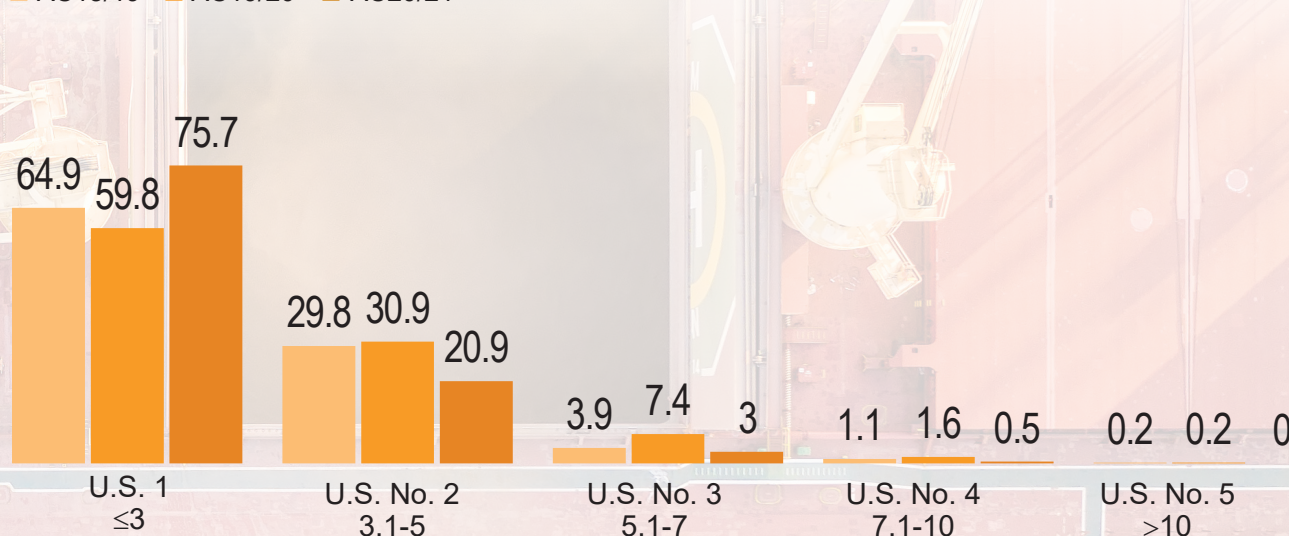


- De las muestras de exportación, el 75.7% tuvo 3% o menos granos dañados, lo que cumplió con el grado U.S. No. 1. Además, el 96.6% estuvo igual o por debajo del límite del U.S. No. 2 (5%).
- El nivel promedio de daño total en el canal de comercialización en la exportación (2.3%) fue mayor que en la cosecha (1.1%). El P5A de la exportación (2.4%) fue 0.5 puntos porcentuales más alto que el P5A de la cosecha (1.9%). El P10A de la exportación (2.2%) fue 0.7 puntos porcentuales más que el P5A de la cosecha (1.5%). El daño total puede aumentar durante el almacenamiento, en especial si hay segregación de material más liviano en el centro y bolsas de maíz alto en humedad en los silos de almacenamiento o en los contenedores de transporte.
- El daño total del promedio agregado de EE. UU. para la ECA del Golfo fue de 2.4%, Pacífico Noroeste 2% y Ferrocarril del Sur 2.3%. El daño total promedio de la ECA Pacífico Noroeste ha sido el más bajo entre las ECA en los dos años anteriores, el P5A y en el P10A.



Porcentaje de muestras por año comercial

AC18/19 AC19/20 AC20/21



## 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. de 2020/2021 fue 0%, el mismo que en 2019/2020, 2018/2019, y que el P5A y P10A. 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 una muestra de todo el juego de muestras de exportación de 2020/2021 (un total de 440 muestras) mostró daño por calor, de 0.2%.

## RESUMEN: FACTORES DE GRADO

| Exportación 2020/2021               |                    |       |               |      |      | Exportación 2019/2020               |                    |       |               |      |      | Exportación 2018/2019               |                    |       |               |      |      |
|-------------------------------------|--------------------|-------|---------------|------|------|-------------------------------------|--------------------|-------|---------------|------|------|-------------------------------------|--------------------|-------|---------------|------|------|
|                                     | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | Mín. | Máx. |                                     | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | Mín. | Máx. |                                     | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>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)             | 440                | 57.9  | 0.63          | 54   | 60.4 | 431                                 | 56.8*              | 1     | 50.4          | 60.1 |      | 436                                 | 57.4*              | 0.82  | 52            | 59.6 |      |
| Peso específico (kg/hl)             | 440                | 74.5  | 0.81          | 69.5 | 77.7 | 431                                 | 73.1*              | 1.29  | 64.9          | 77.4 |      | 436                                 | 73.9*              | 1.05  | 66.9          | 76.7 |      |
| BCFM (%)                            | 440                | 2.8   | 0.80          | 0.9  | 9.1  | 431                                 | 3.1*               | 0.79  | 0.9           | 7.0  |      | 436                                 | 2.9*               | 0.67  | 0.4           | 8.8  |      |
| Daño total (%)                      | 440                | 2.3   | 1.26          | 0.1  | 8.6  | 430                                 | 2.9*               | 1.37  | 0.1           | 10.8 |      | 436                                 | 2.6*               | 1.10  | 0             | 10.5 |      |
| Daño por calor (%)                  | 440                | 0     | 0.01          | 0.0  | 0.2  | 431                                 | 0                  | 0.01  | 0             | 0.2  |      | 436                                 | 0*                 | 0.01  | 0             | 0.1  |      |
| <b>Golfo</b>                        |                    |       |               |      |      | <b>Golfo</b>                        |                    |       |               |      |      | <b>Golfo</b>                        |                    |       |               |      |      |
| Peso específico (lb/bu)             | 244                | 58.8  | 0.51          | 57.3 | 60.4 | 242                                 | 58*                | 0.76  | 55.1          | 59.9 |      | 275                                 | 58*                | 0.66  | 55.5          | 59.4 |      |
| Peso específico (kg/hl)             | 244                | 75.6  | 0.66          | 73.8 | 77.7 | 242                                 | 74.6*              | 0.97  | 70.9          | 77.1 |      | 275                                 | 74.7*              | 0.85  | 71.4          | 76.5 |      |
| BCFM (%)                            | 244                | 2.6   | 0.66          | 1.1  | 4.9  | 242                                 | 3*                 | 0.69  | 1.2           | 5.6  |      | 275                                 | 2.9*               | 0.53  | 1.3           | 4.9  |      |
| Daño total (%)                      | 244                | 2.4   | 0.98          | 0.2  | 6.5  | 241                                 | 3.6*               | 1.50  | 0.6           | 10.8 |      | 275                                 | 3.3*               | 1.37  | 0.8           | 10.5 |      |
| Daño por calor (%)                  | 244                | 0     | 0.01          | 0    | 0.2  | 242                                 | 0                  | 0.02  | 0             | 0.2  |      | 275                                 | 0                  | 0.02  | 0             | 0.1  |      |
| <b>Pacífico Noroeste</b>            |                    |       |               |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                    |       |               |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                    |       |               |      |      |
| Peso específico (lb/bu)             | 120                | 56.4  | 0.73          | 54   | 58.4 | 117                                 | 53.9*              | 1.37  | 50.4          | 60.1 |      | 96                                  | 55.5*              | 1.23  | 52            | 58.4 |      |
| Peso específico (kg/hl)             | 120                | 72.6  | 0.94          | 69.5 | 75.2 | 117                                 | 69.3*              | 1.76  | 64.9          | 77.4 |      | 96                                  | 71.4*              | 1.58  | 66.9          | 75.2 |      |
| BCFM (%)                            | 120                | 3.3   | 1.25          | 1.1  | 9.1  | 117                                 | 3.8*               | 1.17  | 1.7           | 7    |      | 96                                  | 3.5                | 1.17  | 1.5           | 8.8  |      |
| Daño Total (%) <sup>1</sup>         | 120                | 2     | 1.53          | 0.1  | 7.1  | 117                                 | 1.6*               | 1.47  | 0.1           | 7.7  |      | 96                                  | 0.7*               | 0.61  | 0             | 2.8  |      |
| Daño por calor (%)                  | 120                | 0     | 0             | 0    | 0    | 117                                 | 0                  | 0.02  | 0             | 0.2  |      | 96                                  | 0                  | 0.01  | 0             | 0.1  |      |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                    |       |               |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                    |       |               |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                    |       |               |      |      |
| Peso específico (lb/bu)             | 76                 | 57.5  | 0.83          | 56.3 | 59.9 | 72                                  | 57.5               | 1.24  | 54.2          | 59.4 |      | 65                                  | 57.5               | 0.86  | 55.9          | 59.6 |      |
| Peso específico (kg/hl)             | 76                 | 74    | 1.06          | 72.5 | 77.1 | 72                                  | 74                 | 1.60  | 69.8          | 76.5 |      | 65                                  | 74                 | 1.11  | 72            | 76.7 |      |
| BCFM (%)                            | 76                 | 2.2   | 0.54          | 0.9  | 4.2  | 72                                  | 2.2                | 0.53  | 0.9           | 3.8  |      | 65                                  | 1.9*               | 0.53  | 0.4           | 3    |      |
| Daño Total (%) <sup>1</sup>         | 76                 | 2.3   | 1.74          | 0.1  | 8.6  | 72                                  | 2.5                | 0.78  | 1             | 4.9  |      | 65                                  | 2.4                | 0.75  | 1             | 4.3  |      |
| Daño por calor (%)                  | 76                 | 0     | 0             | 0    | 0    | 72                                  | 0                  | 0     | 0             | 0    |      | 65                                  | 0                  | 0     | 0             | 0    |      |

<sup>1</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  $\pm 10\%$ .

**RESUMEN: FACTORES DE GRADO**

|                                     | Promedio de cinco años<br>(AC15/16-AC19/20) |       |               | Promedio de diez años<br>(AC11/12-AC20/21) |       |               |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|-------|---------------|--------------------------------------------|-------|---------------|
|                                     | No. de<br>muestras                          | Prom. | Desv.<br>est. | No. de<br>muestras                         | Prom. | Desv.<br>est. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b> |                                             |       |               |                                            |       |               |
| Peso específico (lb/bu)             | 2,135                                       | 57.3  | 0.81          | 4,174                                      | 57.5  | 0.78          |
| Peso específico (kg/hl)             | 2,135                                       | 73.7  | 1.04          | 4,174                                      | 74    | 1.01          |
| BCFM (%)                            | 2,135                                       | 3     | 0.69          | 4,174                                      | 2.9   | 0.69          |
| Daño total (%)                      | 2,134                                       | 2.4   | 1.09          | 4,173                                      | 2.2   | 1.09          |
| Daño por calor (%)                  | 2,135                                       | 0     | 0.01          | 4,174                                      | 0     | 0.01          |
| <b>Golfo</b>                        |                                             |       |               |                                            |       |               |
| Peso específico (lb/bu)             | 1,343                                       | 57.8  | 0.75          | 2,719                                      | 58    | 0.70          |
| Peso específico (kg/hl)             | 1,343                                       | 74.4  | 0.96          | 2,719                                      | 74.7  | 0.90          |
| BCFM (%)                            | 1,343                                       | 2.9   | 0.58          | 2,719                                      | 2.9   | 0.64          |
| Daño total (%)                      | 1,342                                       | 2.9   | 1.23          | 2,718                                      | 2.6   | 1.20          |
| Daño por calor (%)                  | 1,343                                       | 0     | 0.01          | 2,719                                      | 0     | 0.01          |
| <b>Pacífico Noroeste</b>            |                                             |       |               |                                            |       |               |
| Peso específico (lb/bu)             | 483                                         | 55.7  | 0.94          | 958                                        | 55.9  | 0.97          |
| Peso específico (kg/hl)             | 483                                         | 71.7  | 1.21          | 958                                        | 72    | 1.25          |
| BCFM (%)                            | 483                                         | 3.6   | 1.06          | 958                                        | 3.4   | 0.91          |
| Daño total (%)                      | 483                                         | 0.9   | 0.84          | 958                                        | 0.9   | 0.86          |
| Daño por calor (%)                  | 483                                         | 0     | 0.01          | 958                                        | 0     | 0.01          |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                                             |       |               |                                            |       |               |
| Peso específico (lb/bu)             | 309                                         | 57.5  | 0.83          | 497                                        | 57.8  | 0.85          |
| Peso específico (kg/hl)             | 309                                         | 74.1  | 1.07          | 497                                        | 74.4  | 1.10          |
| BCFM (%)                            | 309                                         | 2.1   | 0.59          | 497                                        | 2.2   | 0.51          |
| Daño total (%)                      | 309                                         | 2.5   | 0.91          | 497                                        | 2.2   | 0.90          |
| Daño por calor (%)                  | 309                                         | 0     | 0             | 497                                        | 0     | 0.01          |



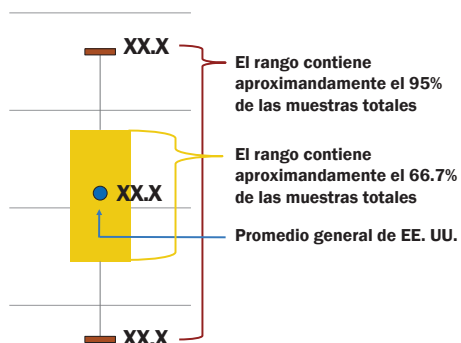
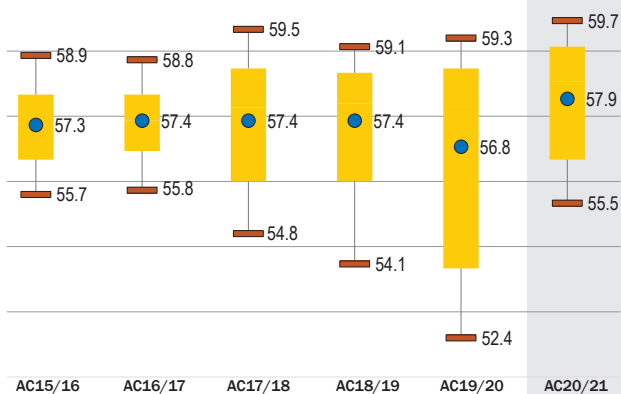
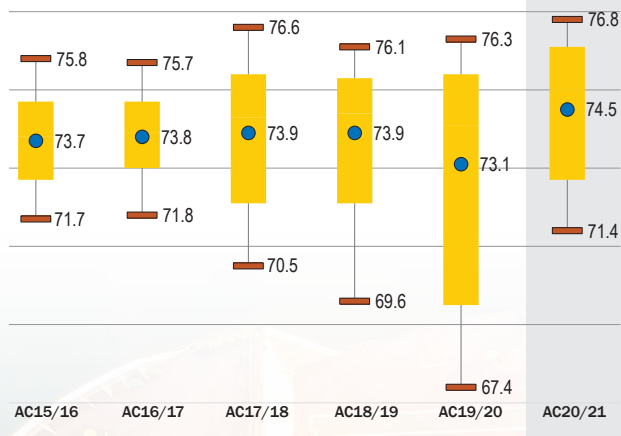
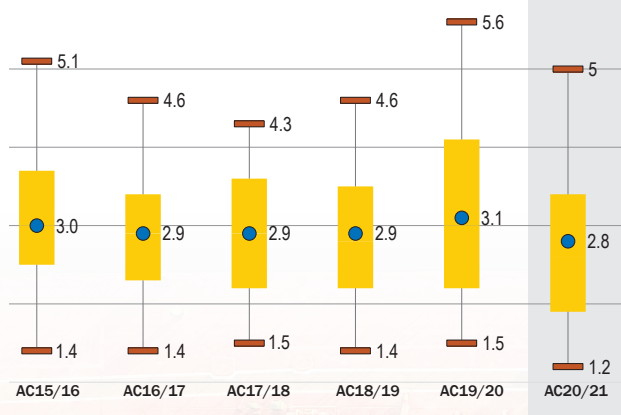
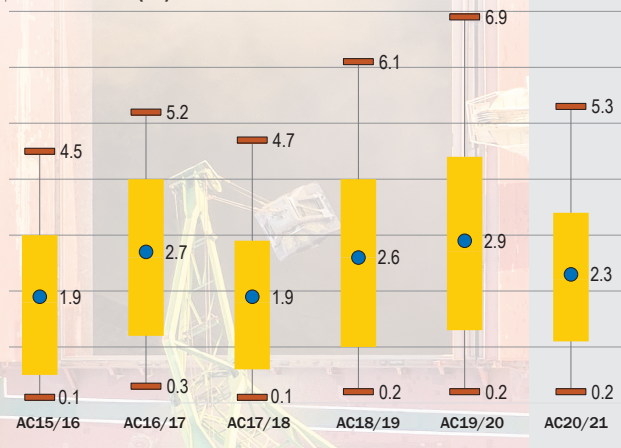
## RESUMEN: FACTORES DE GRADO

| Muestras de exportación de<br>2020/2021<br>U.S. No. 2 |                    |       |               |      |      | Muestras de exportación de<br>2020/2021<br>U.S. No. 3 |                    |       |               |      |      | Cosecha 2020                        |                                 |       |               |      |      |
|-------------------------------------------------------|--------------------|-------|---------------|------|------|-------------------------------------------------------|--------------------|-------|---------------|------|------|-------------------------------------|---------------------------------|-------|---------------|------|------|
|                                                       | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | Mín. | Máx. |                                                       | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | Mín. | Máx. |                                     | No. de<br>muestras <sup>1</sup> | Prom. | Desv.<br>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)                               | 236                | 58    | 0.60          | 55.4 | 60.4 |                                                       | 103                | 58    | 0.64          | 54   | 59.9 |                                     | 601                             | 58.7* | 1.22          | 52.6 | 62.5 |
| Peso específico (kg/ht)                               | 236                | 74.7  | 0.77          | 71.3 | 77.7 |                                                       | 103                | 74.7  | 0.83          | 69.5 | 77.1 |                                     | 601                             | 75.5* | 1.57          | 67.7 | 80.4 |
| BCFM (%)                                              | 236                | 2.5   | 0.36          | 1.2  | 3    |                                                       | 103                | 3.3   | 0.36          | 2.2  | 4.2  |                                     | 601                             | 0.8*  | 0.49          | 0.1  | 8.8  |
| Daño total (%)                                        | 236                | 2.3   | 1.12          | 0.1  | 5    |                                                       | 103                | 2.6   | 1.36          | 0.2  | 7    |                                     | 601                             | 1.1*  | 1.06          | 0    | 18.3 |
| Daño por calor (%)                                    | 236                | 0     | 0             | 0    | 0    |                                                       | 103                | 0     | 0             | 0    | 0    |                                     | 601                             | 0     | 0             | 0    | 0.1  |
| <b>Golfo</b>                                          |                    |       |               |      |      | <b>Golfo</b>                                          |                    |       |               |      |      | <b>Golfo</b>                        |                                 |       |               |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                               | 145                | 58.7  | 0.53          | 57.3 | 60.4 |                                                       | 62                 | 58.8  | 0.49          | 57.9 | 59.9 |                                     | 549                             | 58.8  | 1.25          | 53.4 | 62.5 |
| Peso específico (kg/ht)                               | 145                | 75.6  | 0.68          | 73.8 | 77.7 |                                                       | 62                 | 75.7  | 0.64          | 74.5 | 77.1 |                                     | 549                             | 75.7  | 1.61          | 68.7 | 80.4 |
| BCFM (%)                                              | 145                | 2.5   | 0.35          | 1.2  | 3    |                                                       | 62                 | 3.3   | 0.34          | 2.2  | 4.1  |                                     | 549                             | 0.8*  | 0.53          | 0.1  | 8.8  |
| Daño total (%)                                        | 145                | 2.5   | 0.99          | 0.2  | 5    |                                                       | 62                 | 2.6   | 1.04          | 1    | 6.5  |                                     | 549                             | 1.5*  | 1.42          | 0    | 18.3 |
| Daño por calor (%)                                    | 145                | 0     | 0             | 0    | 0    |                                                       | 62                 | 0     | 0             | 0    | 0    |                                     | 549                             | 0     | 0             | 0    | 0.1  |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                              |                    |       |               |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>                              |                    |       |               |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                                 |       |               |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                               | 48                 | 56.4  | 0.62          | 55.4 | 58.1 |                                                       | 34                 | 56.6  | 0.93          | 54   | 58.4 |                                     | 293                             | 58.3* | 1.19          | 52.6 | 61.9 |
| Peso específico (kg/ht)                               | 48                 | 72.6  | 0.80          | 71.3 | 74.8 |                                                       | 34                 | 72.8  | 1.20          | 69.5 | 75.2 |                                     | 293                             | 75*   | 1.53          | 67.7 | 79.7 |
| BCFM (%)                                              | 48                 | 2.5   | 0.39          | 1.6  | 3    |                                                       | 34                 | 3.5   | 0.41          | 2.4  | 4.2  |                                     | 293                             | 0.8*  | 0.44          | 0.1  | 4.1  |
| Daño total (%)                                        | 48                 | 1.7   | 1.35          | 0.1  | 4.8  |                                                       | 34                 | 2.2   | 1.79          | 0.2  | 7    |                                     | 293                             | 0.5*  | 0.64          | 0    | 8.4  |
| Daño por calor (%)                                    | 48                 | 0     | 0             | 0    | 0    |                                                       | 34                 | 0     | 0             | 0    | 0    |                                     | 293                             | 0     | 0             | 0    | 0.1  |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                            |                    |       |               |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>                            |                    |       |               |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                                 |       |               |      |      |
| Peso específico (lb/bu)                               | 43                 | 57.5  | 0.81          | 56.4 | 59.9 |                                                       | 7                  | 57.9  | 0.56          | 56.9 | 58.4 |                                     | 319                             | 58.9* | 1.18          | 53.4 | 62.5 |
| Peso específico (kg/ht)                               | 43                 | 74.1  | 1.04          | 72.6 | 77.1 |                                                       | 7                  | 74.5  | 0.72          | 73.2 | 75.2 |                                     | 319                             | 75.8* | 1.51          | 68.7 | 80.4 |
| BCFM (%)                                              | 43                 | 2.4   | 0.37          | 1.6  | 3    |                                                       | 7                  | 2.5   | 0.32          | 2.2  | 3.1  |                                     | 319                             | 0.8*  | 0.44          | 0.1  | 8.8  |
| Daño total (%)                                        | 43                 | 2.3   | 1.29          | 0.3  | 4.6  |                                                       | 7                  | 4.9   | 2.07          | 0.3  | 6.5  |                                     | 319                             | 0.9*  | 0.68          | 0    | 14.1 |
| Daño por calor (%)                                    | 43                 | 0     | 0             | 0    | 0    |                                                       | 7                  | 0     | 0             | 0    | 0    |                                     | 319                             | 0*    | 0             | 0    | 0.1  |

\*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%.

<sup>1</sup>Debido a que los resultados de las ECA son estadísticas compuestas, la suma de los números de muestras de las tres ECA es mayor que el promedio agregado de EE. UU.

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 (%)**


## B. 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.

### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

- La concentración de proteína del promedio agregado de EE. UU. en la exportación (8.4%) fue ligeramente mayor que en 2019/2020 (8.3%), la misma que el P5A (8.4%), pero más baja que en 2018/2019, el P10A y que el de la cosecha de 2020 (todos de 8.5%).
- La concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. (72.1%) fue más bajo que en 2019/2020 (72.2%), 2018/2019 (72.3%), el P5A (72.6%) el P10A (73%) y que el de la cosecha de 2020 (72.2%).
- La concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. (3.8%) fue menor que en 2019/2020, 2018/2019 y que el P5A (todas de 4%) y que el P10A y el de la cosecha de 2020 (ambos 3.9%).
- Fueron menores las desviaciones estándar de la concentración de proteína, almidón y aceite en las muestras de exportación que en las de la cosecha.
- No se observaron diferencias estadísticamente significativas en concentraciones de proteína, almidón y aceite entre los grados de maíz U.S No. 2 y U.S. No. 3 de cada ECA.

