



U.S. GRAINS
COUNCIL

**INFORME DE LA CALIDAD
DE LA COSECHA DE MAÍZ
2021/2022**



U.S. GRAINS
COUNCIL



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 (el Consejo) 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. Tom Whitaker, Lowell Hill, Marvin R. Paulsen y Fred Below. 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.

Finalmente, este informe no hubiera sido posible sin la participación seria y oportuna de los elevadores de granos locales de todo Estados Unidos. Estamos agradecidos por su tiempo y esfuerzo para recolectar y proporcionar muestras durante su muy ocupado tiempo de cosecha.

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>).*

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

A. Factores de grado.....	6
B. Humedad	18
C. Composición química	22
D. Factores físicos.....	32
E. Micotoxinas.....	49

59**Condiciones de cultivo y climáticas**

A. Lo más destacado de la cosecha de 2021	59
B. Condiciones de siembra y desarrollo inicial.....	60
C. Condiciones de polinización y llenado del grano.....	62
D. Condiciones de la cosecha.....	64
E. Comparación de 2021 con 2020, 2019 y el promedio de 5 años	66

68**Producción, uso y panorama del maíz estadounidense**

A. Producción de maíz estadounidense.....	68
B. Uso del maíz e inventarios finales de EE. UU.	71
C. Panorama	71

75**Métodos de estudio y análisis estadísticos**

A. Visión general	75
B. Diseño del estudio y muestreo	76
C. Análisis estadísticos	79

80**Métodos de análisis**

A. Factores de grado.....	80
B. Humedad	81
C. Composición química	81
D. Factores físicos.....	82
E. Micotoxinas.....	83

85**Perspectiva histórica**

A. Factores de grado y humedad.....	85
B. Composición química	86
C. Factores físicos.....	87
D. Micotoxinas.....	88

89**Información de apoyo del maíz de EE. UU.****BC****Información de contactos del USGC**

El U.S. Grains Council se complace en presentar los resultados de su undécimo estudio anual de la calidad del maíz en este *Informe de Calidad de la Cosecha de Maíz de 2021/2022*.

Es mediante el comercio que el Consejo está comprometido con el fomento de la seguridad alimentaria mundial y con el beneficio económico mutuo, y al hacerlo, ofrece este informe para ayudar a que los compradores tomen decisiones bien informadas, al brindarle datos confiables y oportunos sobre la calidad de la cosecha actual de EE. UU.

Las condiciones iniciales favorables de la temporada de cultivo permitieron que la cosecha de maíz estadounidense de 2021 se sembrara un poco antes que la de 2020 y que el ritmo promedio de los cinco años anteriores. Con un inicio rápido y condiciones generalmente favorables durante el resto de la temporada de cultivo, EE. UU. produjo en 2021 una cosecha de maíz tanto de alta calidad del grano como de rendimiento. De ser así, el rendimiento promedio esperado de la cosecha de este año (11.11 ton por hectárea o 177 bushels por acre) será el mayor promedio de rendimiento de maíz registrado de EE. UU., que sobrepasa los récords anteriores establecidos en 2017 (11.09 ton por hectárea o 176.6 bushels por acre).

Debido a los altos rendimientos previstos, el Consejo proyecta que la cosecha estadounidense de 2021 sea la segunda mayor registrada, con 382.60 millones de ton (15,062 millones de bushels). Esta amplia oferta permite que Estados Unidos siga siendo el líder mundial en exportaciones de maíz, que en el año comercial representan aproximadamente el 31.2 por ciento de las exportaciones mundiales de este grano.

El *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2021/2022* brinda información sobre la calidad de la cosecha actual de EE. UU. en el momento en que entra a los canales internacionales de comercialización. La calidad del maíz que observa el comprador se verá afectada por las condiciones de manejo, mezclado y almacenamiento posteriores. Una segunda publicación del Consejo, el *Informe de la Calidad de Exportación de Maíz de 2021/2022*, medirá la calidad del maíz en el punto de carga en las terminales de exportación, el cual estará listo a principios de 2022.

El Consejo proporciona este informe como un servicio para nuestros apreciados socios comerciales, que sirve como medio para hacer realidad su misión de desarrollar mercados, permitir el comercio y mejorar vidas.



Atentamente,

Chad Willis
Presidente, U.S. Grains Council
Noviembre de 2021

Las condiciones favorables de la temporada de cultivo tuvieron impacto en la calidad general de 2021 durante todo el período. El promedio general de la calidad de las muestras representativas analizadas en el *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2021/2022* (*Informe de la Cosecha de 2021/2022*) del U.S. Grains Council fue mejor que los requisitos de grado U.S. No. 1, lo cual indica que hay una cantidad abundante de este grano de buena calidad de la cosecha de 2021 de EE. UU. que ingresa al canal de comercialización. El informe también mostró que el 90% de las muestras cumple los requisitos de grado U.S. No. 1 y el 98% con los del grado U.S. No. 2.