## PROTEÍNA

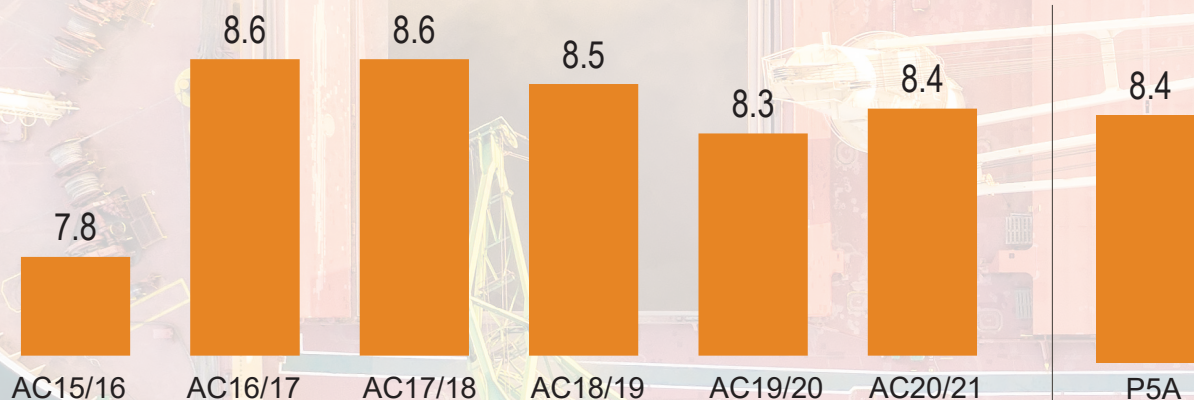
La proteína es muy importante para la alimentación de diferentes especies, porque proporciona aminoácidos azufrados esenciales y ayuda a mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia. La concentración de proteína tiende a disminuir con la disminución de nitrógeno disponible del suelo y en años con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

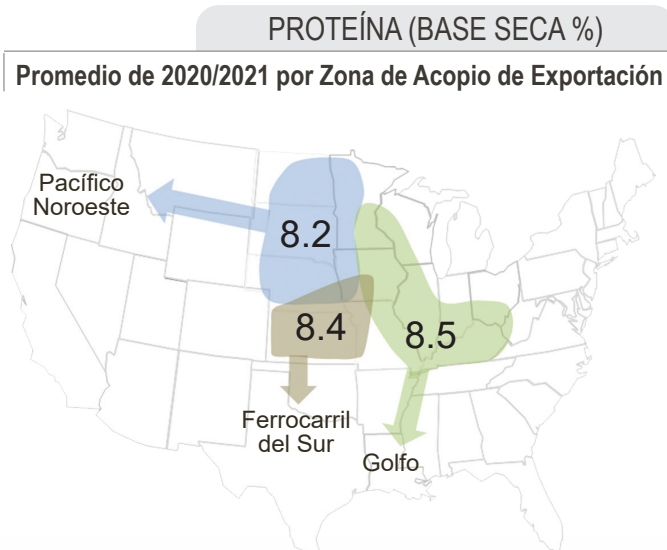
- La concentración de proteína del promedio agregado de EE. UU. (8.4%) fue mayor que en 2019/2020 (8.3%), el mismo que el P5A, pero menor que en 2018/2019, el P10A y que el de cosecha de 2020 (todos 8.5%).
- La variabilidad en las muestras de 2020/2021, como lo indica la desviación estándar (0.31%), fue similar que en 2019/2020 (0.29%) y el P10A (0.30%), la misma que el P5A, pero menor que en 2018/2019 (0.37%).
- La desviación estándar de la concentración de proteína de las muestras de exportación de 2020/2021 (8.4%), no fue estadísticamente diferente del promedio de las muestras de la cosecha de 2020 (8.5%). Generalmente el promedio de concentración de proteína cambia poco de la cosecha a la exportación.

### PROTEÍNA (BASE SECA %)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

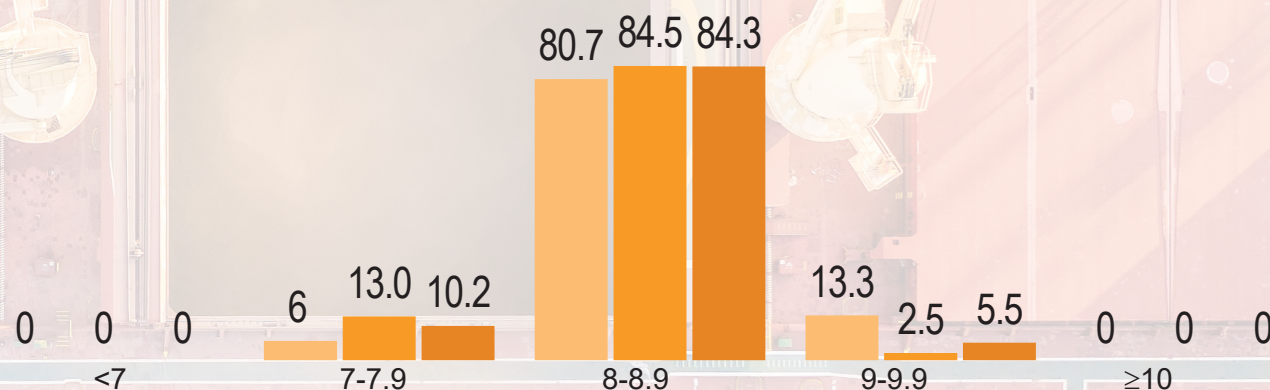


- Las muestras de exportación de 2020/2021 (desviación estándar de 0.31%) fueron más uniformes que las de la cosecha de 2020 (desviación estándar de 0.58%). Además, el rango de concentraciones de proteína en la exportación (de 7.5 a 9.4%) fue menor que en la cosecha (de 6.1 a 10.7%). La uniformidad se 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 2020/2021 se distribuyeron con un 89.8% de concentración de proteína igual o por arriba de 8%, en comparación con 87% de las muestras de 2019/2020 y 94% de las de 2018/2019.
- La ECA del Golfo tuvo la mayor concentración de proteína promedio (8.5%), seguida de la del Ferrocarril del Sur (8.4%), del Pacífico Noroeste (8.2%).
- No se observaron diferencias estadísticamente significativas en concentración de proteína entre los grados de maíz U.S. No. 2 y U.S. No. 3 en cada una de las ECA.



Porcentaje de muestras por año comercial

■ AC18/19 ■ AC19/20 ■ AC20/21



## ALMIDÓN

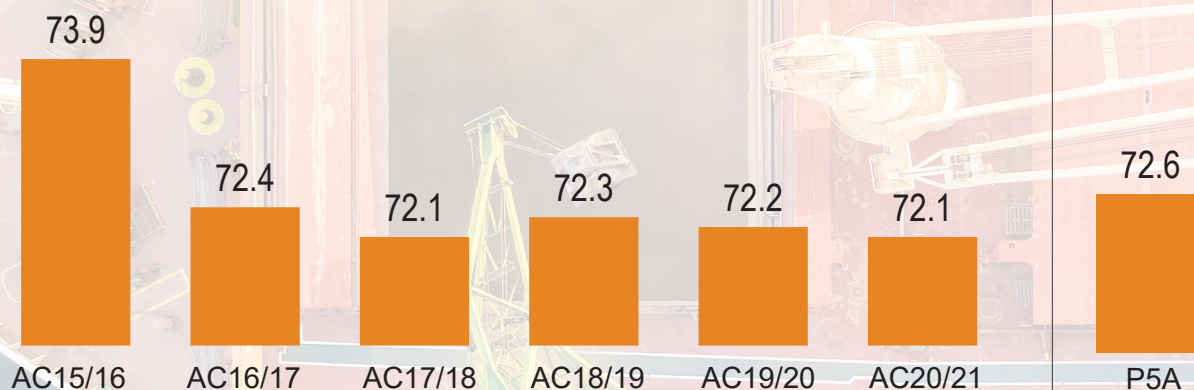
El almidón es un factor importante para el maíz utilizado por molinos en húmedo y fabricantes de etanol por molienda en seco. A menudo, una alta concentración de almidón es un indicador de las buenas condiciones de desarrollo/llenado del grano y de densidades del grano razonablemente moderadas. Por lo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

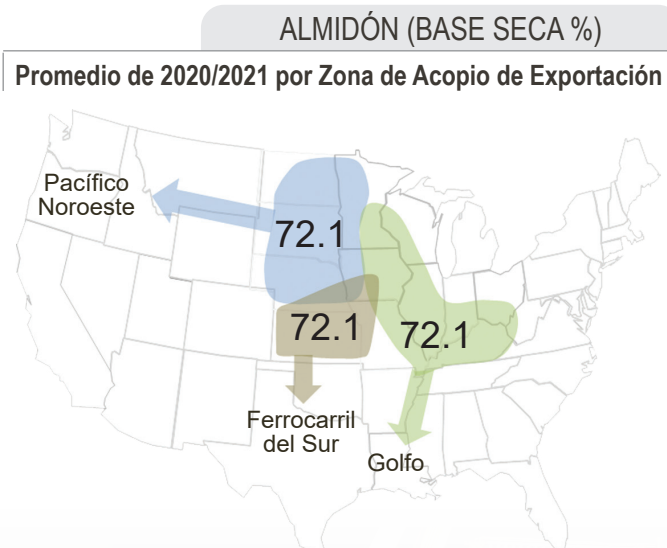
- La concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. (72.1%) fue menor que en 2019/2020 (72.2%), 2018/2019 (72.3%), el P5A (72.6%), el P10A (73%) y la concentración del promedio agregado de la cosecha de 2020 (72.2%).
- La variabilidad en las muestras de 2020/2021, como lo indica la desviación estándar (0.35%), fue más baja que en 2019/2020 (0.38%), 2018/2019 (0.43%), el P5A (0.42%) y el P10A (0.46%). El rango de muestras de 2020/2021 (de 70.8 a 73%) fue menor que el rango de 2019/2020 (de 70.2 a 73.4%) y de 2018/2019 (de 70.4 a 73.9%).

### ALMIDÓN (BASE SECA %)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

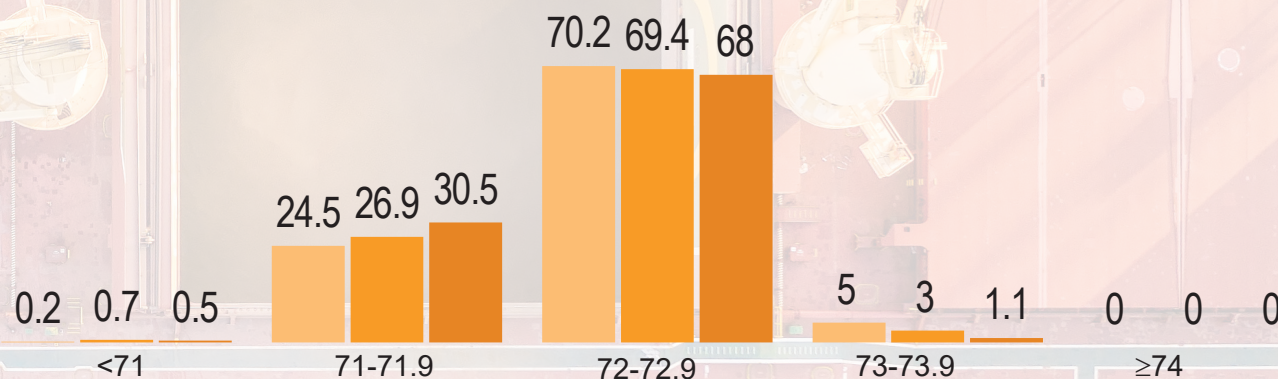


- La desviación estándar de la concentración de almidón de las muestras de exportación de 2020/2021 (0.35%) fue menor que la de las muestras de la cosecha de 2020 (0.61%). La concentración de almidón promedio de las muestras de exportación (72.1%) también fue más baja que el promedio de las muestras de cosecha de 2020 (72.2%). Por lo general, el promedio de concentración de almidón cambia poco de la cosecha a la exportación, mientras que, como lo indica la desviación estándar, normalmente la variabilidad en las muestras de exportación es menor que en las de la cosecha.
- Las concentraciones de almidón se distribuyeron con 69.1% en o por arriba de 72%, comparadas con el 72.4% en 2019/2020 y el 75.2% en 2018/2019.
- La concentración promedio de almidón de la ECA del Golfo (72.1%) fue la misma que las del Ferrocarril del Sur y Pacífico Noroeste.
- No se observó una diferencia estadísticamente significativa en concentración de almidón entre el maíz grado U.S. No. 2 y U.S. No. 3 en cada una de las ECA.



Porcentaje de muestras por año comercial

■ AC18/19 ■ AC19/20 ■ AC20/21



## ACEITE

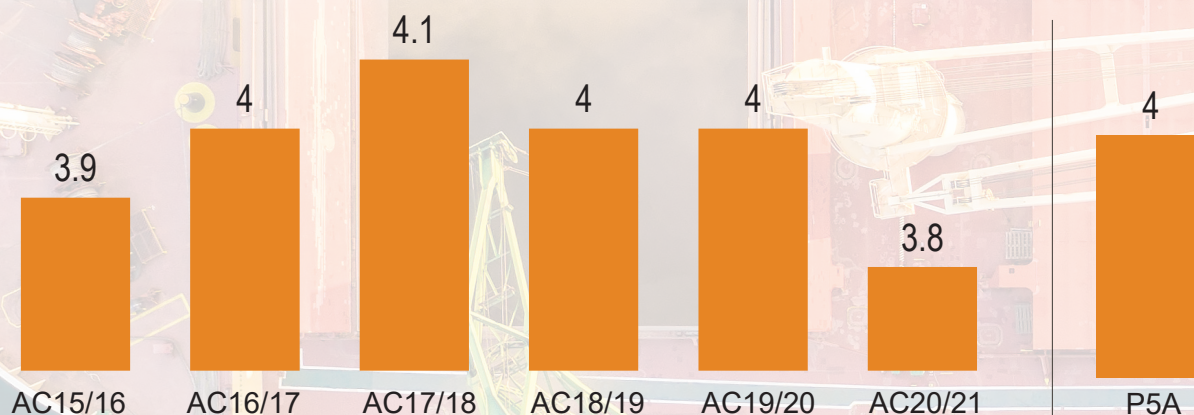
El aceite es un componente esencial de los alimentos para diferentes especies. Sirve como fuente de energía, permite la utilización de vitaminas liposolubles y proporciona ciertos ácidos grasos esenciales. El aceite es también un importante coproducto de la molienda del maíz en húmedo y en seco. Los resultados están notificados en base seca.

## RESULTADOS

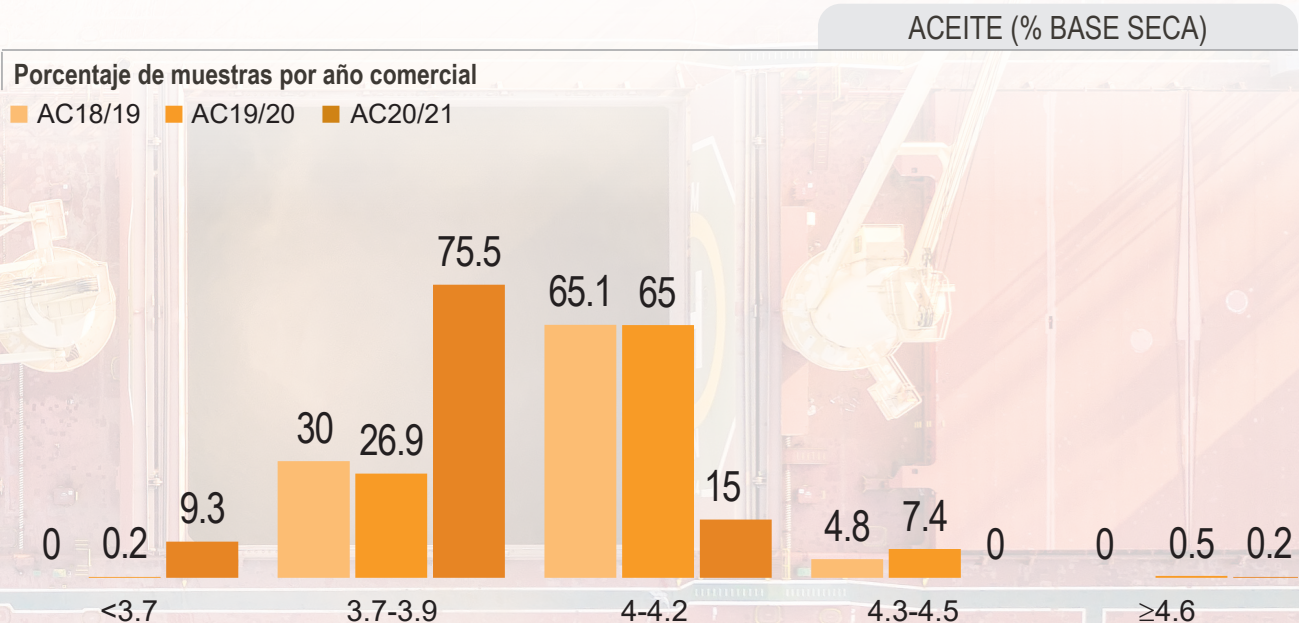
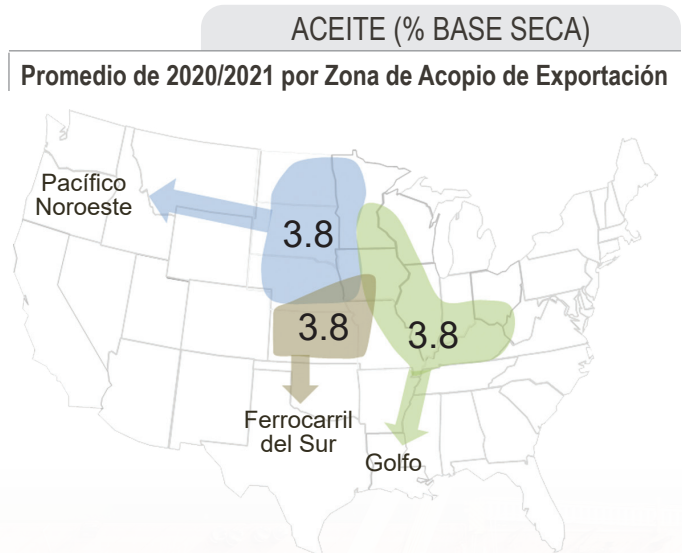
- La concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. (3.8%) fue más baja que en 2019/ 2020, 2018/ 2019 y que el P5A (todas de 4%) y que el P10A (3.9%).
- Las muestras de exportación de 2020/2021 tuvieron una desviación estándar (0.13%), similar a la de 2019/2020 (0.15%), 2018/2019 (0.14%) y que el P5A (0.15%), pero más baja que el P10A (0.17%).
- La concentración promedio de aceite de las muestras de exportación de 2020/2021 fue menor que en las de la cosecha de 2020 (3.9%). La desviación estándar al exportar (0.13%) también fue más baja que en la cosecha (0.22%). Por lo general, el promedio de concentración de aceite cambia poco de la cosecha a la exportación, mientras que, como lo indica la desviación estándar, normalmente la variabilidad en las muestras de exportación es menor que en las de la cosecha.

### ACEITE (% BASE SECA)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



- Las muestras de 2020/2021 mostraron un porcentaje mucho más bajo de aceite igual o por arriba del 4% (15.2%) que en 2019/ 2020 (72.9%) y en 2018/2019 (69.9%).
- La concentración promedio de aceite de la ECA del Golfo (3.8%) fue la misma que la del Ferrocarril del Sur y el Pacífico Noroeste.
- No se observó una diferencia estadísticamente significativa en la concentración de aceite entre el maíz grado U.S. No. 2 y U.S. No. 3 en cada una de las ECA.



**RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA**

| Exportación 2020/2021               |                 |       |            |      |      | Exportación 2019/2020               |                 |       |            |      |      | Exportación 2018/2019               |                 |       |            |      |      |
|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|------|------|
|                                     | 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 %)              | 440             | 8.4   | 0.31       | 7.5  | 9.4  | Proteína (base seca %)              | 432             | 8.3*  | 0.29       | 7.1  | 9.3  | Proteína (base seca %)              | 436             | 8.5*  | 0.37       | 7.1  | 9.8  |
| Almidón (% base seca)               | 440             | 72.1  | 0.35       | 70.8 | 73   | Almidón (% base seca)               | 432             | 72.2* | 0.38       | 70.2 | 73.4 | Almidón (% base seca)               | 436             | 72.3* | 0.43       | 70.4 | 73.9 |
| Aceite (% base seca)                | 440             | 3.8   | 0.13       | 3.4  | 4.7  | Aceite (% base seca)                | 432             | 4*    | 0.15       | 3.6  | 4.6  | Aceite (% base seca)                | 436             | 4*    | 0.14       | 3.7  | 4.5  |
| <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |      |      | <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |      |      |
| Proteína (base seca %)              | 244             | 8.5   | 0.25       | 7.6  | 9.4  | Proteína (base seca %)              | 242             | 8.3*  | 0.22       | 7.7  | 9    | Proteína (base seca %)              | 275             | 8.5   | 0.26       | 7.4  | 9.2  |
| Almidón (% base seca)               | 244             | 72.1  | 0.30       | 71.2 | 73   | Almidón (% base seca)               | 242             | 72.4* | 0.34       | 71.3 | 73.4 | Almidón (% base seca)               | 275             | 72.4* | 0.34       | 71.3 | 73.1 |
| Aceite (% base seca)                | 244             | 3.8   | 0.12       | 3.4  | 4.1  | Aceite (% base seca)                | 242             | 4*    | 0.13       | 3.6  | 4.4  | Aceite (% base seca)                | 275             | 4*    | 0.13       | 3.7  | 4.5  |
| <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |      |      |
| Proteína (base seca %)              | 120             | 8.2   | 0.37       | 7.5  | 9.3  | Proteína (base seca %)              | 117             | 8.1*  | 0.38       | 7.1  | 9.3  | Proteína (base seca %)              | 96              | 8.4*  | 0.55       | 7.1  | 9.8  |
| Almidón (% base seca)               | 120             | 72.1  | 0.41       | 70.8 | 73   | Almidón (% base seca)               | 117             | 71.9* | 0.44       | 70.2 | 73   | Almidón (% base seca)               | 96              | 72.1  | 0.64       | 70.4 | 73.9 |
| Aceite (% base seca)                | 120             | 3.8   | 0.13       | 3.4  | 4.1  | Aceite (% base seca)                | 117             | 4.1*  | 0.18       | 3.7  | 4.6  | Aceite (% base seca)                | 96              | 4.1*  | 0.14       | 3.7  | 4.5  |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |      |      |
| Proteína (base seca %)              | 76              | 8.4   | 0.41       | 7.7  | 9.2  | Proteína (base seca %)              | 73              | 8.5   | 0.37       | 7.7  | 9.3  | Proteína (base seca %)              | 65              | 8.7*  | 0.53       | 7.6  | 9.8  |
| Almidón (% base seca)               | 76              | 72.1  | 0.42       | 71   | 73   | Almidón (% base seca)               | 73              | 72    | 0.41       | 71.2 | 72.9 | Almidón (% base seca)               | 65              | 72.1  | 0.51       | 71.1 | 73.3 |
| Aceite (% base seca)                | 76              | 3.8   | 0.17       | 3.5  | 4.7  | Aceite (% base seca)                | 73              | 4*    | 0.15       | 3.7  | 4.3  | Aceite (% base seca)                | 65              | 4*    | 0.14       | 3.7  | 4.3  |

\*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%.



## RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

| Promedio de cinco años<br>(AC15/16-AC19/20) |                    |       |               | Promedio de diez años<br>(AC11/12-AC20/21) |       |               |
|---------------------------------------------|--------------------|-------|---------------|--------------------------------------------|-------|---------------|
|                                             | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | No. de<br>muestras                         | Prom. | Desv.<br>est. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>         |                    |       |               | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>        |       |               |
| Proteína (base seca %)                      | 2,136              | 8.4   | 0.31          | 4,175                                      | 8.5   | 0.30          |
| Almidón (% base seca)                       | 2,136              | 72.6  | 0.42          | 4,175                                      | 73    | 0.46          |
| Aceite (% base seca)                        | 2,136              | 4     | 0.15          | 4,175                                      | 3.9   | 0.17          |
| <b>Golfo</b>                                |                    |       |               | <b>Golfo</b>                               |       |               |
| Proteína (base seca %)                      | 1,343              | 8.3   | 0.27          | 2,719                                      | 8.5   | 0.26          |
| Almidón (% base seca)                       | 1,343              | 72.7  | 0.38          | 2,719                                      | 73.1  | 0.44          |
| Aceite (% base seca)                        | 1,343              | 4     | 0.15          | 2,719                                      | 3.9   | 0.17          |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                    |                    |       |               | <b>Pacífico Noroeste</b>                   |       |               |
| Proteína (base seca %)                      | 483                | 8.5   | 0.37          | 958                                        | 8.7   | 0.41          |
| Almidón (% base seca)                       | 483                | 72.3  | 0.50          | 958                                        | 72.8  | 0.51          |
| Aceite (% base seca)                        | 483                | 4     | 0.16          | 958                                        | 3.8   | 0.18          |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                  |                    |       |               | <b>Ferrocarril del Sur</b>                 |       |               |
| Proteína (base seca %)                      | 310                | 8.5   | 0.36          | 498                                        | 8.6   | 0.36          |
| Almidón (% base seca)                       | 310                | 72.5  | 0.47          | 498                                        | 72.9  | 0.44          |
| Aceite (% base seca)                        | 310                | 4     | 0.16          | 498                                        | 3.9   | 0.17          |

## RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

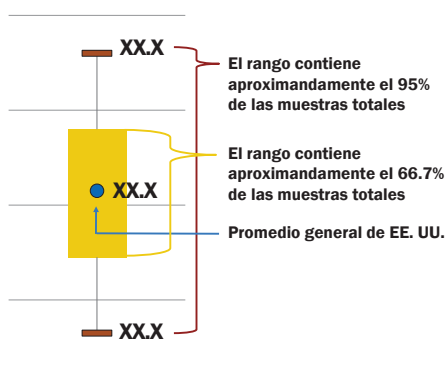
| Muestras de exportación de<br>2020/2021<br>U.S. No. 2 |     |       |               |      |      | Muestras de exportación de<br>2020/2021<br>U.S. No. 3 |      |       |               |      |      | Cosecha 2020                        |       |       |               |      |      |
|-------------------------------------------------------|-----|-------|---------------|------|------|-------------------------------------------------------|------|-------|---------------|------|------|-------------------------------------|-------|-------|---------------|------|------|
| No. de<br>muestras                                    |     | Prom. | Desv.<br>est. | Mín. | Máx. | No. de<br>muestras                                    |      | Prom. | Desv.<br>est. | Mín. | Máx. | No. de<br>muestras <sup>1</sup>     |       | Prom. | Desv.<br>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 %)                                | 236 | 8.4   | 0.29          | 7.5  | 9.4  | 103                                                   | 8.4  | 0.28  | 7.6           | 9.1  |      | 601                                 | 8.5   | 0.58  | 6.1           | 10.7 |      |
| Almidón (% base seca)                                 | 236 | 72.1  | 0.32          | 71.2 | 73   | 103                                                   | 72.1 | 0.33  | 71.1          | 73   |      | 601                                 | 72.2* | 0.61  | 69.7          | 74.5 |      |
| Aceite (% base seca)                                  | 236 | 3.8   | 0.14          | 3.4  | 4.7  | 103                                                   | 3.8  | 0.12  | 3.4           | 4.1  |      | 601                                 | 3.9*  | 0.22  | 3.2           | 4.8  |      |
| <b>Golfo</b>                                          |     |       |               |      |      | <b>Golfo</b>                                          |      |       |               |      |      | <b>Golfo</b>                        |       |       |               |      |      |
| Proteína (base seca %)                                | 145 | 8.5   | 0.23          | 8    | 9.4  | 62                                                    | 8.5  | 0.25  | 7.6           | 9    |      | 549                                 | 8.4*  | 0.56  | 6.1           | 10.7 |      |
| Almidón (% base seca)                                 | 145 | 72.1  | 0.30          | 71.2 | 72.8 | 62                                                    | 72.1 | 0.32  | 71.3          | 73   |      | 549                                 | 72.3* | 0.60  | 70            | 74.5 |      |
| Aceite (% base seca)                                  | 145 | 3.8   | 0.12          | 3.4  | 4.1  | 62                                                    | 3.8  | 0.11  | 3.5           | 4    |      | 549                                 | 3.9*  | 0.23  | 3.2           | 4.8  |      |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                              |     |       |               |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>                              |      |       |               |      |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |       |       |               |      |      |
| Proteína (base seca %)                                | 48  | 8.2   | 0.35          | 7.5  | 9    | 34                                                    | 8.3  | 0.30  | 7.7           | 9.1  |      | 293                                 | 8.5*  | 0.63  | 6.1           | 10.7 |      |
| Almidón (% base seca)                                 | 48  | 72.3  | 0.33          | 71.7 | 73   | 34                                                    | 72.1 | 0.36  | 71.1          | 72.7 |      | 293                                 | 72.2  | 0.65  | 69.7          | 74.5 |      |
| Aceite (% base seca)                                  | 48  | 3.8   | 0.12          | 3.5  | 4.1  | 34                                                    | 3.8  | 0.13  | 3.4           | 4.1  |      | 293                                 | 3.9*  | 0.21  | 3.2           | 4.8  |      |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                            |     |       |               |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>                            |      |       |               |      |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |       |       |               |      |      |
| Proteína (base seca %)                                | 43  | 8.4   | 0.41          | 7.7  | 9.2  | 7                                                     | 8.6  | 0.42  | 7.9           | 9    |      | 319                                 | 8.7*  | 0.54  | 6.8           | 10.7 |      |
| Almidón (% base seca)                                 | 43  | 72.1  | 0.39          | 71.2 | 73   | 7                                                     | 72.2 | 0.22  | 71.8          | 72.4 |      | 319                                 | 72.1  | 0.58  | 70            | 73.9 |      |
| Aceite (% base seca)                                  | 43  | 3.8   | 0.20          | 3.5  | 4.7  | 7                                                     | 3.8  | 0.12  | 3.6           | 3.9  |      | 319                                 | 3.9   | 0.21  | 3.3           | 4.7  |      |

\*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%.

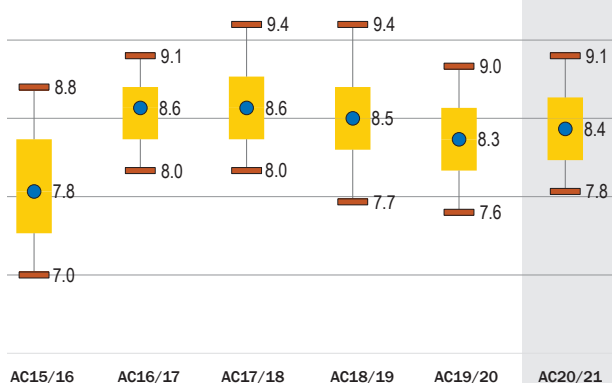
<sup>1</sup>Debido a que los resultados de las ECA son estadísticas compuestas, la suma de los números de muestras de las tres ECA es mayor que el promedio agregado de EE. UU.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

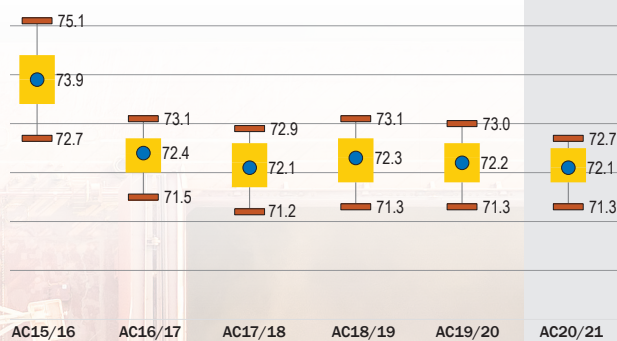
#### CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



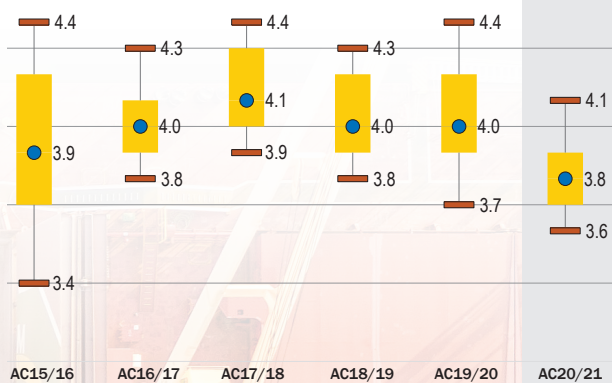
#### Proteína (base seca %)



#### Almidón (base seca %)



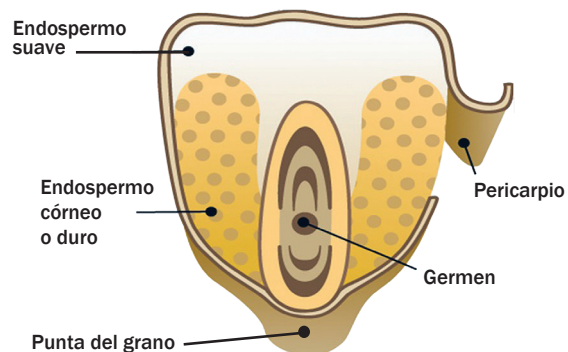
#### Aceite (% base seca)



## C. 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 de su capacidad de almacenamiento y el potencial de rotura 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 algo de proteína, y el pericarpio y la punta son mayormente fibra.

Grano de maíz



Fuente: Adaptado de Corn Refiners Association, 2011

### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

- El promedio agregado de EE. UU. de grietas por estrés (11%) en 2020/2021 fue el mismo que en 2019/2020, pero más alto que en 2018/2019 (7%), y que el P5A (8%) y el P10A (10%).
- De las muestras de exportación de 2020/2021, el 22% presentó 15% o más de grietas por estrés, comparado con el 25.3% en 2019/2020 y el 11.5% en 2018/2019.
- El peso de 100 granos del promedio agregado de EE. UU. (37.01 g) fue más alto que en 2019/2020, 2018/2019, el P5A y que el P10A.
- El promedio del peso de 100 granos de la ECA Pacífico Noroeste (33.86 g) fue menor que en las del Golfo (38.47 g) y el Ferrocarril del Sur (37.09 g).
- En 2020/2021, el 85% de las muestras presentó un peso de 100 granos de 34 g o mayor, en comparación con el 73.8% y 76.4% de los dos años anteriores. Por lo tanto, las muestras de 2020/2021 tuvieron un porcentaje más alto de granos grandes que en los dos años anteriores.

- El volumen de grano del promedio agregado de EE. UU. ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) fue mayor que en los dos años anteriores, el P5A y el P10A (todos de  $0.28 \text{ cm}^3$ ). El promedio del volumen del grano en la exportación fue mayor que el de la cosecha de 2020 ( $0.27 \text{ cm}^3$ ).
- El volumen promedio del grano fue menor para la ECA de Pacífico Noroeste ( $0.27 \text{ cm}^3$ ) que para las ECA del Golfo ( $0.30 \text{ cm}^3$ ) y Ferrocarril del Sur ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) en 2020/2021. La ECA Pacífico Noroeste presentó el promedio de volumen del grano y el peso de 100 granos más bajo en los tres años anteriores, el P5A y el P10A, lo que indica que por lo regular, ha tenido granos más pequeños que las ECA del Golfo y Ferrocarril del Sur.
- El promedio agregado de EE. UU. de densidad verdadera del grano ( $1.277 \text{ g/cm}^3$ ) fue similar a 2019/2020 ( $1.278 \text{ g/cm}^3$ ), pero más bajo que en 2018/2019 ( $1.288 \text{ g/cm}^3$ ), el P5A ( $1.283 \text{ g/cm}^3$ ) y el P10A ( $1.286 \text{ g/cm}^3$ ).
- En los últimos tres años, el P5A y el P10A, Pacífico Noroeste ha presentado constantemente la densidad verdadera y pesos específicos más bajos de las ECA.
- Para las muestras de exportación de 2020/2021, el 59.5% presentó densidades verdaderas de grano iguales o por arriba de  $1.275 \text{ g/cm}^3$ , en comparación con el 67.6% en 2019/2020 y 85.3% en 2018/2019.
- La densidad verdadera promedio del grano para las muestras de exportación 2020/2021 ( $1.277 \text{ g/cm}^3$ ) fue más alta que para las muestras de la cosecha de 2020 ( $1.255 \text{ g/cm}^3$ ). El P5A de la densidad verdadera en la exportación ( $1.283 \text{ g/cm}^3$ ) fue también mayor que el P5A de la cosecha ( $1.257 \text{ g/cm}^3$ ). Durante los diez 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.
- El porcentaje promedio de granos enteros al exportar (83.2%) fue mayor que en 2019/2020 (77.4%), pero menor que en 2018/2019 (85.2%), el P5A (84.9%) y el P10A (86.2%).
- El porcentaje de muestras de exportación de 2020/2021 con granos enteros mayor o igual a 85% fue de 35.7%, en comparación con el 28% en 2019/2020 y al 59.6% en 2018/2019, lo que indica un porcentaje menor de granos enteros en los dos últimos años que en 2018/2019.
- El endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. (80%) fue similar al de 2019/2020 y el P5A (ambos de 81%), pero más bajo que en 2018/2019 y el P10A (ambos de 82%). De las muestras de exportación de 2020/2021, el 61.1% presentó al menos el 80% de endospermo duro, más bajo que el 73.3% en 2019/2020 y el 81.7% en 2018/2019.

## 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 estén presentes las grietas 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 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 grietas por estrés en varios usos incluye:

**General:** Aumenta 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 calificación o valor, o de ambos.

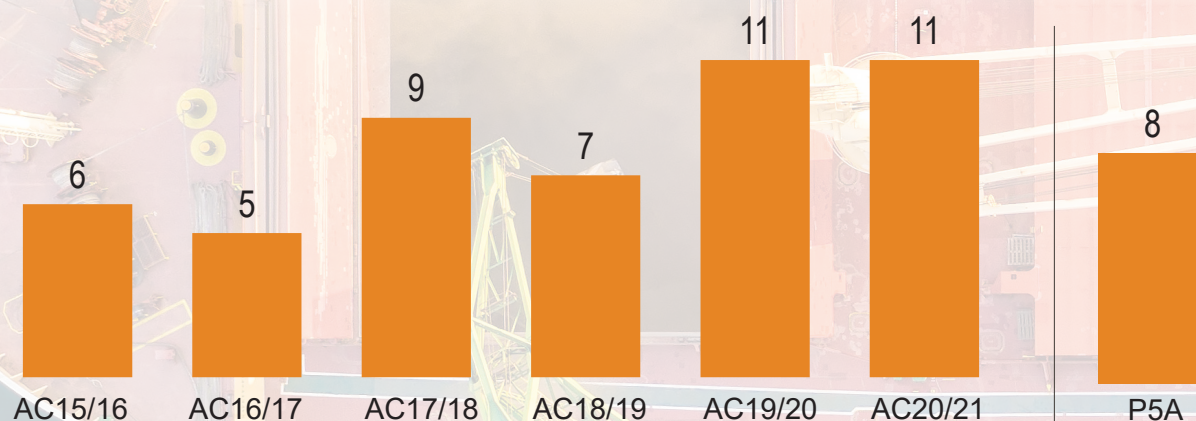
**Molienda en húmedo:** Un rendimiento más bajo de almidón debido a la dificultad de separar el almidón y la proteína. Las grietas por estrés pueden también alterar los requisitos de maceramiento o remojo.

**Molienda en seco:** Un menor rendimiento de sémola 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.

### GRIETAS POR ESTRÉS (%)

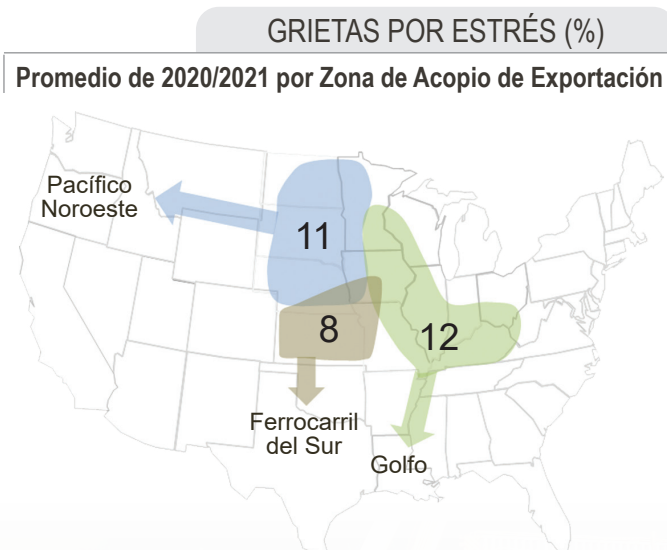
Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



Las condiciones de cultivo afectarán la madurez, el momento de realizar 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.

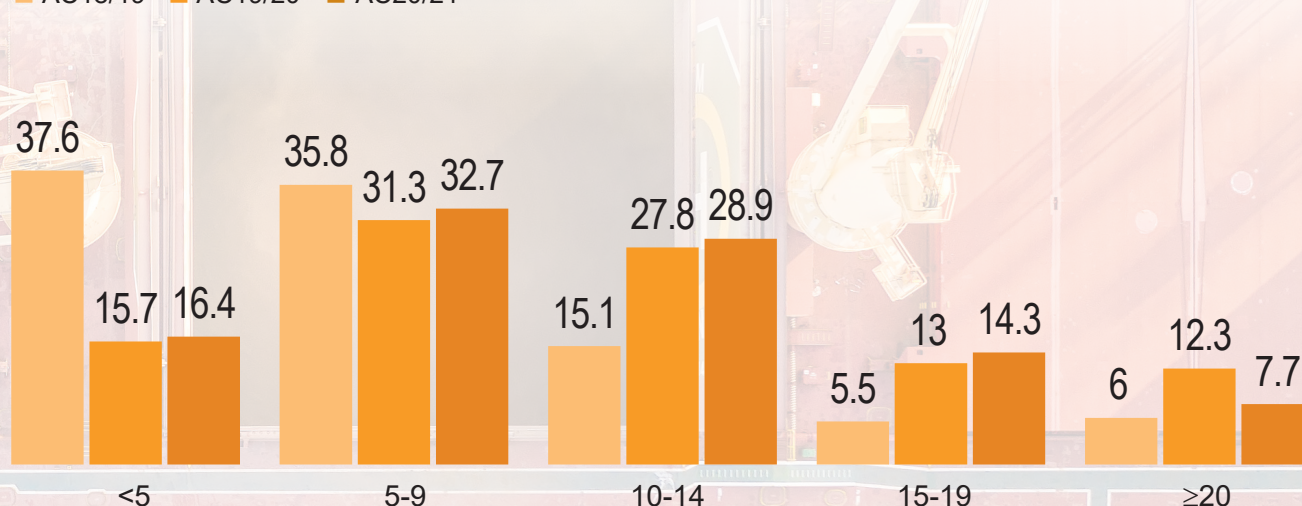
### RESULTADOS: GRIETAS POR ESTRÉS

- El promedio agregado de EE. UU. de grietas por estrés (11 %) fue el mismo que en 2019/2020, pero mayor que en 2018/2019 (7%), el P5A (8%) y el P10A (10%).
- El promedio agregado de EE. UU. de grietas por estrés (11%) fue más alto que en las muestras de cosecha de 2020 (6%). Las grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. han aumentado de 1 a 5 puntos porcentuales entre la cosecha y la exportación en cada uno de los últimos cinco años y en el P5A.
- De las muestras de exportación de 2020/2021, el 22% presentó 15% o más de grietas por estrés, comparado con el 25.3% en 2019/2020 y el 11.5% en 2018/2019.
- Entre las ECA, la de Ferrocarril del Sur presentó el menor promedio de grieta por estrés o empató en los últimos tres años, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año comercial

■ AC18/19 ■ AC19/20 ■ AC20/21



## PESO DE 100 GRANOS

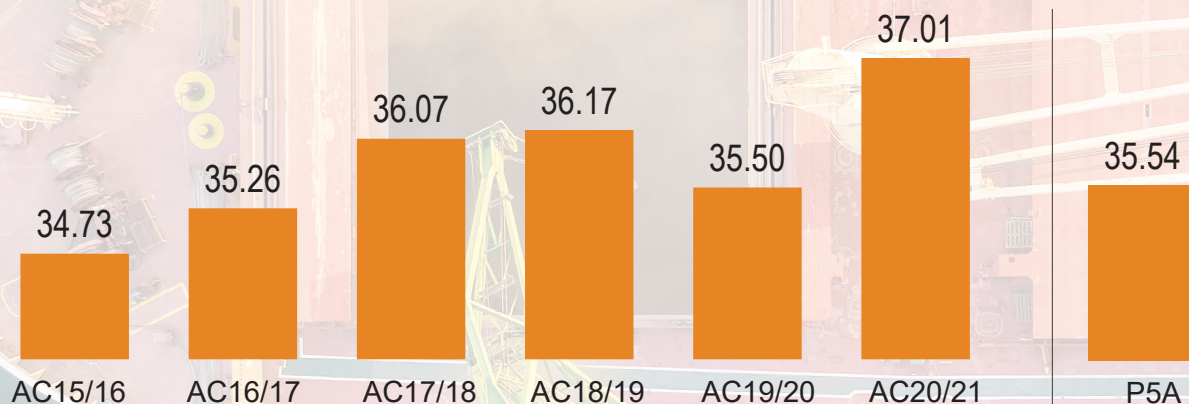
El aumento del peso de 100 granos (notificado en gramos) indica un tamaño de grano más grande. El tamaño del grano afecta los índices de secado. Conforme se incrementa el tamaño del grano, aumenta la proporción de volumen a superficie y conforme aumenta esta proporción, el secado se vuelve más lento. Además, a menudo los granos de tamaño grande y uniforme permiten rendimientos más altos de sémola en hojuelas en la molienda en seco.

## RESULTADOS

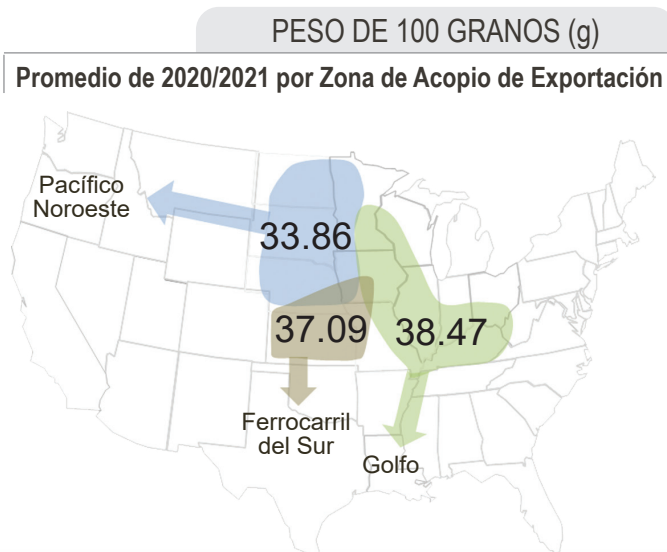
- El peso de 100 granos del promedio agregado de EE. UU. (37.01 g) fue más alto que en 2019/2020 (35.50 g), 2018/2019 (36.17 g), que el P5A (35.54 g) y el P10A (35.67 g). El promedio del peso de 100 granos para exportación fue mayor que en la cosecha (34.53 g).
- De los años 2011/2012 hasta 2020/2021, el promedio del peso de 100 granos fue de 0 a 2.48 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 (1.16 g) que las muestras de la cosecha de 2020 (3.64 g). La desviación estándar del peso de 100 granos fue también menor en la exportación que en la cosecha en los tres últimos años, el P5A y P10A, lo que indica una mayor uniformidad en la exportación que en la cosecha.

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

PESO DE 100 GRANOS (g)

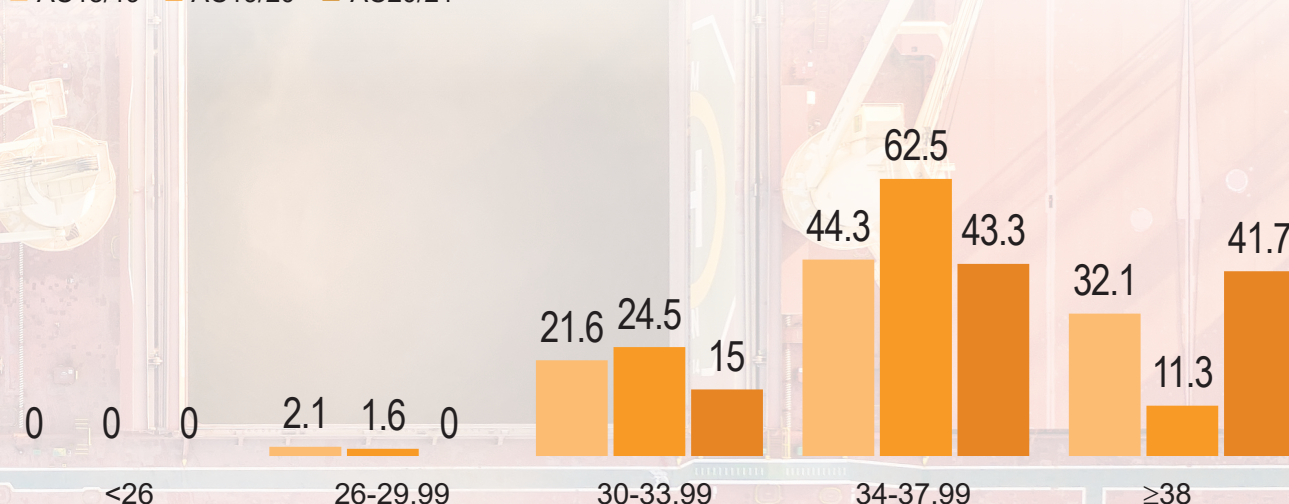


- El promedio del peso de 100 granos de la ECA del Golfo (38.47 g) fue mayor que el de las ECA del Pacífico Noroeste (33.86 g) y de Ferrocarril del Sur (37.09 g). Entre las ECA, la de Pacífico Noroeste presentó constantemente el peso de 100 granos más bajo en los tres últimos años, el P5A y el P10A.
- En 2020/2021, el 85% de las muestras presentó un peso de 100 granos de 34 g o mayor, comparado con el 73.8% en 2019/2020 y el 76.4% en 2018/2019. Por ende, las muestras de 2020/2021 tuvieron un porcentaje más alto de granos grandes que en los dos años anteriores.



Porcentaje de muestras por año comercial

AC18/19 AC19/20 AC20/21



## VOLUMEN DEL GRANO

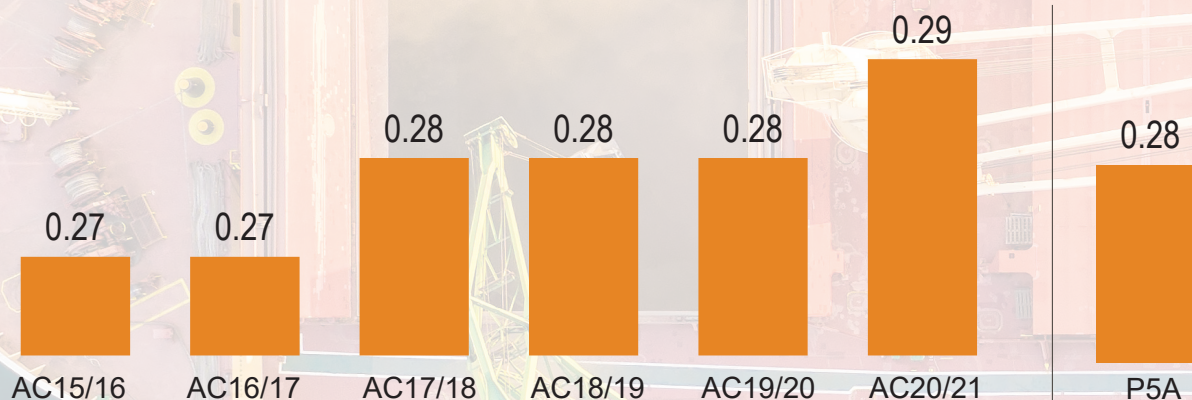
El volumen del grano medido en centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ ) es a menudo un indicio de las condiciones de cultivo. Si las condiciones son secas, los granos pueden ser más pequeños que el promedio. Si la sequía golpea al final de la temporada, los granos pueden tener un menor llenado. Los granos 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 del grano del promedio agregado de EE. UU. ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) fue más alto que en 2019/2020, 2018/2019, el P5A y P10A (todos de  $0.28 \text{ cm}^3$ ).
- El rango de volumen del grano (de  $0.24$  a  $0.32 \text{ cm}^3$ ) fue similar a 2019/2020 (de  $0.23$  a  $0.32 \text{ cm}^3$ ) y 2018/2019 (de  $0.20$  a  $0.32 \text{ cm}^3$ ).
- La desviación estándar del volumen del grano ( $0.01 \text{ cm}^3$ ) fue la misma que en los dos años anteriores, el P5A y el P10A.
- El volumen de grano del promedio agregado de EE. UU. en la exportación ( $0.29 \text{ cm}^3$ ) fue mayor que el de la cosecha de 2020 ( $0.27 \text{ cm}^3$ ).
- No hubo diferencias en el promedio del volumen del grano entre el maíz grado U.S. No. 2 y U.S. No. 3 en cada una de las ECA.

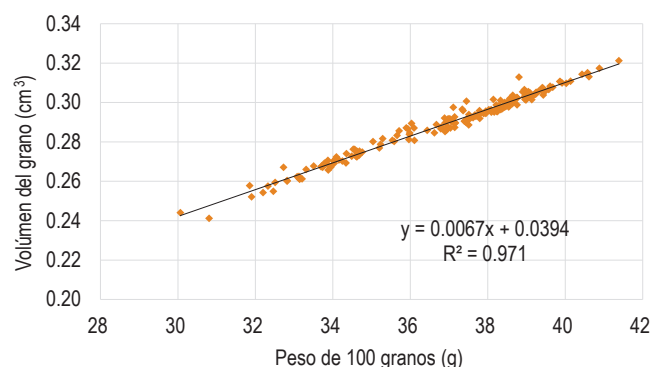
Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

VOLUMEN DEL GRANO ( $\text{cm}^3$ )



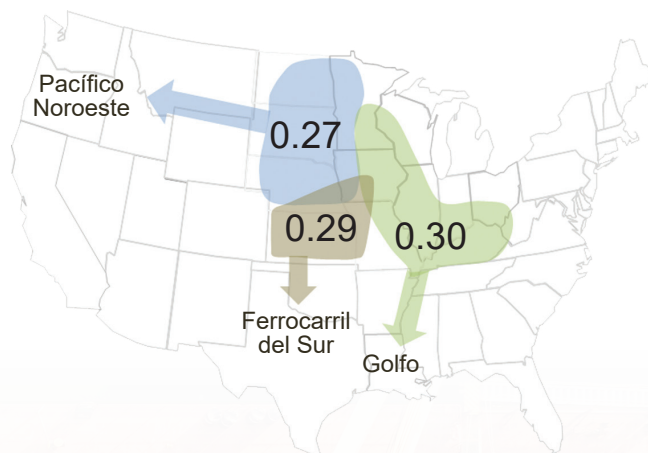
- El volumen promedio del grano fue más pequeño para la ECA de Pacífico Noroeste (0.27 cm<sup>3</sup>) que para las ECA del Golfo (0.30 cm<sup>3</sup>) y Ferrocarril del Sur (0.29 cm<sup>3</sup>) en 2020/2021. La del Pacífico Noroeste también tuvo el promedio del volumen del grano más bajo entre las ECA en los dos años anteriores, el P5A y el P10A.
- De las muestras de exportación de 2020/2021, el 56.2% presentó volúmenes de grano iguales o mayores a 0.29 cm<sup>3</sup>, en comparación con el 22.7% en 2019/2020 y 40.6% en 2018/2019.
- En las muestras de exportación de 2020/2021, 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 o tamaño del grano.

Volumen del grano vs. peso de 100 granos,  
Promedio agregado de EE. UU. 2020/2021



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

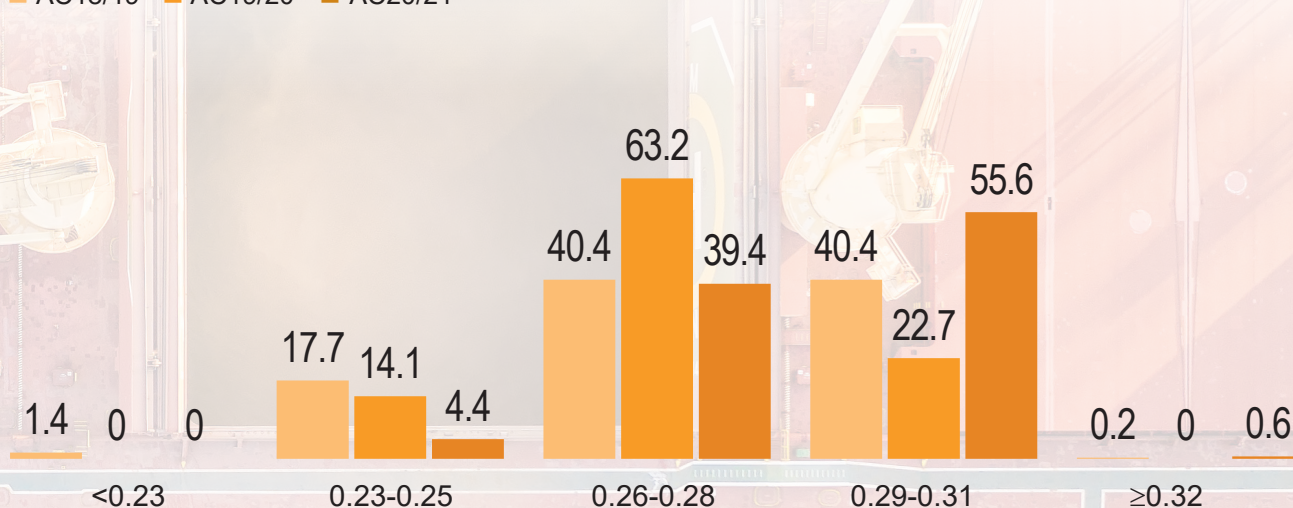
Promedio de 2020/2021 por Zona de Acopio de Exportación



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

Porcentaje de muestras por año comercial

AC18/19 AC19/20 AC20/21



## DENSIDAD VERDADERA DEL GRANO

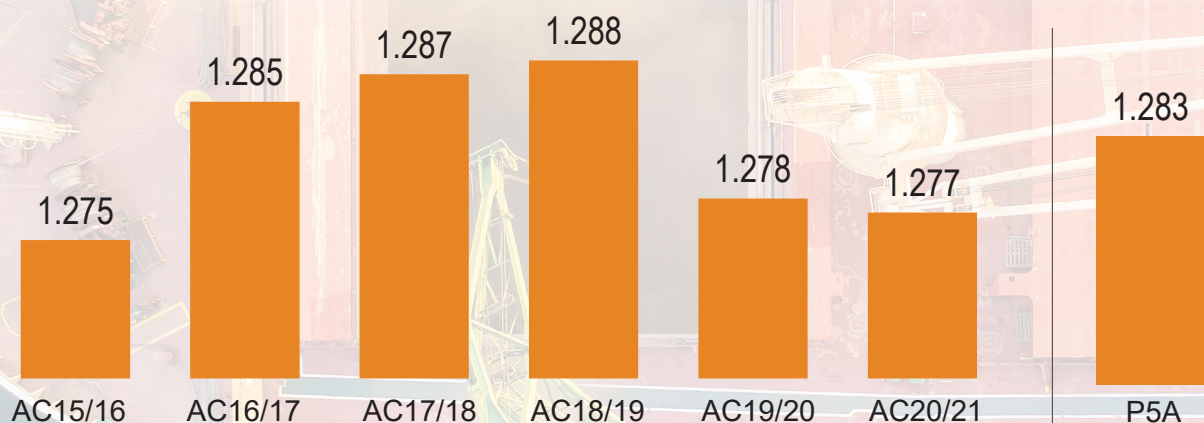
La densidad verdadera del grano se calcula como el peso de una muestra de 100 granos dividida por el volumen o desplazamiento de esos 100 granos, la cual se notifica en  $\text{g/cm}^3$ . La densidad verdadera es un indicador relativo de la dureza del grano, el cual es útil para el procesamiento alcalino 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 de densidad más baja, pero también tiene mayor 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

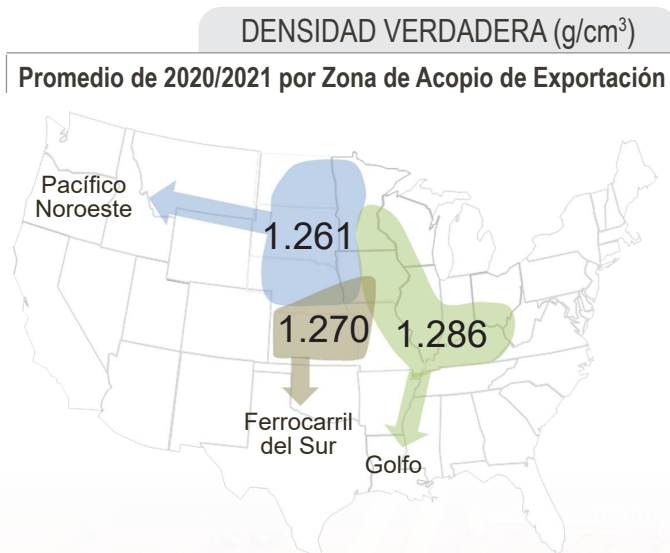
- El promedio agregado de EE. UU. de densidad verdadera del grano ( $1.277 \text{ g/cm}^3$ ) fue similar al de 2019/2020 ( $1.278 \text{ g/cm}^3$ ), pero más bajo que en 2018/2019 ( $1.288 \text{ g/cm}^3$ ), el P5A ( $1.283 \text{ g/cm}^3$ ) y el P10A ( $1.286 \text{ g/cm}^3$ ).
- La densidad verdadera promedio del grano para las muestras de exportación 2020/2021 ( $1.277 \text{ g/cm}^3$ ) fue más alta que para las muestras de la cosecha de 2020 ( $1.255 \text{ g/cm}^3$ ). El P5A de la densidad verdadera en la exportación ( $1.283 \text{ g/cm}^3$ ) fue también mayor que el P5A de la cosecha ( $1.257 \text{ g/cm}^3$ ). Durante los diez 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.

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

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

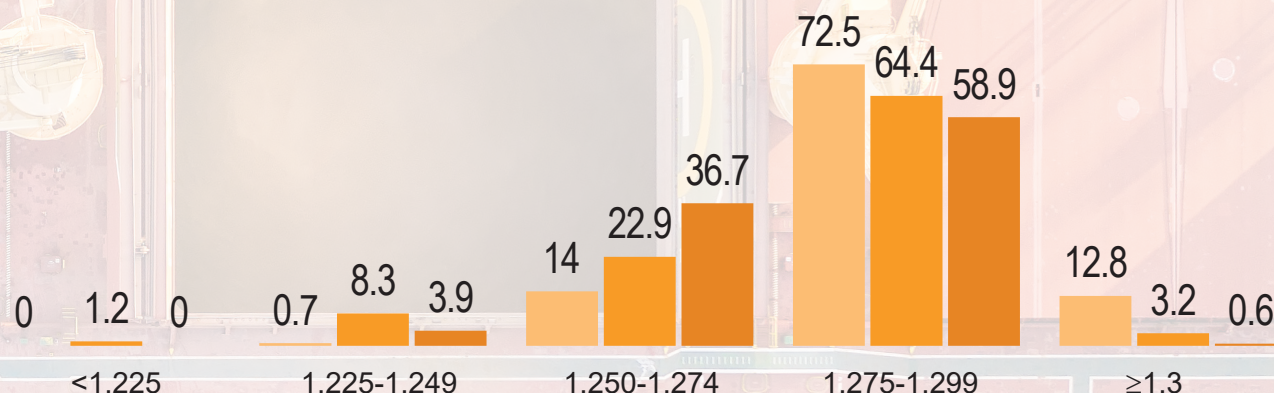


- Las muestras de exportación de 2020/2021 tuvieron un rango de 1.225 a 1.306 g/cm<sup>3</sup> (con una desviación estándar de 0.009 g/cm<sup>3</sup>), mientras que las muestras de la cosecha de 2020 tuvieron un rango más amplio (1.171 a 1.312 g/cm<sup>3</sup>) y una mayor desviación estándar (0.023 g/cm<sup>3</sup>).
- Para las muestras de exportación de 2020/2021, el 59.5% presentó densidades verdaderas de grano iguales o por arriba de 1.275 g/cm<sup>3</sup>, en comparación con el 67.6% en 2019/2020 y 85.3% en 2018/2019.
- Las densidades verdaderas del grano de las ECA fueron 1.286 g/cm<sup>3</sup> para la del Golfo, 1.261 g/cm<sup>3</sup> para Pacífico Noroeste y 1.270 g/cm<sup>3</sup> para Ferrocarril del Sur. En los últimos tres años, el P5A y el P10A, la del Pacífico Noroeste ha presentado constantemente la densidad verdadera y pesos específicos más bajos entre las ECA.
- La densidad verdadera promedio del grano de maíz U.S. No. 2 de la ECA del Golfo (1.286 g/cm<sup>3</sup>), fue ligeramente más baja que la del maíz U.S. No. 3 (1.287 g/cm<sup>3</sup>).



**Porcentaje de muestras por año comercial**

■ AC18/19 ■ AC19/20 ■ AC20/21



## GRANOS ENTEROS

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 por maíz despachado por encima de los niveles especificados de granos enteros.

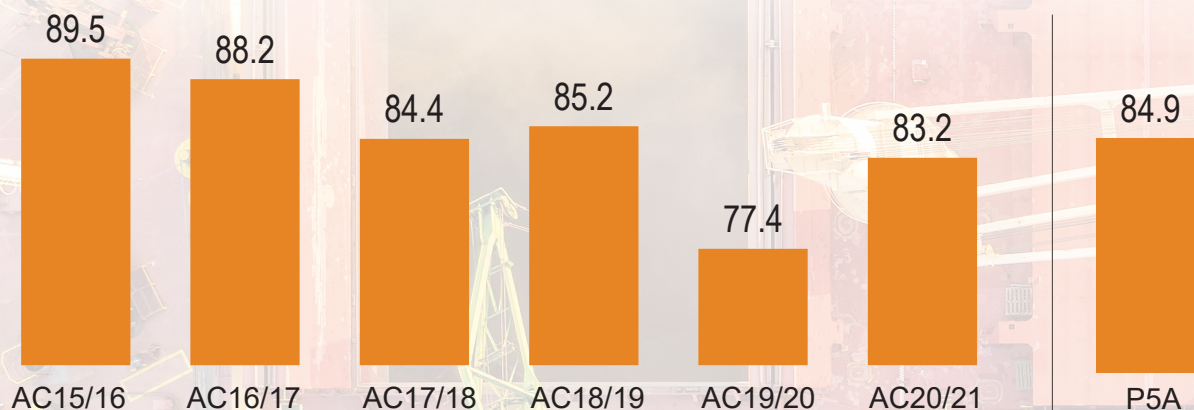
En segundo lugar, los granos enteros intactos son menos susceptibles a hongos en el almacenamiento y a rompimiento durante el manejo. Aunque el endospermo duro se presta a la conservación de más granos enteros que el maíz suave, el factor principal en la entrega de granos enteros es la cosecha y el manejo. 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 manejos 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 la velocidad del grano en el impacto.<sup>1</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 mismo, que cuando se cosecha a niveles de humedad más bajos.

## RESULTADOS

- La cifra de granos enteros del promedio agregado de EE. UU. (83.2%) fue mayor que en 2019/2020 (77.4%), pero más baja que en 2018/2019 (85.2%), el P5A (84.9%) y el P10A (86.2%).

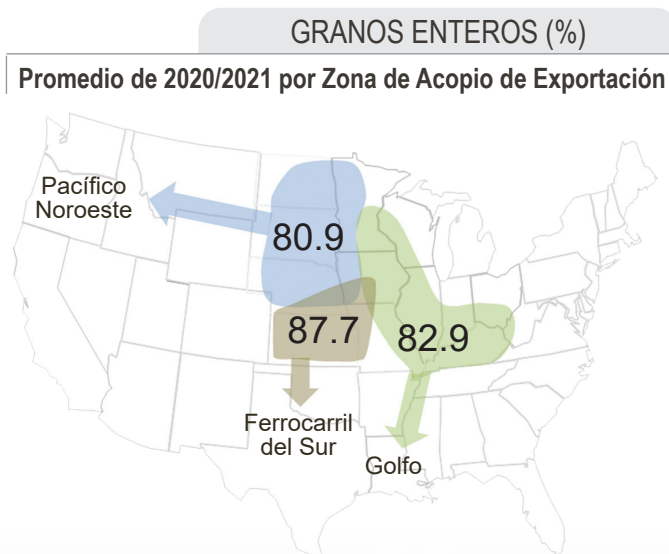
GRANOS ENTEROS (%)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



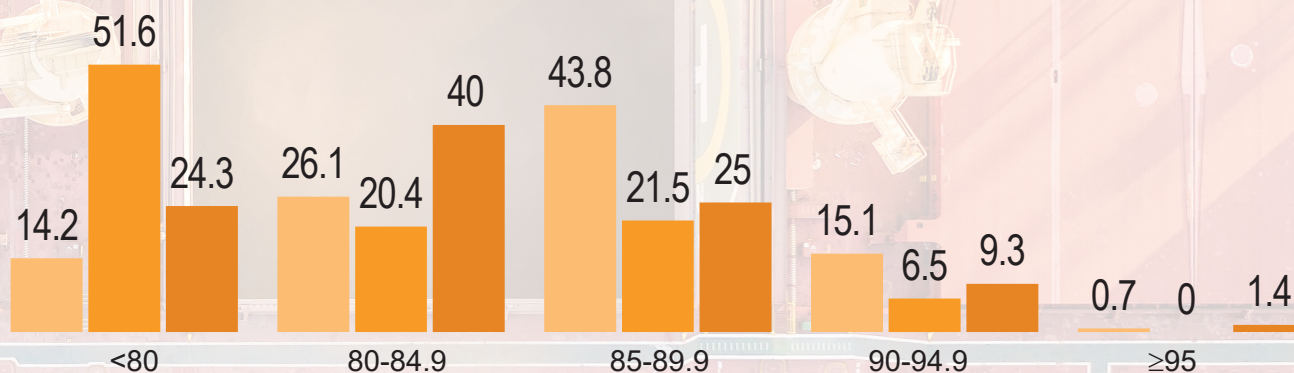
<sup>1</sup> Foster, G.H. y L.E. Holman. 1973. Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods. Marketing Research Report No. 968. ARS, USDA, Washington, D.C.

- El promedio del porcentaje de granos enteros en la exportación en 2020/2021 fue más bajo que en la cosecha (92.5%). El P5A de los granos enteros en la exportación (84.9%) fue también más bajo que el P5A de la cosecha (92.8%). En transcurso de los últimos tres años, del P5A y del P10A, los porcentajes de granos enteros en la exportación han sido de 5.5 a 13.4 puntos porcentuales menos que en la cosecha. Esta reducción en granos enteros quizás se deba al manejo adicional que se requiere para que llegue a los lugares de carga para exportar.
- Las muestras de exportación de 2020/2021 tuvieron un rango de 67.6 a 95.8% de granos enteros, con una desviación estándar de 4.6%.
- La ECA de Pacífico Noroeste (80.9%) tuvo el promedio de granos enteros más bajo en comparación con las ECA del Golfo (82.9%) y Ferrocarril del Sur (87.7%).
- En 2020/2021 el porcentaje de muestras de exportación con granos enteros mayor o igual al 85% fue de 35.7%, 28% de 2019/2020 y al 59.6% para 2018/2019.
- El promedio de granos enteros del grado U.S. No. 2 de la ECA del Golfo fue 82.9%, comparado con 82% del U.S. No. 3.



**Porcentaje de muestras por año comercial**

AC18/19 AC19/20 AC20/21



## ENDOSPERMO DURO

Las pruebas de endospermo duro o córneo miden el porcentaje de este del total del endospermo 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 de 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.