Con relación al promedio de cada uno de los factores de calidad de las cinco cosechas anteriores (P5A¹), la cosecha de maíz estadounidense de 2021 ingresa al canal de comercialización con maíz quebrado y material extraño (BCFM), daño total y grietas por estrés más bajos, así como mayor peso específico y humedad similar. Los siguientes puntos destacan los resultados clave de la cosecha de 2021.

FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

El **peso específico** promedio de 58.3 lb/bu (75.1 kg/hl) es menor que el resultado de 2020, pero mayor que el P5A. La proporción de muestras por arriba del requisito mínimo del grado U.S. No. 2 de este año (99.5%) fue mayor que en 2020 y 2019, en los que el 99.3% y 89.9% de las muestras, respectivamente, estuvieron igual o por arriba de este mínimo.

El promedio de **BCFM** (0.7%) fue menor que en 2020 y que el P5A. La proporción de muestras por arriba del requisito mínimo del grado U.S. No. 2 de este año (99.6%) fue mayor que en 2020 y 2019, en los que el 98.5% y 96.8% de las muestras, respectivamente, estuvieron igual o por abajo de este límite máximo.

Un menor promedio de **daño total** (0.7%) que en 2020 y que el P5A. La proporción de muestras por debajo del límite máximo de grado U.S. No. 1 de este año (97.9%) fue mayor que en 2020 y 2019, en los que el 91.5% y 72.2% de las muestras, respectivamente, estuvieron igual o por debajo de este límite máximo.

El promedio de daño por **calor** de 0% fue el mismo que en 2020, 2019 y que en el P5A. Ninguna de las muestras de este año resultó por arriba de 0%.

Un mayor contenido de **humedad** promedio (16.3%) que en 2020 y que el P5A. La distribución indica que el 31.7% de las muestras estuvo en o por debajo del 15% de contenido de humedad, en comparación con el 42.2% y 26.7% de 2020 y 2019, respectivamente.

¹ El P5A representa el promedio simple del promedio o desviación estándar de los factores de calidad de los Informes de la Cosecha de 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 y 2020/2021.



COMPOSICIÓN QUÍMICA

La concentración de **proteína** (8.4% en base seca) fue similar que en 2020, pero más baja que el P5A.

La concentración de **almidón** (72.2% en base seca) fue igual que la de 2020, pero menor que en P5A.

El promedio de concentración de **aceite** (3.8% en base seca) fue menor que en 2020 y el P5A.

FACTORES FÍSICOS

El porcentaje de **grietas por estrés** (5.1%) en 2021 fue menor que en 2020 y que el P5A.

El peso de 100 granos (34.98 g) fue similar al 2020 y el P5A.

El **volumen del grano** promedio (0.28 cm³) fue similar que en 2020 y el mismo que en P5A.

La **densidad verdadera** promedio (1.252 g/cm³) de la cosecha de 2021 fue similar a la de 2020, pero menor que el P5A.

El promedio de **grano entero** (92.3%) fue similar a 2020 y el mismo que en P5A.

El promedio de **endospermo duro** de 81% fue el mismo que en 2020, 2019 y el P5A.

MICOTOXINAS

Todas las muestras de 2021, excepto dos, es decir el 98.9% resultaron igual o por debajo del nivel de acción de **aflatoxinas** de la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA) de 20 partes por billón (ppb) y el 98.3% de estas resultaron por debajo de 5 ppb.

En 2021, el 100% de las muestras analizadas resultaron igual o por debajo del nivel de recomendación de la FDA de deoxinivalenol (**DON**) de 5 partes por millón (ppm), el mismo que en 2020 y 2019. Además, el 97.2% de las muestras estuvieron por debajo de 1.5 ppm, una proporción ligeramente menor que en 2020, pero mayor que en 2019.

En 2021, el 97.2% de las muestras resultó por debajo del nivel guía más estricto de la FDA de 5 ppm de **fumonisina**. Esta proporción fue ligeramente más baja que en 2020, pero mayor que en 2019.

Por segundo año consecutivo y de manera provisional, para el *Informe de la Cosecha* de este año se analizó ocratoxina **A**, tricotecenos (**T-2**) y **zearalenona**. Los resultados de las 180 muestras analizadas de cada micotoxina adicional se pueden encontrar en la sección “Resultados del análisis de calidad”.

El *Informe de la Cosecha de 2021/2022* ha sido diseñado para ayudar a que los compradores internacionales conozcan la calidad inicial del maíz amarillo estadounidense, cuando entra al canal de comercialización. Este es el undécimo estudio anual de la calidad del maíz de EE. UU. al momento de la cosecha. Los once años de resultados muestran patrones del impacto del clima y las condiciones de cultivo sobre la calidad de este grano estadounidense, conforme sale del campo.