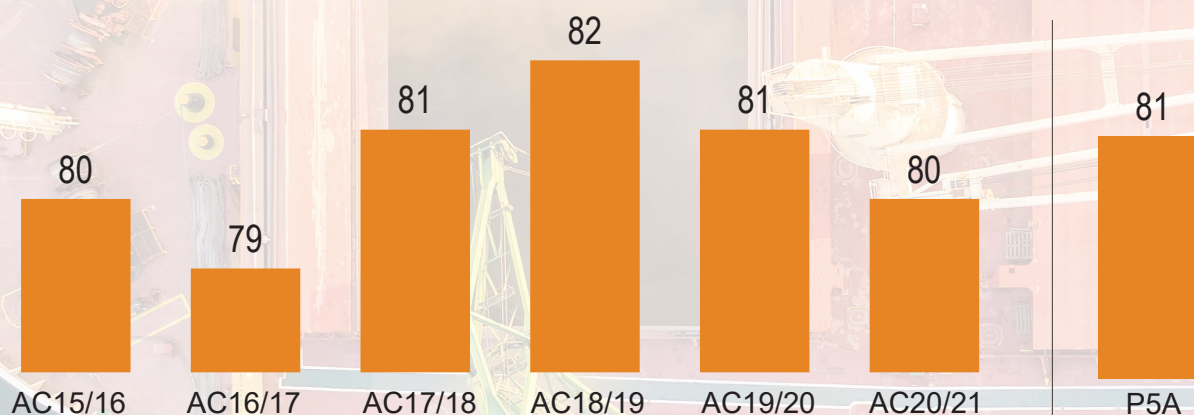
La dureza se ha correlacionado con la susceptibilidad al rompimiento, a la utilización/eficiencia alimentaria y a la digestibilidad de almidón. Como prueba de la dureza general, no hay un valor bueno ni malo del endospermo duro. Solo existe la preferencia de rangos en particular de los diferentes usuarios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

## RESULTADOS

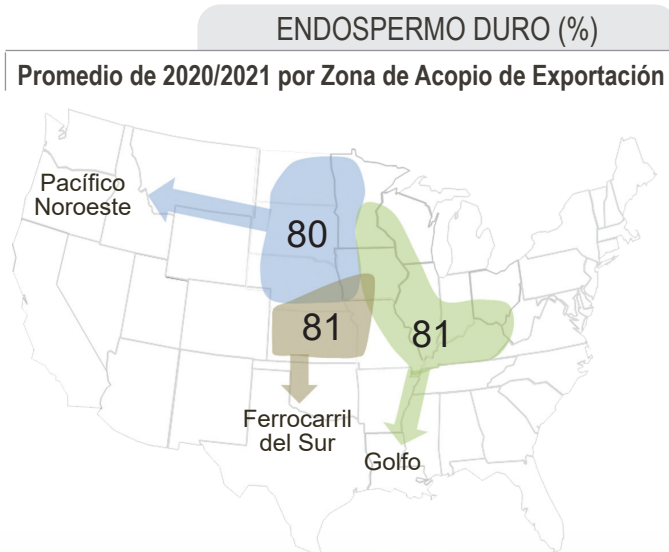
- El endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. (80%) fue similar al de 2019/2020 y al P5A (ambos de 81%), pero más bajo que en 2018/2019 y el P10A (ambos de 82%). Aunque el P5A del endospermo córneo fue 81%, esta diferencia no fue estadísticamente significativa con respecto al promedio de 2020/2021.
- El promedio de endospermo duro en la exportación y en la cosecha estuvieron entre  $\pm 1$  puntos porcentuales en 2020/2021, los dos años anteriores, el P5A y el P10A.

### ENDOSPERMO DURO (%)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

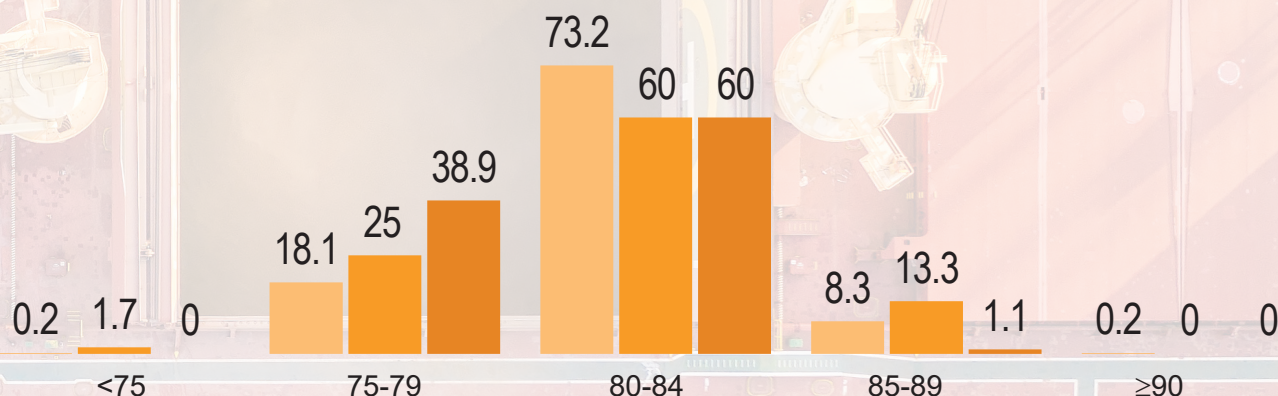


- Las muestras de exportación de 2020/2021 tuvieron porcentajes más uniformes de endospermo duro en comparación con las de la cosecha de 2020, como lo indicó la desviación estándar más baja en exportación (2%) en comparación con la de la cosecha (4%). Las muestras de exportación también tuvieron un rango menor (del 75 al 86%) que las muestras de la cosecha (del 72 al 92%). Este mismo patrón de mayor uniformidad de las muestras de exportación en comparación con las de la cosecha también se dio en 2019/2020, 2018/2019, el P5A y el P10A.
- El promedio de endospermo córneo de las ECA fue 81% en la del Golfo, 80% en la de Pacífico Noroeste y de 81% en la de Ferrocarril del Sur.
- De las muestras de exportación de 2020/2021, el 61.1% presentó al menos el 80% de endospermo duro, más bajo que el 73.3% en 2019/2020 y el 81.7% en 2018/2019.
- El promedio de endospermo duro del maíz grado U.S No. 2 del Golfo (81%) fue más alto que el del grado U.S No. 3 (80%). El promedio de endospermo duro de la ECA Pacífico Noroeste fue el mismo para el maíz grado U.S. No. 2 y U.S. No. 3 (80%).



Porcentaje de muestras por año comercial

AC18/19 AC19/20 AC20/21



## RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

| Exportación 2020/2021               |                 |       |            |       |       | Exportación 2019/2020               |                 |       |            |       |      | Exportación 2018/2019               |                 |       |            |       |      |
|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|-------|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|------|-------------------------------------|-----------------|-------|------------|-------|------|
|                                     | 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 (%)              | 440             | 11    | 6          | 0     | 39    | 432                                 | 11              | 7     | 0          | 47    |      | 436                                 | 7*              | 5     | 0          | 36    |      |
| Peso de 100 granos (g)              | 180             | 37.01 | 1.16       | 30.06 | 41.39 | 432                                 | 35.50*          | 1.37  | 28.54      | 40.79 |      | 436                                 | 36.17*          | 1.84  | 26.55      | 42.05 |      |
| Volumen del grano (cm³)             | 180             | 0.29  | 0.01       | 0.24  | 0.32  | 432                                 | 0.28*           | 0.01  | 0.23       | 0.32  |      | 436                                 | 0.28*           | 0.01  | 0.20       | 0.32  |      |
| Densidad verd. (g/cm³)              | 180             | 1.277 | 0.009      | 1.225 | 1.306 | 432                                 | 1.278           | 0.012 | 1.205      | 1.314 |      | 436                                 | 1.288*          | 0.011 | 1.235      | 1.325 |      |
| Granos enteros (%)                  | 440             | 83.2  | 4.6        | 67.6  | 95.8  | 432                                 | 77.4*           | 8     | 32.2       | 93.8  |      | 436                                 | 85.2*           | 4.9   | 61.4       | 96.2  |      |
| Endospermo duro (%)                 | 180             | 80    | 2          | 75    | 86    | 180                                 | 81*             | 2     | 74         | 87    |      | 436                                 | 82*             | 2     | 75         | 91    |      |
| <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |       |       | <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |       |      | <b>Golfo</b>                        |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%)              | 244             | 12    | 6          | 1     | 32    | 242                                 | 11              | 6     | 0          | 35    |      | 275                                 | 6*              | 4     | 0          | 23    |      |
| Peso de 100 granos (g)              | 96              | 38.47 | 1.04       | 36.11 | 41.39 | 242                                 | 36.79*          | 1.28  | 32.84      | 40.79 |      | 275                                 | 37.49*          | 1.85  | 31.80      | 42.05 |      |
| Volumen del grano (cm³)             | 96              | 0.30  | 0.01       | 0.28  | 0.32  | 242                                 | 0.29*           | 0.01  | 0.25       | 0.32  |      | 275                                 | 0.29*           | 0.01  | 0.25       | 0.32  |      |
| Densidad verd. (g/cm³)              | 96              | 1.286 | 0.006      | 1.270 | 1.306 | 242                                 | 1.288           | 0.009 | 1.244      | 1.314 |      | 275                                 | 1.293*          | 0.009 | 1.262      | 1.325 |      |
| Granos enteros (%)                  | 244             | 82.9  | 4.2        | 67.6  | 92    | 242                                 | 80.5*           | 7.5   | 48         | 93.8  |      | 275                                 | 86*             | 3.9   | 73.6       | 95.8  |      |
| Endospermo duro (%)                 | 96              | 81    | 2          | 75    | 85    | 102                                 | 82*             | 2     | 77         | 87    |      | 275                                 | 82*             | 2     | 75         | 87    |      |
| <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |       |       | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |       |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%)¹             | 120             | 11    | 5          | 0     | 29    | 117                                 | 12*             | 6     | 2          | 28    |      | 96                                  | 14*             | 8     | 1          | 36    |      |
| Peso de 100 granos (g)              | 52              | 33.86 | 1.28       | 30.06 | 36.67 | 117                                 | 32.39*          | 1.39  | 28.54      | 35.17 |      | 96                                  | 32.21*          | 1.81  | 26.55      | 36.85 |      |
| Volumen del grano (cm³)             | 52              | 0.27  | 0.01       | 0.24  | 0.29  | 117                                 | 0.26*           | 0.01  | 0.23       | 0.28  |      | 96                                  | 0.25*           | 0.01  | 0.20       | 0.29  |      |
| Densidad verd. (g/cm³)              | 52              | 1.261 | 0.011      | 1.225 | 1.279 | 117                                 | 1.258           | 0.018 | 1.205      | 1.290 |      | 96                                  | 1.278*          | 0.016 | 1.235      | 1.308 |      |
| Granos enteros (%)                  | 120             | 80.9  | 5.1        | 69.8  | 93.4  | 117                                 | 66.6*           | 9.6   | 32.2       | 85.8  |      | 96                                  | 82.2            | 7.7   | 61.4       | 96.2  |      |
| Endospermo duro (%)                 | 52              | 80    | 2          | 75    | 84    | 47                                  | 79*             | 3     | 74         | 85    |      | 96                                  | 81*             | 3     | 76         | 91    |      |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |       |       | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |       |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                 |       |            |       |      |
| Grietas por estrés (%)¹             | 76              | 8     | 6          | 0     | 39    | 73                                  | 11*             | 11    | 0          | 47    |      | 65                                  | 5*              | 4     | 0          | 18    |      |
| Peso de 100 granos (g)              | 32              | 37.09 | 1.39       | 34.09 | 39.61 | 73                                  | 36.20*          | 1.66  | 32.46      | 39.99 |      | 65                                  | 36.52           | 1.87  | 33.40      | 41.39 |      |
| Volumen del grano (cm³)             | 32              | 0.29  | 0.01       | 0.27  | 0.31  | 73                                  | 0.28*           | 0.01  | 0.26       | 0.31  |      | 65                                  | 0.28*           | 0.02  | 0.26       | 0.32  |      |
| Densidad verd. (g/cm³)              | 32              | 1.270 | 0.015      | 1.246 | 1.294 | 73                                  | 1.275           | 0.012 | 1.242      | 1.297 |      | 65                                  | 1.284*          | 0.013 | 1.260      | 1.318 |      |
| Granos enteros (%)                  | 76              | 87.7  | 5.2        | 73.6  | 95.8  | 73                                  | 84.4*           | 7.1   | 63.2       | 93.8  |      | 65                                  | 86.2            | 4.5   | 73.2       | 95    |      |
| Endospermo duro (%)                 | 32              | 81    | 2          | 77    | 86    | 31                                  | 83*             | 3     | 78         | 87    |      | 65                                  | 82*             | 2     | 77         | 87    |      |

\*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%.

¹El margen de error relativo para predecir el promedio de la población excedió el  $\pm 10\%$ .

### RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

| Promedio de cinco años<br>(AC15/16-AC19/20) |                    |       |               | Promedio de diez años<br>(AC11/12-AC20/21) |       |               |
|---------------------------------------------|--------------------|-------|---------------|--------------------------------------------|-------|---------------|
|                                             | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | No. de<br>muestras                         | Prom. | Desv.<br>est. |
| <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>         |                    |       |               | <b>Promedio agregado de EE. UU.</b>        |       |               |
| Grietas por estrés (%)                      | 2,136              | 8     | 5             | 4,175                                      | 10    | 6             |
| Peso de 100 granos (g)                      | 2,136              | 35.54 | 1.54          | 3,915                                      | 35.67 | 1.61          |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )        | 2,136              | 0.28  | 0.01          | 3,915                                      | 0.28  | 0.01          |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )     | 2,136              | 1.283 | 0.012         | 3,915                                      | 1.286 | 0.011         |
| Granos enteros (%)                          | 2,136              | 84.9  | 5.1           | 4,175                                      | 86.2  | 4.6           |
| Endospermo duro (%)                         | 1,884              | 81    | 2             | 3,663                                      | 82    | 2             |
| <b>Golfo</b>                                |                    |       |               | <b>Golfo</b>                               |       |               |
| Grietas por estrés (%)                      | 1,343              | 7     | 5             | 2,719                                      | 10    | 6             |
| Peso de 100 granos (g)                      | 1,343              | 36.52 | 1.50          | 2,571                                      | 36.69 | 1.50          |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )        | 1,343              | 0.28  | 0.01          | 2,570                                      | 0.28  | 0.01          |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )     | 1,343              | 1.287 | 0.010         | 2,571                                      | 1.291 | 0.010         |
| Granos enteros (%)                          | 1,343              | 85.9  | 4.8           | 2,719                                      | 86.6  | 4.5           |
| Endospermo duro (%)                         | 1,203              | 81    | 2             | 2,431                                      | 82    | 2             |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                    |                    |       |               | <b>Pacífico Noroeste</b>                   |       |               |
| Grietas por estrés (%)                      | 483                | 11    | 6             | 958                                        | 11    | 6             |
| Peso de 100 granos (g)                      | 483                | 32.48 | 1.60          | 890                                        | 32.25 | 1.85          |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )        | 483                | 0.25  | 0.01          | 890                                        | 0.25  | 0.01          |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )     | 483                | 1.274 | 0.015         | 890                                        | 1.272 | 0.014         |
| Granos enteros (%)                          | 483                | 81.3  | 6.1           | 958                                        | 84.5  | 4.9           |
| Endospermo duro (%)                         | 413                | 80    | 2             | 820                                        | 81    | 2             |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                  |                    |       |               | <b>Ferrocarril del Sur</b>                 |       |               |
| Grietas por estrés (%)                      | 310                | 6     | 6             | 498                                        | 7     | 6             |
| Peso de 100 granos (g)                      | 310                | 36.05 | 1.66          | 454                                        | 36.43 | 1.71          |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )        | 310                | 0.28  | 0.01          | 454                                        | 0.28  | 0.01          |
| Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )     | 310                | 1.281 | 0.011         | 454                                        | 1.284 | 0.011         |
| Granos enteros (%)                          | 310                | 87.1  | 4.7           | 498                                        | 87.8  | 4.4           |
| Endospermo duro (%)                         | 268                | 81    | 2             | 412                                        | 82    | 2             |

**RESUMEN: FACTORES FÍSICOS**

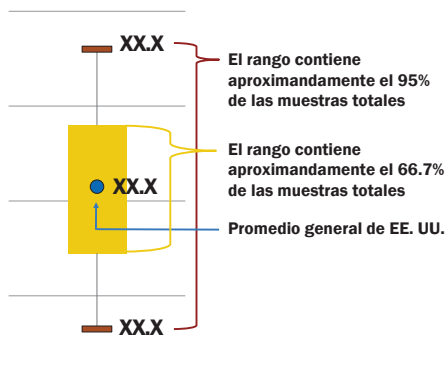
| Muestras de exportación de<br>2020/2021 U.S. No. 2 |                    |       |               |       |       | Muestras de exportación de<br>2020/2021 U.S. No. 3 |                    |       |               |       |      | Cosecha 2020                        |                                 |       |               |       |      |
|----------------------------------------------------|--------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------------------------------------------|--------------------|-------|---------------|-------|------|-------------------------------------|---------------------------------|-------|---------------|-------|------|
|                                                    | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | Mín.  | Máx.  |                                                    | No. de<br>muestras | Prom. | Desv.<br>est. | Mín.  | Máx. |                                     | No. de<br>muestras <sup>1</sup> | Prom. | Desv.<br>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 (%)                             | 236                | 11    | 6             | 0     | 39    | 103                                                | 11                 | 7     | 0             | 31    |      | 601                                 | 6*                              | 5     | 0             | 80    |      |
| Peso de 100 granos (g)                             | 101                | 37.31 | 1             | 32.33 | 40.61 | 43                                                 | 36.94              | 1.14  | 30.06         | 40.88 |      | 180                                 | 34.53*                          | 3.64  | 22.32         | 43.18 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )               | 101                | 0.29  | 0.01          | 0.26  | 0.31  | 43                                                 | 0.29               | 0.01  | 0.24          | 0.32  |      | 180                                 | 0.27*                           | 0.03  | 0.19          | 0.33  |      |
| Densidad verd.a (g/cm <sup>3</sup> )               | 101                | 1.278 | 0.009         | 1.225 | 1.306 | 43                                                 | 1.279              | 0.008 | 1.232         | 1.299 |      | 180                                 | 1.255*                          | 0.023 | 1.171         | 1.312 |      |
| Granos enteros (%)                                 | 236                | 83.2  | 4.2           | 68.4  | 93.8  | 103                                                | 82.1               | 4.4   | 70            | 95.6  |      | 601                                 | 92.5*                           | 3.9   | 35.8          | 99.6  |      |
| Endospermo duro (%)                                | 101                | 80    | 2             | 75    | 85    | 43                                                 | 80                 | 2     | 75            | 85    |      | 180                                 | 81*                             | 4     | 72            | 92    |      |
| <b>Golfo</b>                                       |                    |       |               |       |       | <b>Golfo</b>                                       |                    |       |               |       |      | <b>Golfo</b>                        |                                 |       |               |       |      |
| Grietas por estrés (%)                             | 145                | 12    | 6             | 1     | 32    | 62                                                 | 12                 | 7     | 2             | 31    |      | 549                                 | 7*                              | 6     | 0             | 80    |      |
| Peso de 100 granos (g)                             | 60                 | 38.42 | 0.90          | 36.90 | 40.61 | 23                                                 | 38.56              | 0.94  | 36.80         | 40.88 |      | 160                                 | 35.56*                          | 3.31  | 23.47         | 43.18 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )               | 60                 | 0.30  | 0.01          | 0.29  | 0.31  | 23                                                 | 0.30               | 0.01  | 0.29          | 0.32  |      | 160                                 | 0.28*                           | 0.02  | 0.19          | 0.33  |      |
| Densidad verd. (g/cm <sup>3</sup> )                | 60                 | 1.286 | 0.007         | 1.270 | 1.306 | 23                                                 | 1.287              | 0.006 | 1.276         | 1.299 |      | 160                                 | 1.259*                          | 0.024 | 1.171         | 1.312 |      |
| Granos enteros (%)                                 | 145                | 82.9  | 3.9           | 68.4  | 92    | 62                                                 | 82                 | 3.8   | 70.4          | 91    |      | 549                                 | 92.2*                           | 4.2   | 35.8          | 99.6  |      |
| Endospermo duro (%)                                | 60                 | 81    | 2             | 75    | 85    | 23                                                 | 80                 | 2     | 77            | 84    |      | 160                                 | 82*                             | 4     | 72            | 92    |      |
| <b>Pacífico Noroeste</b>                           |                    |       |               |       |       | <b>Pacífico Noroeste</b>                           |                    |       |               |       |      | <b>Pacífico Noroeste</b>            |                                 |       |               |       |      |
| Grietas por estrés (%)                             | 48                 | 11    | 5             | 3     | 21    | 34                                                 | 11                 | 6     | 0             | 29    |      | 293                                 | 5*                              | 4     | 0             | 52    |      |
| Peso de 100 granos (g)                             | 20                 | 34.00 | 0.85          | 32.33 | 35.29 | 17                                                 | 33.91              | 1.58  | 30.06         | 36.67 |      | 89                                  | 33.01*                          | 3.37  | 22.32         | 39.71 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )               | 20                 | 0.27  | 0.01          | 0.26  | 0.28  | 17                                                 | 0.27               | 0.01  | 0.24          | 0.29  |      | 89                                  | 0.26                            | 0.03  | 0.19          | 0.32  |      |
| Densidad verd. (g/cm <sup>3</sup> )                | 20                 | 1.258 | 0.010         | 1.225 | 1.271 | 17                                                 | 1.264              | 0.010 | 1.232         | 1.279 |      | 89                                  | 1.247*                          | 0.022 | 1.171         | 1.285 |      |
| Granos enteros (%)                                 | 48                 | 80.5  | 4.3           | 70.8  | 90.8  | 34                                                 | 80.9               | 5.2   | 70            | 90.4  |      | 293                                 | 92.9*                           | 3.9   | 59            | 99.6  |      |
| Endospermo duro (%)                                | 20                 | 80    | 1             | 78    | 82    | 17                                                 | 80                 | 2     | 75            | 84    |      | 89                                  | 81*                             | 4     | 72            | 89    |      |
| <b>Ferrocarril del Sur</b>                         |                    |       |               |       |       | <b>Ferrocarril del Sur</b>                         |                    |       |               |       |      | <b>Ferrocarril del Sur</b>          |                                 |       |               |       |      |
| Grietas por estrés (%)                             | 43                 | 8     | 7             | 0     | 39    | 7                                                  | 8                  | 9     | 1             | 27    |      | 319                                 | 5*                              | 4     | 0             | 69    |      |
| Peso de 100 granos (g)                             | 21                 | 37.28 | 1.49          | 34.09 | 39.61 | 3                                                  | 37.30              | 0.77  | 36.62         | 38.14 |      | 92                                  | 33.95*                          | 3.32  | 23.47         | 41.09 |      |
| Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )               | 21                 | 0.29  | 0.01          | 0.27  | 0.31  | 3                                                  | 0.29               | 0.01  | 0.28          | 0.30  |      | 92                                  | 0.27*                           | 0.02  | 0.19          | 0.33  |      |
| Densidad verd. (g/cm <sup>3</sup> )                | 21                 | 1.269 | 0.016         | 1.246 | 1.294 | 3                                                  | 1.281              | 0.015 | 1.265         | 1.293 |      | 92                                  | 1.258*                          | 0.021 | 1.171         | 1.305 |      |
| Granos enteros (%)                                 | 43                 | 86.8  | 4.9           | 74.2  | 93.8  | 7                                                  | 88.9               | 6.1   | 77.8          | 95.6  |      | 319                                 | 92.7*                           | 3.5   | 35.8          | 98.8  |      |
| Endospermo duro (%)                                | 21                 | 81    | 2             | 77    | 84    | 3                                                  | 83                 | 2     | 81            | 85    |      | 92                                  | 82                              | 4     | 72            | 88    |      |

\*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%.

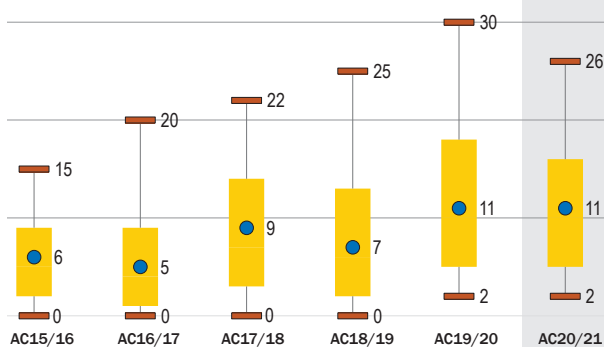
<sup>1</sup>Debido a que los resultados de las ECA son estadísticas compuestas, la suma de los números de muestras de las tres ECA es mayor que el promedio agregado de EE. UU.

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

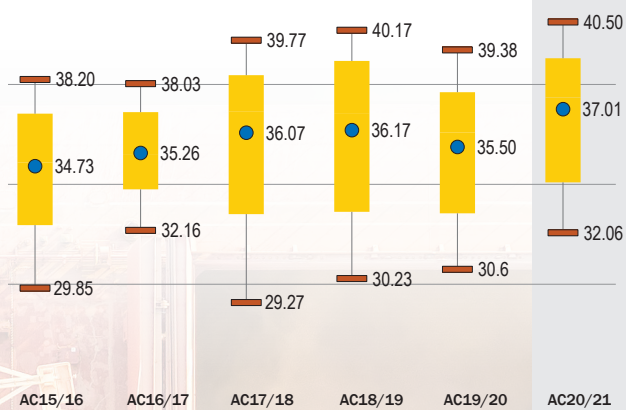
#### CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



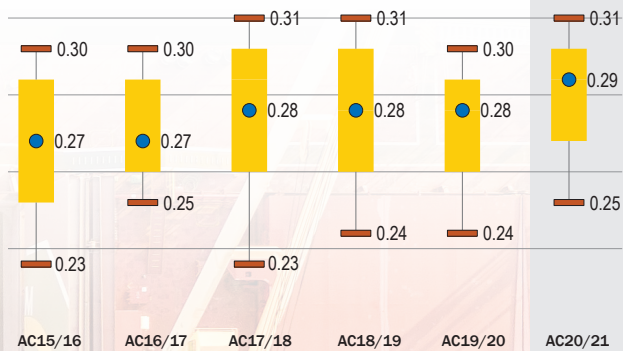
#### Grietas por estrés (%)



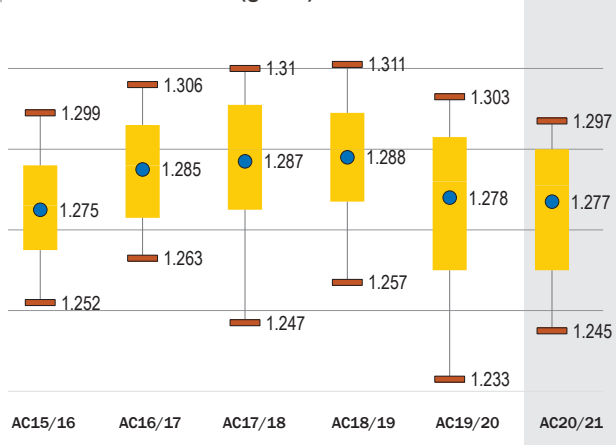
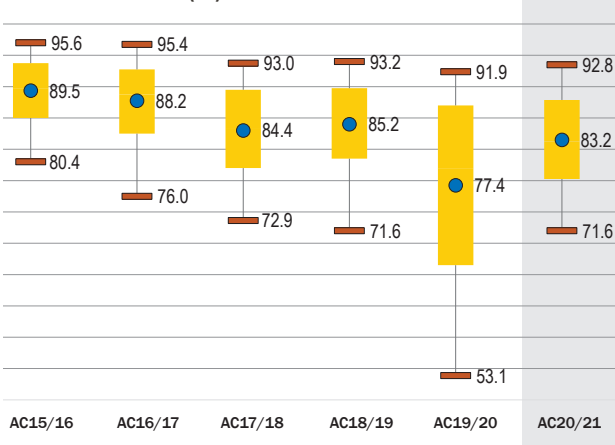
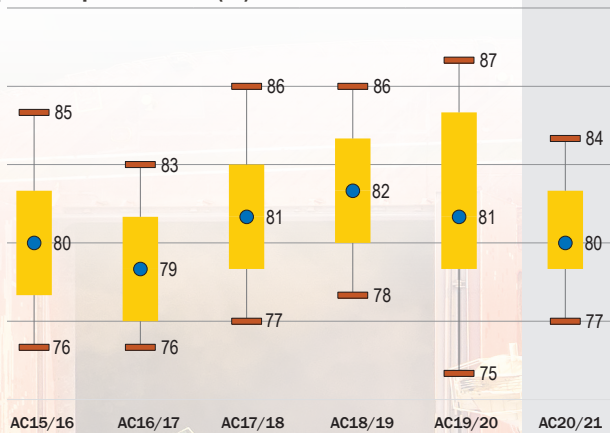
#### Peso de 100 granos (g)



#### Volumen del grano (cm³)



FACTORES FÍSICOS  
COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

**Densidad verdadera (g/cm<sup>3</sup>)**

**Granos enteros (%)**

**Endospermo duro (%)**


## D. MICOTOXINAS

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por hongos que naturalmente se dan en los granos. Al consumirse en niveles altos, las micotoxinas pueden causar enfermedades en humanos y animales. Se han encontrado varias micotoxinas en el grano del maíz. Las aflatoxinas, DON y fumonisina se consideran tres de las más importantes.

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. Por lo tanto, el *Informe de la Exportación de 2020/2021*, ahora incluye tres micotoxinas: aflatoxinas, DON y fumonisina.

En función del año, las condiciones ambientales bajo las que se produce y almacena el maíz pueden ser o no propicias para desarrollar una micotoxina en particular en 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 niveles de acción de aflatoxinas y niveles de recomendación de DON y fumonisina, de acuerdo con el uso al que esté destinado.

Los niveles de acción especifican los límites de contaminación por encima de los cuales el organismo gubernamental está preparado para tomar medidas reglamentarias. Los niveles de acción son una señal de que la FDA cree tener datos que dan sustento a las medidas reglamentarias o judiciales si una toxina o contaminante está 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, se les considera adulterados y la FDA puede decomisarlos y retirarlos del comercio interestatal.

Los niveles de recomendación guían a la industria sobre los niveles de una sustancia presente en el alimento para consumo humano o animal que el organismo gubernamental cree que dan un margen adecuado de seguridad para proteger la salud humana y animal. Aunque la FDA se reserva el derecho de tomar medidas para hacer cumplir los reglamentos, el hacerlos cumplir no es el propósito fundamental del nivel de recomendación. 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 el siguiente vínculo: [https://drive.google.com/file/d/1tqeS5\\_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view](https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view).

Se analizaron aflatoxinas, DON y fumonisina en un total de 180 muestras de exportación para este *Informe de la Exportación 2020/2021*. Los detalles de la metodología de prueba de micotoxinas empleada en este estudio están en la sección “Métodos de análisis”.

## 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 período. 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 solo algunos granos de la mazorca, que 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 encuentra de forma natural en los alimentos: aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. Estas cuatro aflatoxinas se les conoce comúnmente como “aflatoxinas” o “aflatoxinas totales”. La aflatoxina B1 es la más comúnmente encontrada en alimentos para consumo animal y humano, y es también la más tóxica. Las investigaciones han mostrado que la B1 es un cancerígeno natural potente en animales, con un vínculo fuerte con 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. Como resultado de la ingestión de aflatoxinas, 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.

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

| Nivel de acción de aflatoxinas | Criterios                                                                                                                                |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 partes por billón           | Ganado lechero, mascotas de cualquier edad, animales inmaduros (que incluye aves inmaduras) y cuando se desconoce el destino del animal. |
| 100 partes por billón          | Ganado de engorde reproductor, cerdos reproductores y aves maduras                                                                       |
| 200 partes por billón          | Cerdos en finalización de 45.4 kg (100 lb) o más                                                                                         |
| 300 partes por billón          | Ganado de engorde en finalización                                                                                                        |

Fuente: [www.ngfa.org](http://www.ngfa.org)

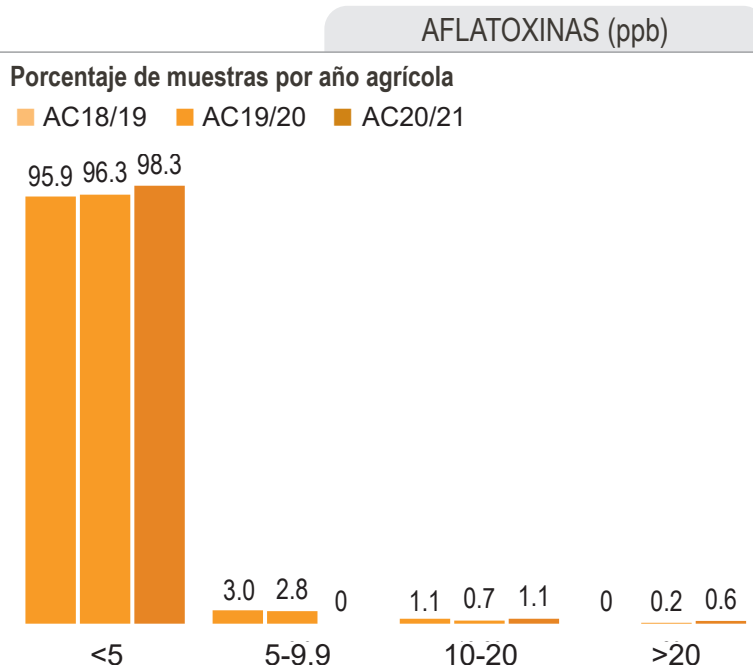
Para consultar información adicional, véase el documento guía de la National Grain and Feed Association titulado “FDA Mycotoxin Regulatory Guidance” que se encuentra en [https://drive.google.com/file/d/1tqeS5\\_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view](https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view).

La FDA también 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, la FDA en la actualidad no permite la mezcla de maíz para reducir el contenido de aflatoxinas que se vende en el comercio general.

Por ley federal, al maíz exportado de Estados Unidos se le debe determinar las aflatoxinas. Al menos que el contrato exima este requisito, el análisis debe realizarlo el FGIS. No se puede exportar el maíz por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb, a menos que se cumplan otras condiciones estrictas. Esto resulta en niveles relativamente bajos de aflatoxinas en el grano de exportación.

## RESULTADOS

El FGIS del USDA analizó aflatoxinas en un total de 180 muestras de exportación para el *Informe de la Exportación 2020/2021*. Se usó un umbral conocido como el “Límite de Cumplimiento” (LCL, por sus siglas en inglés) establecido por el FGIS del USDA, para determinar si aparecía o no un nivel detectable aflatoxina en la muestra. El “Límite de cumplimiento” de los estuches analíticos aprobados por el FGIS usados para este informe de 2020/2021 fue de 5 ppb de aflatoxinas. Los resultados del estudio de análisis de 2020/2021 son como sigue:



- De las 180 muestras, 177 de ellas (98.3%) no presentaron niveles detectables de aflatoxinas (por debajo del LCL del FGIS de 5 ppb). Este 98.3% es mayor que en 2019/2020 (96.3%) y que el de 2018/2019 (95.9%).
- Ninguna muestra (0%) tuvo niveles de aflatoxinas mayores o iguales a 5 ppb, pero menores de 10 ppb en las 180 muestras de exportación analizadas en 2020/2021. Este porcentaje es más bajo que en 2019/2020 (2.8%) y en 2018/2019 (3%).
- Sólo dos (2) (1.1%) de las 180 muestras analizadas en 2020/2021 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 1.1% es casi el mismo que en 2019/2020 (0.7%) y el mismo que en 2018/2019 (1.1%).
- Una (1) de las 180 muestras (0.6%) analizadas en 2020/2021 estuvo por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb, que es ligeramente mayor que en 2019/2020 (0.2%) y 2018/2019 (0%).

El porcentaje de los resultados de los análisis de las muestras por debajo del “Límite de cumplimiento” en 2020/2021 (98.3%) fue mayor que en 2019/2020 (96.3%) y 2018/2019 (95.9%). 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 2020 no fueron propicias para el crecimiento fúngico y la formación de estas micotoxinas.

## DEOXINIVALENOL (DON O VOMITOXINA)

La DON es otra micotoxina de cuidado para algunos importadores de maíz. La producen ciertas especies de *Fusarium*, de las cuales la más importante es *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*), que también causa 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 llamativa 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. Por lo tanto, 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 principalmente una preocupación para animales monogástricos, a los que puede causar irritación de la boca y garganta. Como resultado, los animales pueden, tarde o temprano, rehusarse a comer el maíz contaminado con DON, además de que pueden presentar una baja ganancia de peso, diarrea, letargia y hemorragias intestinales. Además, el DON puede ocasionar la inhibición del sistema inmunitario, lo que resulta en susceptibilidad a una serie de enfermedades infecciosas.

El FDA ha publicado niveles de recomendación de DON en partes por millón (ppm). A continuación se muestran estos niveles 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           | El 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: [www.ngfa.org](http://www.ngfa.org)

Para consultar información adicional, véase el documento guía de la National Grain and Feed Association titulado "FDA Mycotoxin Regulatory Guidance" que se encuentra en [https://drive.google.com/file/d/1tqeS5\\_eQtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view](https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eQtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view).

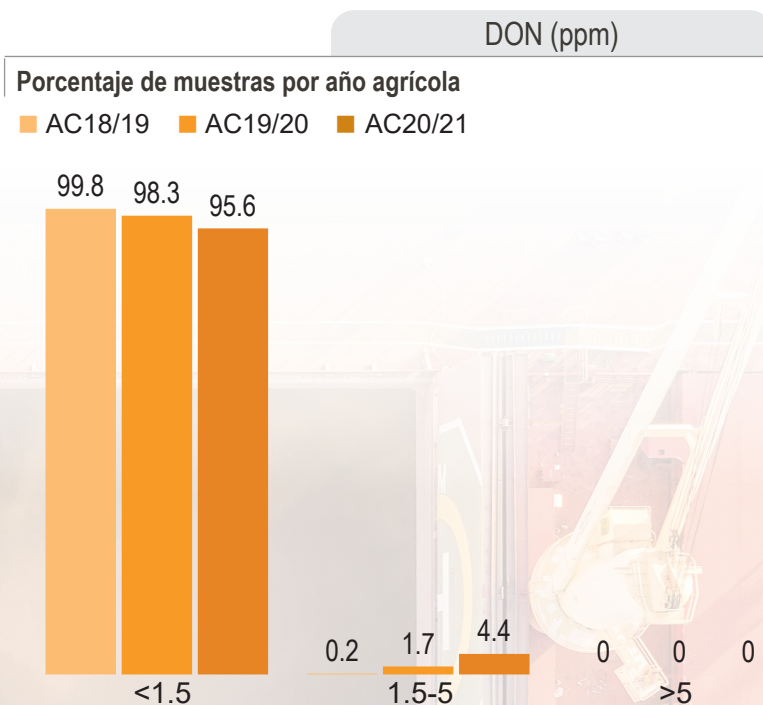
El FGIS no exige el análisis de DON en maíz destinado a los mercados de exportación, pero puede realizar pruebas cualitativas o cuantitativas de esta micotoxina a solicitud del comprador.

## RESULTADOS

Se analizó DON en un total de 180 muestras de exportación para el *Informe de la Exportación de 2020/2021*. Los resultados del análisis se muestran a continuación:

- Se encontraron niveles DON menores a 1.5 ppm en 172 muestras (95.6%) de las 180 analizadas. Este 95.6% es ligeramente menor que en 2019/2020 (98.3%) y que en 2018/2019 (99.8%).
- En 8 muestras (4.4%) de las 180 analizadas en 2020/2021 se presentaron niveles de DON mayores o iguales a 1.5 ppb, pero menos que 5 ppm. Este 4.8% es mayor que el de 2019/2020 (1.7%) y que el de 2018/2019 (0.2%).
- Ninguna (0) de las 180 muestras de exportación analizadas en 2020/2021 estuvo por arriba del nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm, que es el mismo de los *Informes de la Exportación 2019/2020 y 2018/2019*.

Los resultados del estudio de 2020/2021 tuvieron un porcentaje de muestras ligeramente menor (95.6%) por debajo de 1.5 ppm comparado con 2019/2020 (98.3%) y 2018/2019 (99.8%). 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.



## 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, B2 y B3. La fumonisina B1 es la más abundante, la cual representa entre el 70 y 80% del 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 este compuesto, 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 relaciona 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 y alimentos balanceados a base de maíz, para reducir la exposición en el ser humano y en los animales. A continuación se muestran los niveles de recomendación de la FDA.

| Nivel de recomendación de fumonisina | Criterios                                                                                                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 partes por millón                  | Équidos (es decir, 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: [www.ngfa.org](http://www.ngfa.org)

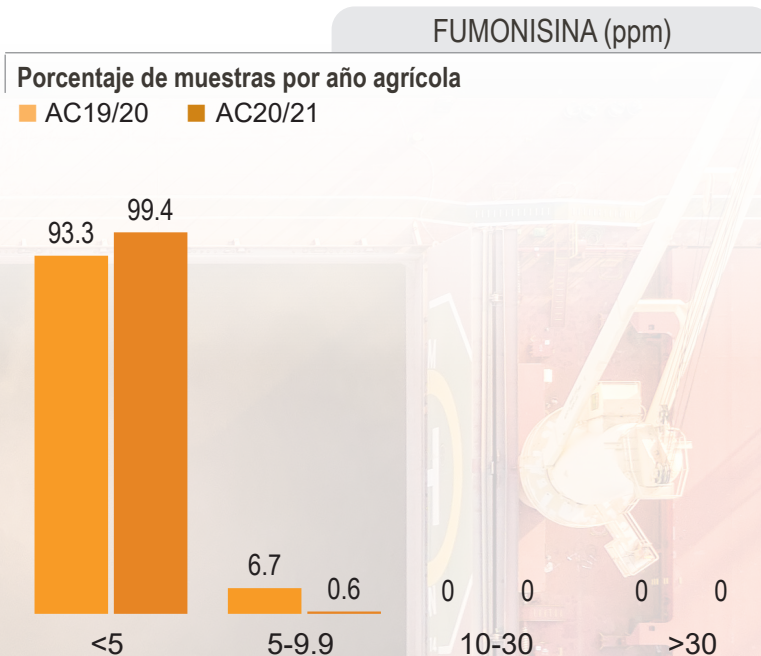
Para consultar información adicional, véase el documento guía de la National Grain and Feed Association titulado "FDA Mycotoxin Regulatory Guidance" que se encuentra en [https://drive.google.com/file/d/1tqeS5\\_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view](https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCIr896KGX/view).

## RESULTADOS

En el informe 2020/2021 se determinó fumonisina a un total de 180 muestras en conjunto. Este es el segundo año que se determina esta micotoxina en las muestras. Los resultados del estudio de 2020/2021 fueron los siguientes:

- Un total de 179 muestras (99.4%) de las 180 analizadas resultaron por debajo de 5 ppm, el límite de recomendación más bajo para animales (équidos y conejos), lo cual es más alto que en los resultados de 2019/2020 (93.3%).
- Una de las 180 muestras (0.6%) resultó mayor que o igual a 5 ppm, pero menos de 10 ppm, lo cual es mucho menos que en los resultados de 2019/2020 (6.7%).
- Ninguna (0%) de las 180 muestras resultaron mayores o iguales a 10 ppm, pero no mayores a 30 ppm, lo cual es igual a los resultados de 2019/2020 (0%).
- Ninguna (0%) de las 180 muestras resultó mayor a 30 ppm, que es el nivel de recomendación para reproductores rumiantes, aves y visones, igual que en los resultados de 2019/2020 (0%).

Los resultados del estudio de 2020/2021 presentaron un alto porcentaje de muestras (99.4%) que resultaron por debajo del límite de recomendación para animales más bajo (5 ppm). Esto es probablemente indicativo de las condiciones climáticas durante la temporada de cultivo de 2020, las cuales no fueron propicias para el crecimiento fúngico y la formación de fumonisinas.



Este *Informe de la Exportación 2020/2021* 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:

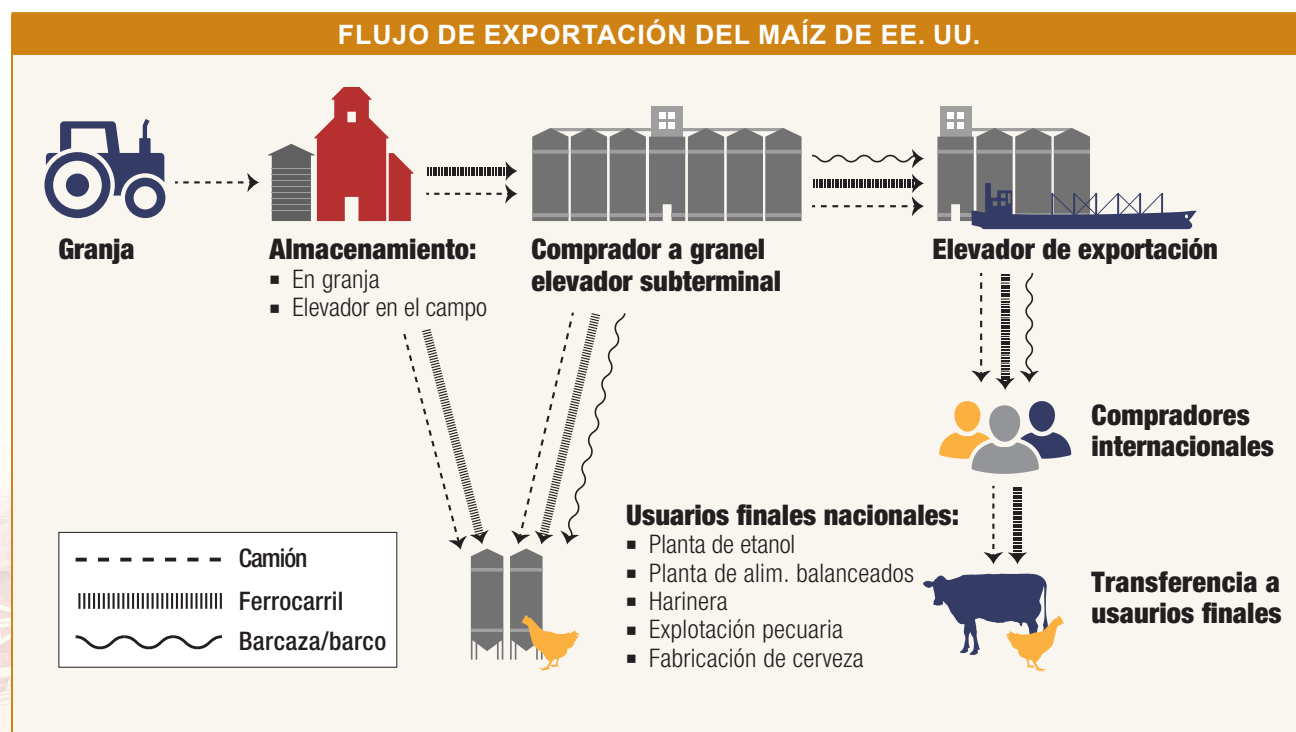
- Características intrínsecas de calidad: la concentración de proteína, aceite y almidón, así como la dureza y la densidad del grano son características intrínsecas de calidad, lo que significa que vienen contenidas en su interior y son de importancia fundamental para el usuario final. Ya que no son 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; peso específico, granos totales dañados y dañados 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 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 de este grano. 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.

Al cosechar el maíz, el agricultor transporta el grano a un almacén en el campo, al consumidor final o a instalaciones comerciales. 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. Las subterminales interiores o los elevadores fluviales recolectan grano en cantidades suficientes para su carga en vagones de ferrocarril y barcasas 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 barcasas. 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 DEL CANAL DE COMERCIALIZACIÓN DEL MAÍZ EN LA CALIDAD

Aunque la industria estadounidense del 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 seguros de almacenamiento, 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 es importante 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 de 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 ser transporte vertical mediante elevadores de cangilones y/o transporte horizontal, por lo general mediante cintas transportadoras o transportadores en masa. Sin importar cómo se maneje 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 cumplir con las especificaciones del contrato. La limpieza puede llevarse a cabo en cualquier etapa del canal de comercialización donde haya equipo de limpieza.

## Transporte del 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 barcaza 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 que 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 resultado, 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, barcasas 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, básicamente permanecen sin cambios entre la cosecha y la exportación, si suponemos que el daño del grano por respiración o mohos es insignificante. Sin embargo, conforme pasa a través de los canales de comercialización de EE. UU., se mezcla con 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, tales como el peso específico, granos dañados, granos rotos, niveles de grietas por tensión, contenido de humedad y variabilidad, material extraño y niveles de micotoxinas.

## C. INSPECCIÓN Y GRADOS DEL GOBIERNO ESTADOUNIDENSE

### 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 cargarlo para su 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 a nombre del 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 de inspección estatales y privados como agentes oficiales para inspeccionar y pesar el maíz en lugares interiores especificados. Además, el FGIS puede delegar a ciertos organismos de inspección estatales la inspección y pesaje oficial del grano 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 al 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 informa 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. VISIÓN GENERAL

Los puntos clave para el diseño del estudio, la toma de muestras y el análisis estadístico de este *Informe de la exportación 2020/2021* son como sigue:

- Siguiendo la metodología desarrollada para los anteriores nueve *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: 240 del Golfo, 114 de Pacífico Noroeste y 76 de Ferrocarril del Sur.
- Para este estudio al final se analizó un total de 440 muestras en conjunto. Se calcularon los promedios ponderados y las desviaciones estándar de acuerdo con las técnicas estadísticas estándar de muestreo estratificado proporcional del promedio agregado de EE. UU. y de 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 por ferrocarril de maíz 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.. En la ECA Pacífico Noroeste el ME relativo sobrepasó el  $\pm 10\%$  del daño total y las grietas por estrés (ambos de 14%). En la ECA del Ferrocarril del Sur, el ME relativo sobrepasó el  $\pm 10\%$  del daño total (17%) y las grietas por estrés (19%).
- 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 2020/2021 y 2019/2020, 2020/2021 y 2018/2019.

### Zonas de Acopio de Exportación

#### Pacífico Noroeste

Exporta maíz a través de los puertos de Washington, Oregón y California.

#### Ferrocarril del Sur

Exporta maíz a México por ferrocarril desde subterminales del interior.

#### Golfo

Exporta maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.

## B. DISEÑO DEL ESTUDIO Y MUESTREO

### Diseño del estudio

Para el *Informe de la Exportación 2020/2021*, 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 2020/2021. 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:

- La ECA del Golfo consiste en zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.;
- La ECA del Pacífico Noroeste incluye zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Pacífico Noroeste; y
- 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 2020/2021. 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.

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, se necesitan más muestras para calcular el promedio verdadero con un límite de confianza dado. Además, normalmente difieren las varianzas de los factores de calidad de uno a otro. Como resultado, se necesitarían diferentes tamaños de muestra para cada factor de calidad para el mismo nivel de precisión.

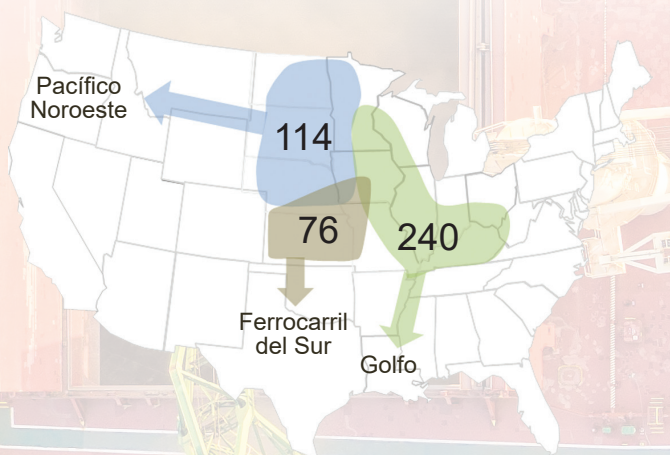
Dado que no se conocían las varianzas de población de los 12 factores de calidad evaluados en las exportaciones de maíz de este año, se utilizaron estimados del *Informe de la Exportación* de ediciones previas. El número objetivo de muestras para el nivel de precisión deseado de todos los factores de calidad se calculó con estos datos.

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 (que se muestran a continuación).

A partir del *Informe de la Exportación* de 2019/2020 se estableció que se les analizara DON y endospermo duro a un mínimo de 180 muestras, en lugar 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 al endospermo duro, el ME 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 los primeros ocho informes. 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  $\pm 10\%$ . En el *Informe de la Exportación de 2019/2020*, el primero en analizar endospermo duro en solo 180 muestras, el ME relativo fue de 0.4% (muy por debajo del nivel de precisión objetivo de  $\pm 10\%$ ).

A partir de este *Informe de la Exportación 2020/2021* el objetivo de 180 muestras se extendió al peso de 100 granos, volumen y densidad verdadera del grano. Debido a la información histórica recolectada en estos primeros nueve *Informes de la Exportación*, es probable que la reducción del número de muestras para analizar estos tres factores de calidad adicionales mantenga la precisión de las estimaciones muy por debajo del nivel objetivo de  $\pm 10\%$ .

**Muestras objetivo por Zona de Acopio de Exportación**



En los primeros ocho años del *Informe de la Exportación*, se notificó el índice de grietas por estrés además del porcentaje de grietas por estrés, para indicar la gravedad de dichas grietas. El índice de grietas por estrés se determina mediante los siguientes cálculos:

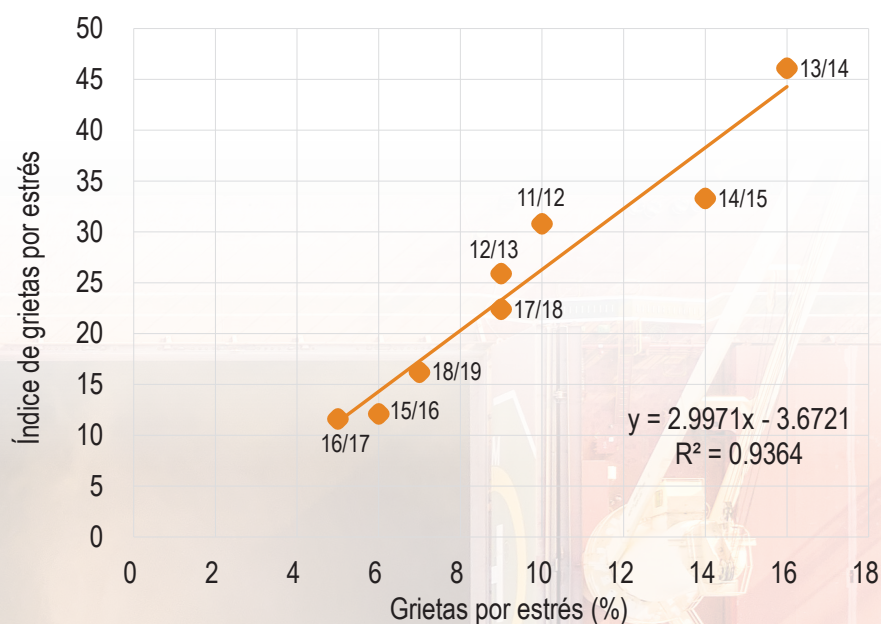
$$[\text{SSC} \times 1] + [\text{DSC} \times 3] + [\text{MSC} \times 5]$$

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 de grietas por estrés vs. grietas por estrés (%)  
promedio agregado de EE. UU. en ocho años



## Muestreo

El muestreo estuvo 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 empezó en febrero de 2021. 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: Olympia, Washington (Washington State Department of Agriculture); y Ferrocarril del Sur: Oficina de Operaciones de Inspección Nacionales 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 del barco que se carga. Los tamaños de los sublotes van de 30,000 a 120,000 bushels. Se inspecciona todas las muestras del sublote.

Se recolectaron muestras representativas de los sublotes de los puertos de las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste conforme se cargaban los buques. 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 de archivo. 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 controversias, se volvieran a analizar. Cada muestra de archivo pesó aproximadamente 1,000 g y representó un conjunto de cinco vagones de ferrocarril. Las muestras se enviaron por correo al Identity Preserved Grain Laboratory (IPG Lab) de la Illinois Crop Improvement Association cuando se llegó a sus fechas de retención, que por lo general fueron 30 días después de la carga.

## C. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados del análisis de muestras de los factores de grado, 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 siguientes<sup>1</sup>:

- Las muestras del grado U.S No. 2 cumplen o son mejores que los límites del factor del grado U.S. No. 2.
- Las muestras del grado U.S No. 3 cumplen o son mejores que los límites del factor del grado U.S. No. 3.

En este *Informe de la exportación 2020/2021* se encuentra un promedio simple de los promedios y desviaciones estándar de los factores de calidad de los cinco informes previos de la exportación (2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 y 2019/2020). 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. También se hace referencia en todo el informe al “P10A”. El P10A representa el promedio simple de los promedios de los factores de calidad del *Informe de la Exportación 2011/2012* hasta este *Informe de la Exportación 2020/2021*.

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 no fue 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  $\pm 10\%$  en daño total y grietas por estrés (ambos de 14%), así como en Ferrocarril del Sur con un ME relativo de 17% de daño total y 19% de grietas por estrés. Aunque el nivel de precisión de estos estimados 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 bilaterales 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*.

<sup>1</sup> Todos los análisis de los factores de grado se realizaron en el Champaign-Danville Grain Inspection en Urbana, Illinois. Estos resultados del análisis determinaron la clasificación de grado de cada muestra. Algunas muestras analizadas presentaron grados distintos a U.S. No. 2 o U.S. No. 3. Debido al número limitado de muestras, no se notifican los resultados del promedio agregado de los grados distintos a U.S. No. 2 o U.S. No. 3.

Las muestras del *Informe de la Exportación 2020/2021* se enviaron directamente de las oficinas de campo del FGIS y de los proveedores de servicios oficiales al IPG Lab en Champaign, Illinois. El IPG Lab realizó las determinaciones de la composición química, factores físicos y el análisis de micotoxinas. Todos los análisis de los factores de grado los realizó el Champaign-Danville Grain Inspection (CDGI) en Urbana, Illinois. El CDGI es el proveedor oficial de servicios de inspección de granos de Illinois centro-este, según lo designado por FGIS del USDA. Los procedimientos de determinación de grado se hicieron de conformidad con el *Grain Inspection Handbook* del FGIS, los cuales se describen en la siguiente sección. 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 un bushel Winchester (2,150.42 pulgadas cúbicas). El peso específico forma parte de los criterios de grado 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 desbordarse por los lados. Se utiliza un palo para nivelar el grano en la taza de prueba y se pesa lo que queda en ella. El peso entonces se convierte y se notifica en la unidad tradicional estadounidense de lb/bu.

### Maíz quebrado y material extraño

El BCFM forma parte de los criterios de grado de las Normas Oficiales de Granos 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 dividirse 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. La definición de material extraño es 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 son el hongo de ojo azul, pudrición de la mazorca, granos dañados por el secado (diferentes de los granos con daño por calor), granos con germen dañado, granos con daño por calor, granos perforados por insectos, granos dañados por mohos, sustancias parecidas a mohos, granos con cortes laterales, hongo superficial (plaga), hongo (*Epicoccum rosa*) y granos dañados por brotes. El daño total se notifica como el porcentaje de peso de la muestra de trabajo que es grano total 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 g. De encontrarse daño por calor, se notifica por separado del daño total.

## B. COMPOSICIÓN QUÍMICA

### Análisis proximal por Espectroscopia de Transmisión de Infrarrojo Cercano (NIR)

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

Las pruebas de composición química de proteína, aceite y almidón se llevaron a cabo con una muestra de aproximadamente 550 a 600 g en un instrumento NIR Foss Infratec 1241 de grano entero. EL NIR se calibró para análisis químicos y los errores estándar de las predicciones de proteína, aceite y almidón fueron alrededor de 0.22%, 0.26% y 0.65%, respectivamente. Las comparaciones del Foss Infratec 1229 usadas en los *Informes de la Exportación* anteriores a 2016 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% puntos entre sí en proteína, aceite y almidón, respectivamente. Los resultados se notifican en porcentaje en base seca (porcentaje de material que no es agua).

## C. FACTORES FÍSICOS

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

El peso de 100 granos se determina a partir del peso promedio de dos réplicas 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 verdadera se notifica en  $\text{g/cm}^3$ . Las densidades verdaderas normalmente van de 1.20 a 1.30  $\text{g/cm}^3$  en contenidos de humedad “como son” de entre el 12 y el 15%.

### Análisis de grietas por estrés

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 puede evaluarse la gravedad del daño de grietas por estrés en cada uno. 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.

### 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, astillados o que muestren 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”. Una calificación de 97% de granos enteros equivale a una del 3% de granos quebrados y rotos.

## Endospermo duro

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 lineamientos estándar con base en el grado en el cual el endospermo suave en la corona del grano se extiende hacia el germen. Se notifican las calificaciones promedio del endospermo duro de los 20 granos en buenas condiciones externas. Las calificaciones 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 90%.

## D. MICOTOXINAS

Para notificar la frecuencia del surgimiento de aflatoxinas, DON y fumonisina en el *Informe de la Exportación de 2020/2021*, el IPG Lab llevó a cabo los análisis de micotoxinas mediante los equipos de prueba aprobados por el FGIS. Para este estudio, una muestra de laboratorio de 1,000 g se subdividió de la muestra de estudio de granos enteros para el análisis de micotoxinas. La muestra de estudio de 1,000 g se molió en un molino Romer modelo 2A, de tal forma que del 60 al 75% pudiera pasar por una malla 20. De este material molido bien mezclado, se sacó una porción de prueba de 50 g para cada análisis de micotoxinas. Se usaron los equipos de pruebas cuantitativas EnviroLogix AQ 309 BG, AQ 304 BG y AQ 411 BG para los análisis de aflatoxinas, DON y fumonisina, respectivamente. Se extrajeron DON y fumonisina con agua (5:1), mientras que las aflatoxinas con agua tamponada (3:1). Se analizaron los extractos con las tiras de flujo lateral del EnviroLogix QuickTox, y las micotoxinas se cuantificaron en el sistema QuickScan.

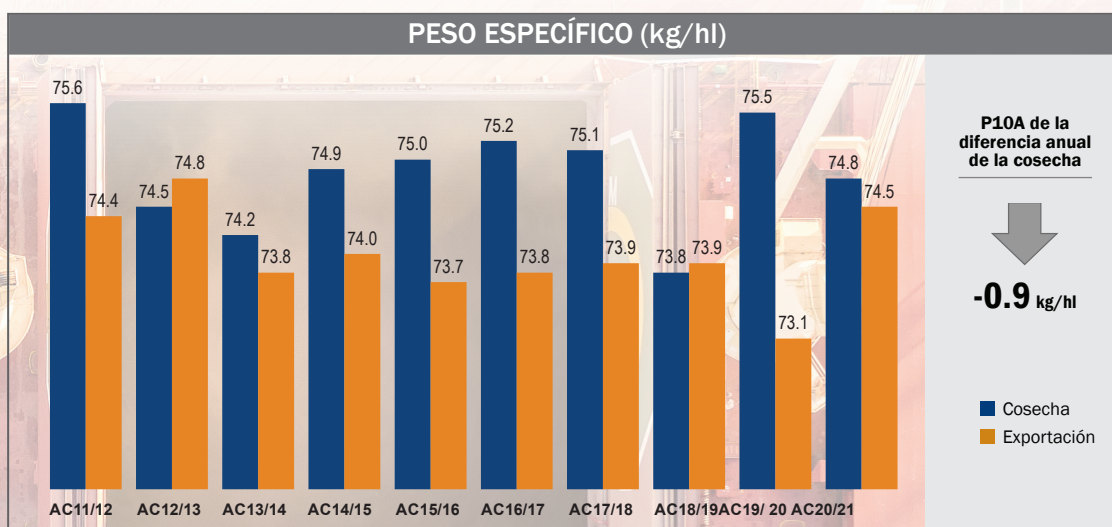
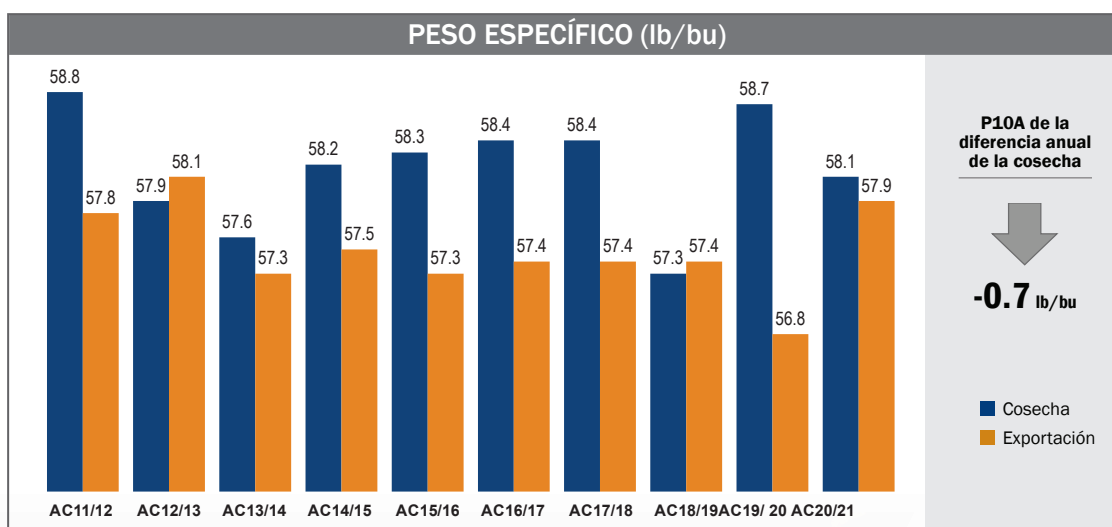
Los equipos de pruebas cuantitativas EnviroLogix notifican niveles de concentración específica de la micotoxina, si los niveles de concentración exceden un nivel específico llamado “límite de detección”. El límite de detección se define como el nivel de concentración más bajo que puede medirse con un método analítico, el cual es estadísticamente diferente de medir un blanco analítico (ausencia de micotoxina). Hay variaciones en el límite de detección entre los diferentes tipos de micotoxinas, equipos de prueba y combinaciones de productos agrícolas. El límite de detección para el EnviroLogix AQ 309 BG es 2.7 partes por billón de aflatoxina. El límite de detección para el EnviroLogix AQ 304 BG es 0.1 partes por millón de DON. Para el análisis de fumonisina, el EnviroLogix AQ 411 BG cuenta con un límite de detección de 0.1 partes por millón. El FGIS emitió una carta de desempeño para la cuantificación de aflatoxinas, DON y fumonisinas con los equipos de prueba EnviroLogix AQ 309 BG, AQ 304 BG y AQ 411 BG, respectivamente.

En los primeros nueve *Informes de la Exportación*, el FGIS proporcionó resultados de las aflatoxinas. El protocolo oficial del FGIS del análisis de aflatoxinas exige el molido de al menos 10 libras de maíz entero de un lote de embarque e inspecciones del conjunto. Para este *Informe de la Exportación*, el IPG Lab recibió un mínimo de 1000 g para el análisis de aflatoxinas, lo cual representa un cambio en el protocolo con respecto a los informes anteriores.

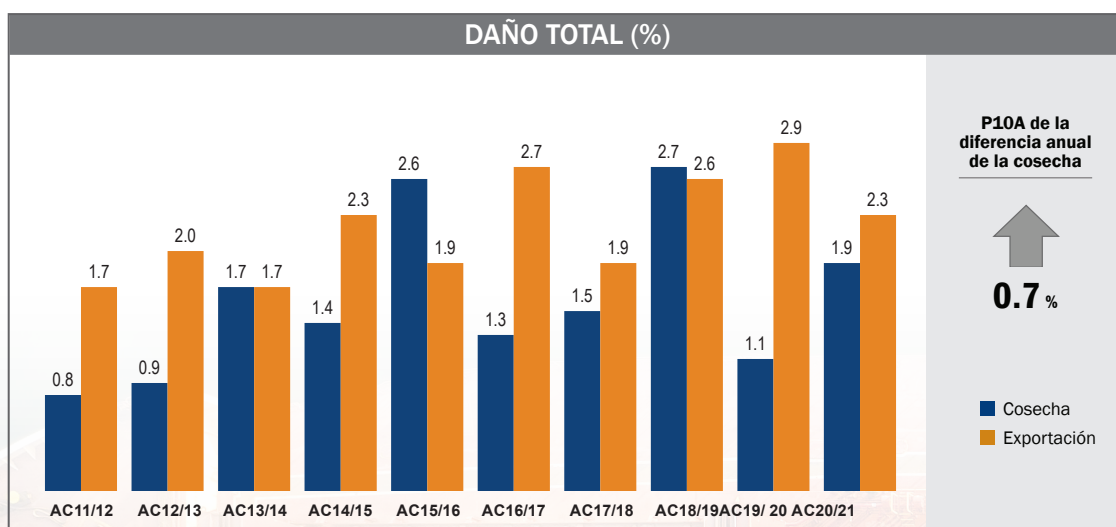
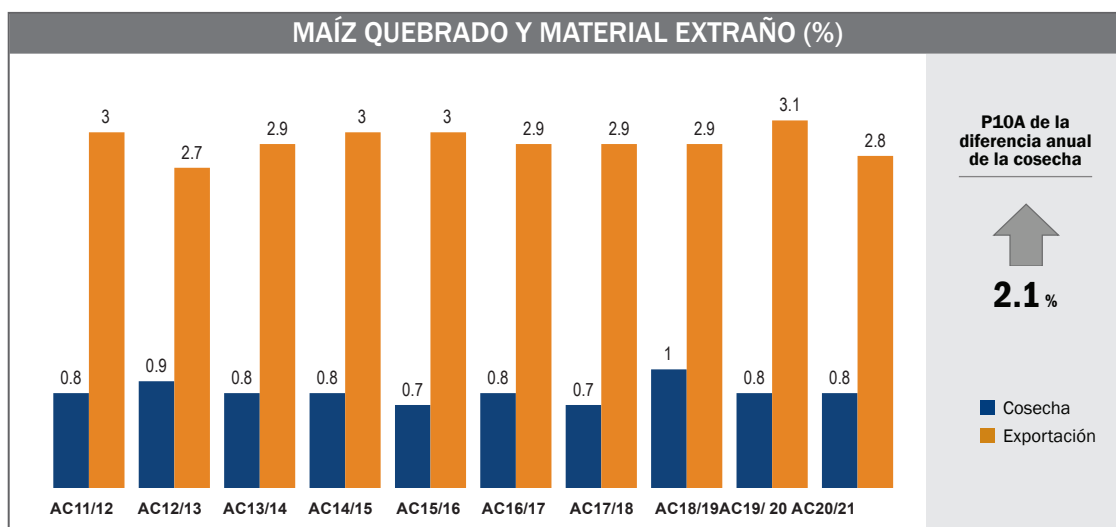
De acuerdo con el protocolo oficial de análisis de aflatoxinas del FGIS usado en los primeros nueve *Informes de la Exportación*, la muestra de 10 libras se muele con un molino aprobado por esa institución. Después de la etapa de la molienda, se toman dos porciones molidas de 500 g de la muestra mezclada 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.

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

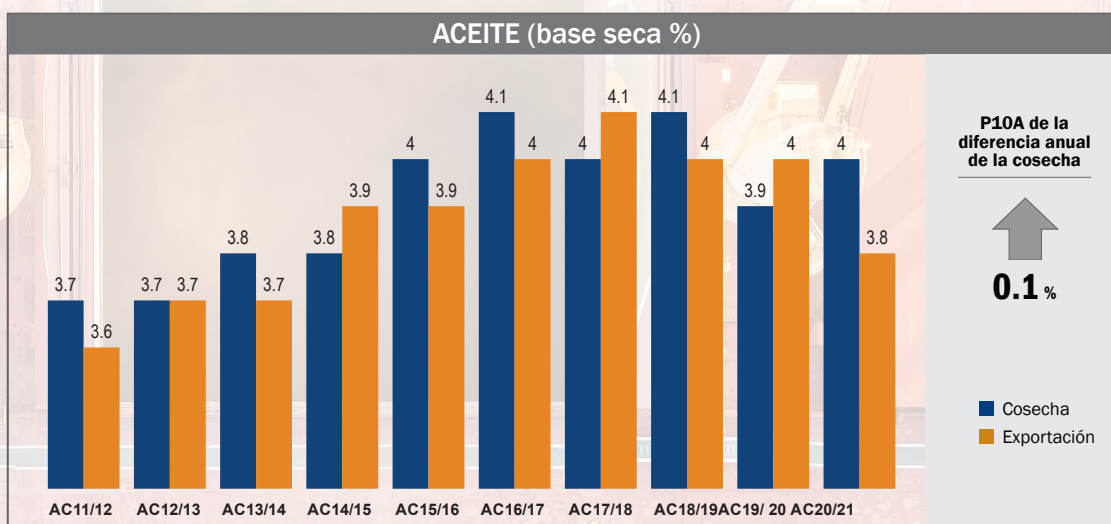
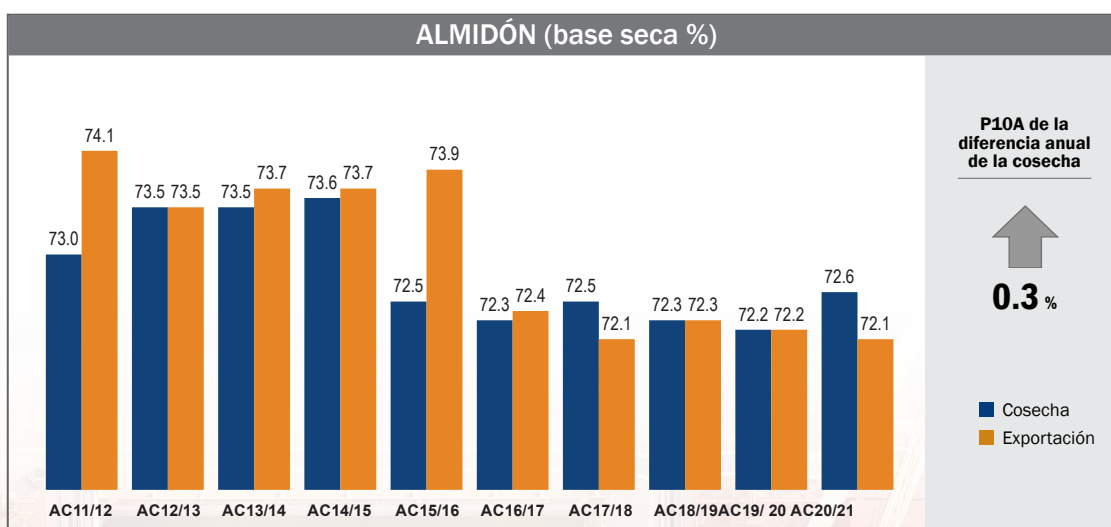
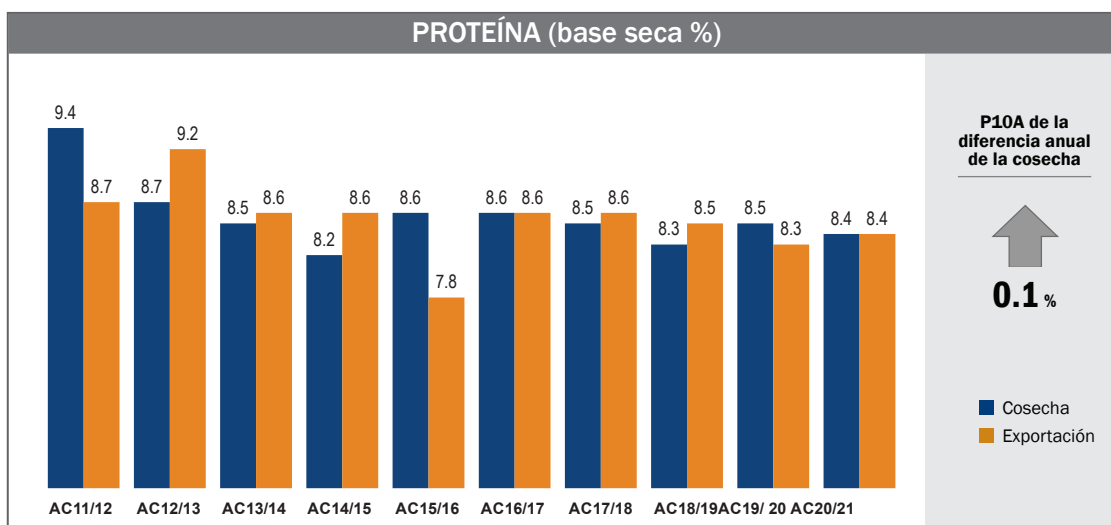
Desde 2011, los *Informes de la Calidad de la Exportación* del US Grains Council han brindado información clara, concisa y consistente sobre la calidad de cada cultivo de EE. UU. que entra a los canales internacionales de comercialización. Esta serie de informes de calidad ha utilizado una metodología constante y transparente, que permite la comparaciones con conocimiento a través del tiempo. La siguientes tablas muestran el promedio agregado de EE. UU. de los todos los *Informes de la Cosecha* y de *la Exportación* de cada factor de calidad analizado, para dar contexto histórico a los resultados de este año.



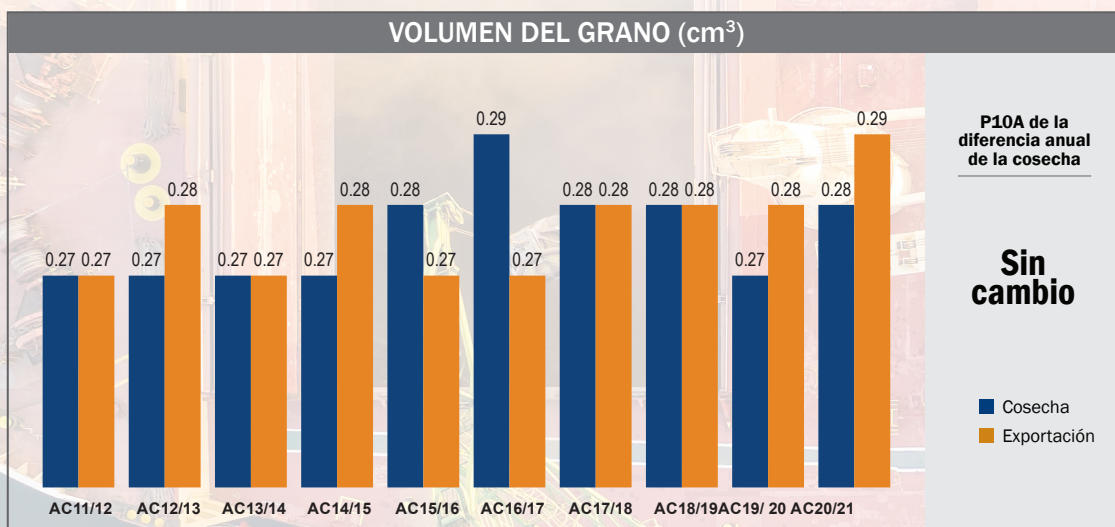
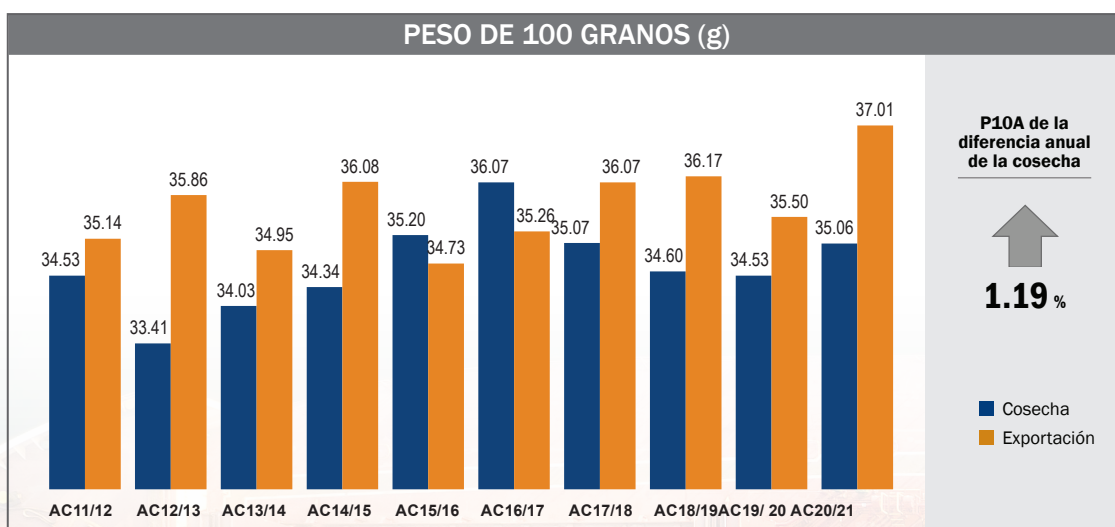
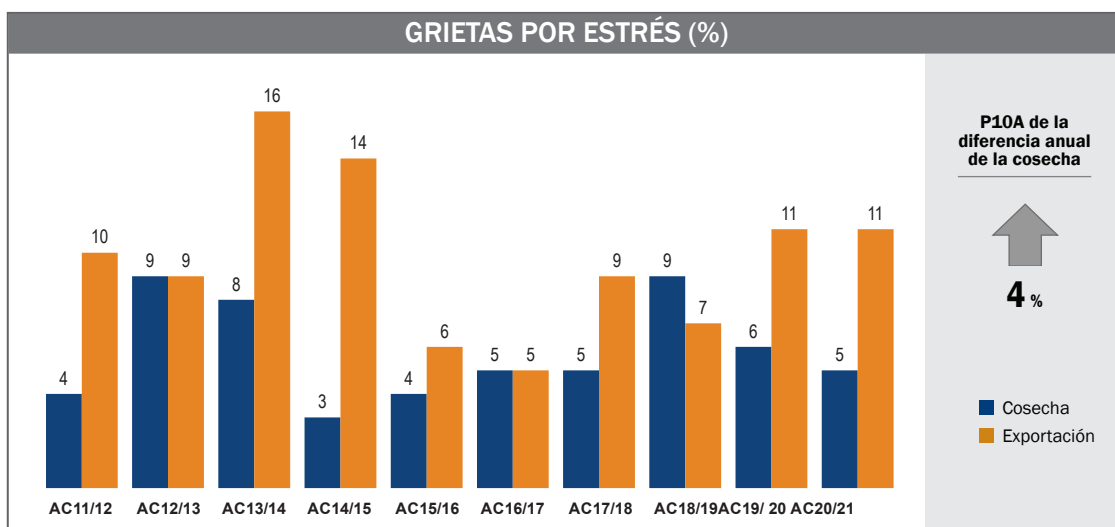
### FACTORES DE GRADO COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE LA COSECHA Y LA EXPORTACIÓN



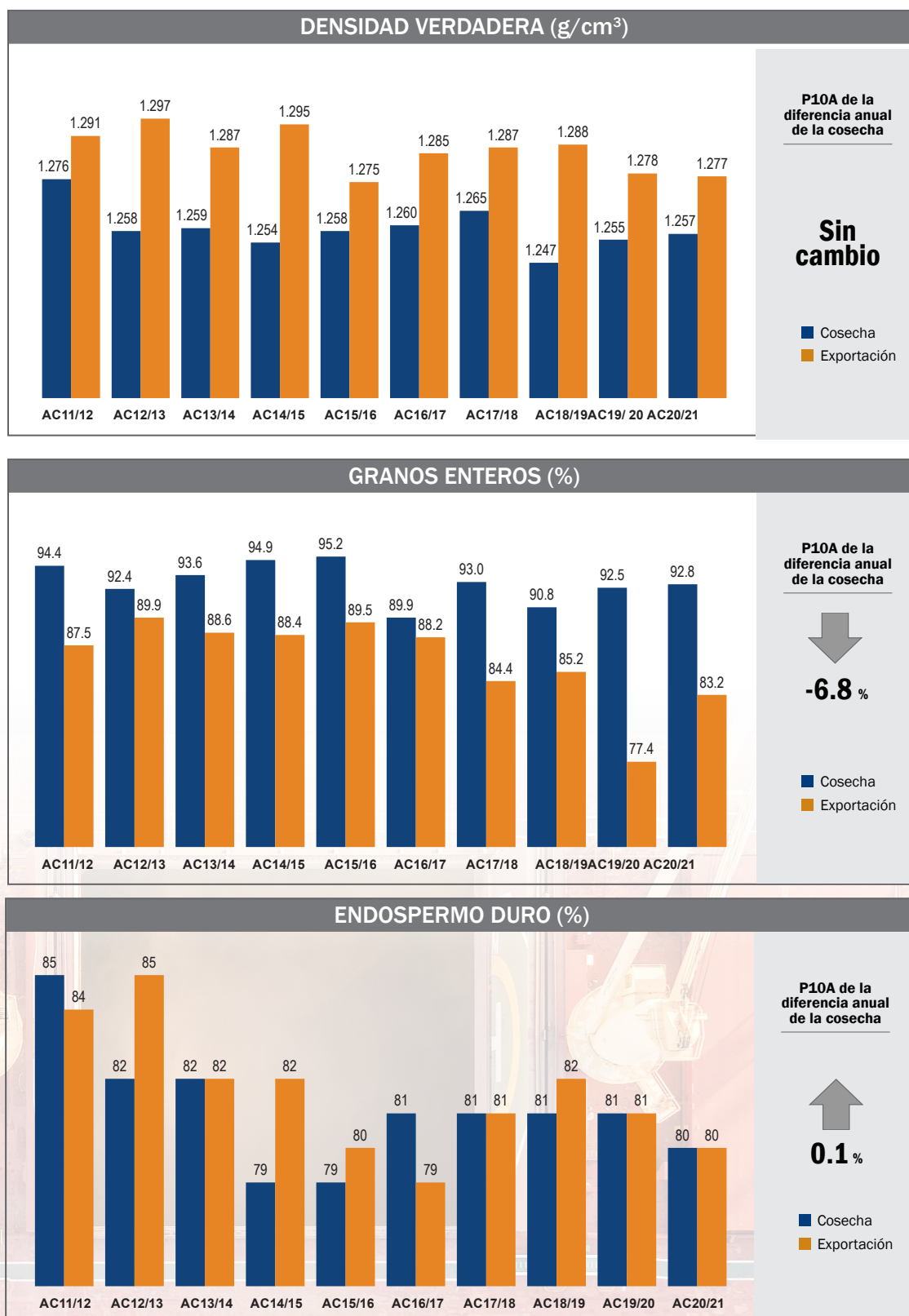
COMPOSICIÓN QUÍMICA  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE LA COSECHA Y LA EXPORTACIÓN



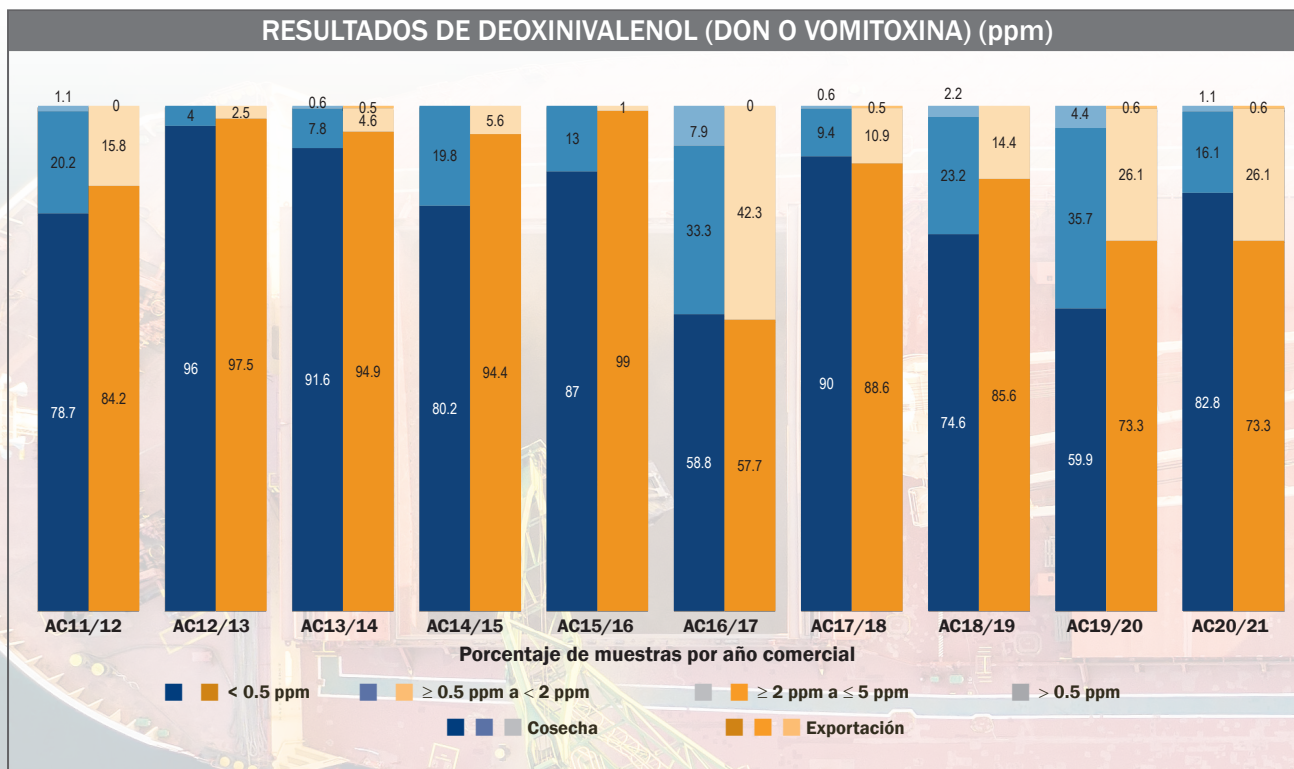
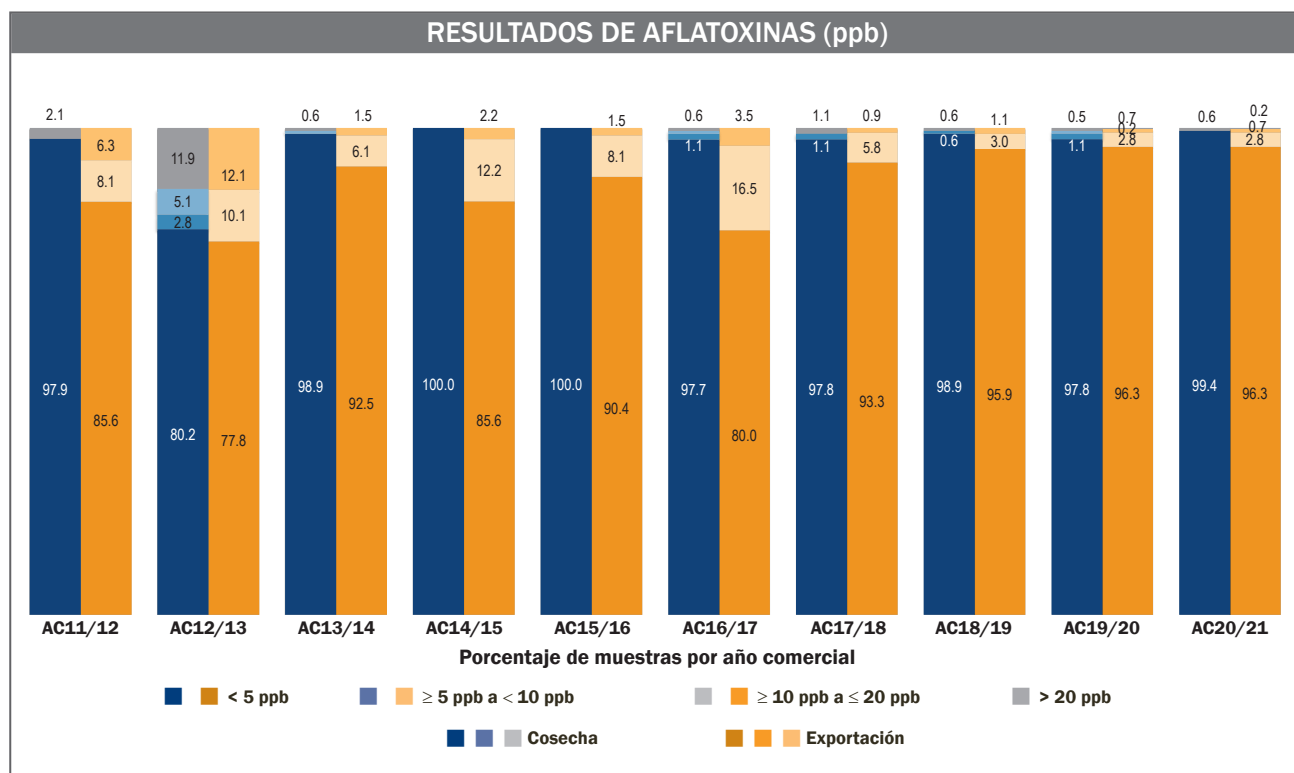
### FACTORES FÍSICOS COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE LA COSECHA Y LA EXPORTACIÓN



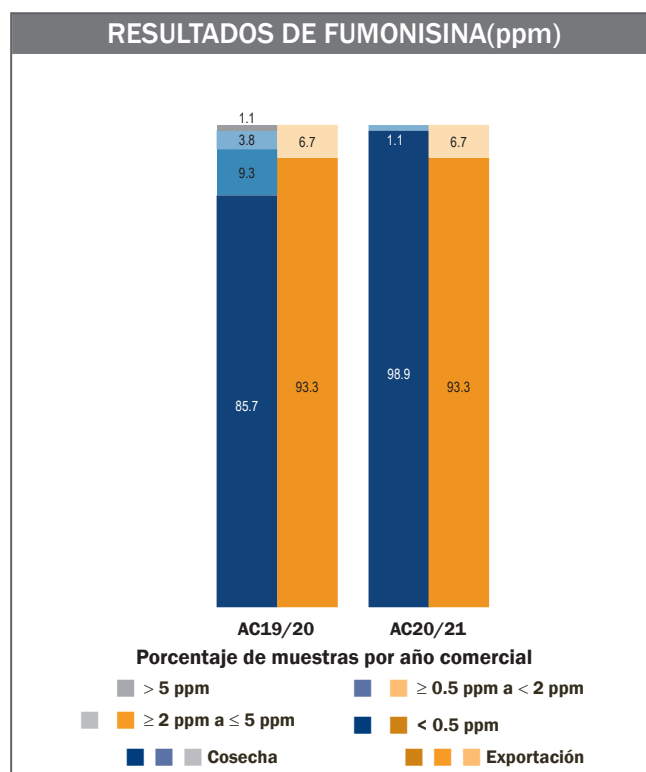
FACTORES FÍSICOS  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE LA COSECHA Y LA EXPORTACIÓN



## MICOTOXINAS COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE LA COSECHA Y LA EXPORTACIÓN



MICOTOXINAS  
COMPARATIVO DEL PROMEDIO AGREGADO DE LA COSECHA Y LA EXPORTACIÓN



## GRADOS DE MAÍZ DE EE. UU. Y SUS REQUISITOS

| Grado      | Peso específico<br>mínimo por bushel<br>(libras) | Límites Máximos de         |              |                                            |
|------------|--------------------------------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------------------|
|            |                                                  | Granos dañados             |              | Maíz quebrado y<br>material extraño<br>(%) |
|            |                                                  | Dañado<br>por calor<br>(%) | 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 muestra de EE. UU. es maíz que: (a) no cumple con los requisitos de los grados U.S. No. 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(s) y extraña(s) 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 0.2% en 1,000 g; o (c) tiene un olor extraño a hongo, agrio o comercialmente objetable; o (d) se calienta o de otra forma es 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 kilogramos               |
| 39.368 bushels = 1 tonelada (métrica)            | 1 quintal = 100 libras o 45.36 kilogramos |
| 15.93 bushels/acre 1 tonelada (métrica)/hectárea | 1 tonelada (métrica) = 2204.6 libras =    |
| 1 bushel/acre = 62.77 kilogramos/hectárea        | 1 tonelada (métrica) = 1,000 kilogramos   |
| 1 bushel/acre = 0.6277 quintales/hectárea        | 1 tonelada (métrica) = 10 quintales       |
| 56 libras/bushel = 72.08 kilogramos/hectolitro   | 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 GLOBAL de profesionales que crean demanda mundial y desarrollan mercados para los granos y el 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)

### COREA: Seúl

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

### HEMISFERIO OCCIDENTAL: Ciudad de Panamá

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

### 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)

### MEDIO ORIENTE Y ÁFRICA: Túnez

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

### MÉXICO: Ciudad de México

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

### 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)

### TAIWÁN: Taipei

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

Desarrolla mercados ■ Facilita el comercio ■ Mejora vidas