Se prevé que la cosecha de maíz 2021 de EE. UU. sea la segunda mayor cosecha (382.60 millones de ton o 15,062 millones de bushels) y tenga el mayor promedio de rendimiento (11.11 ton/ha o 177 bu/acre) que se haya registrado. Las condiciones generalmente favorables durante la temporada de cultivo que contribuyeron a esta gran cosecha también ayudaron a que se produjeran granos de alta calidad. En lo que respecta a los resultados de los factores de calidad, el peso específico promedio de la cosecha de 2021 fue mayor que el del P5A, mientras que el BCFM, daño total y las grietas por estrés fueron más bajos que los respectivos P5A. La humedad fue más alta que en 2020, pero similar al P5A. El almidón fue el mismo que en 2020 y la proteína fue similar a 2020, pero ambos fueron más bajos que sus respectivos P5A.

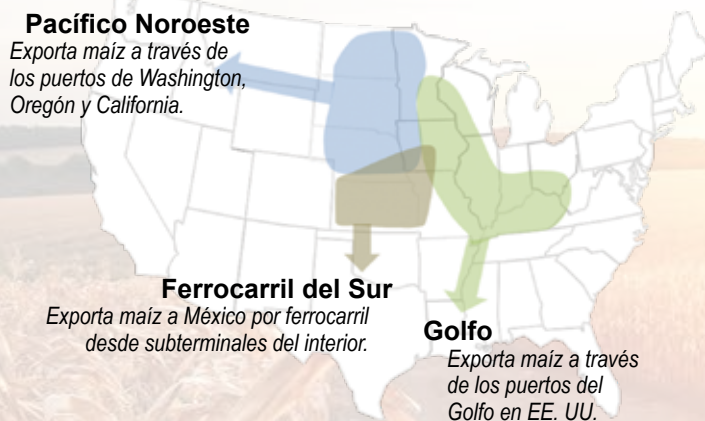
Con estos factores de calidad, en promedio la cosecha de 2021 entra al canal de comercialización con características que cumplen o exceden cada uno de los requisitos numéricos para el grado de maíz U.S. No. 1. El informe también mostró que el 90% de las muestras cumplió todos los requisitos del grado U.S. No. 1 y el 98% los factores del U.S. No. 2.

Los once años de datos han puesto los cimientos para evaluar las tendencias y los factores que impactan a la calidad del maíz. Los informes acumulativos le permiten también al importador comparar año con año y evaluar patrones de calidad del maíz, con base en las condiciones de cultivo a lo largo de los años.

El *Informe de la Cosecha de 2021/2022* se basa en 610 muestras de maíz amarillo tomadas de zonas definidas en los 12 de los estados productores y exportadores de maíz más importantes. Se recolectaron muestras de producto de los elevadores de granos locales para medir y analizar la calidad en el punto de origen y para brindar información representativa sobre la variabilidad de las características de la calidad a través de las diversas regiones geográficas.

Las zonas de muestreo de los 12 estados están divididas en tres grandes grupos generales, denominadas 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 mostradas en el mapa.

Zonas de Acopio de Exportación



Los resultados de las pruebas del análisis de las muestras se notifican en el nivel del promedio agregado de EE. UU. y de cada una de las tres ECA, lo que proporciona una perspectiva general en la variabilidad geográfica de la calidad del maíz estadounidense.

Las características de calidad del maíz identificadas al momento de la cosecha establecen la base de la calidad del grano que en última instancia llega a las puertas del importador. Sin embargo, conforme el maíz pasa a través del sistema de comercialización de EE. UU., se mezcla con maíz de otras regiones, se carga en camiones, barcas y carros de ferrocarril; luego se almacena, carga y descarga varias veces. Por lo tanto, es probable que cambie la calidad y la condición del maíz entre la entrada inicial al mercado y el elevador de exportación. Por esta razón, el *Informe de la Cosecha de 2021/2022* debe ser considerado con cautela, en conjunto con el *Informe de la Calidad de Exportación de Maíz de 2021/2022* del Consejo, que saldrá a inicios del 2022. Como siempre, la calidad de las exportaciones de maíz se establece en el contrato entre el vendedor y el comprador, además de que el comprador tiene la libertad de negociar cualquier factor que le sea importante.

Este informe proporciona la información detallada de cada uno de los factores de calidad analizados, tales como los promedios y las desviaciones estándar del total de todas las muestras y las de cada una de las tres ECA. La sección “Resultados del análisis de calidad” resume los siguientes factores de calidad:

- Factores de grado: peso específico, BCFM, daño total y daño por calor
- Humedad
- Composición química: concentraciones de proteína, almidón y aceite
- Factores Físicos: grietas por estrés, peso de 100 granos, volumen del grano, densidad verdadera del grano, granos enteros y endospermo córneo (duro)
- Micotoxinas: aflatoxinas, DON, fumonisina, ocratoxina A¹, T-2¹ y zearalenona¹

Además, el *Informe de la Cosecha de 2021/2022* incluye breves descripciones de la cosecha y las condiciones climáticas de EE. UU.; producción, uso y panorama del maíz estadounidense; descripciones detalladas del estudio, análisis estadísticos y métodos analíticos, así como una sección de perspectiva histórica que muestra el promedio de cada factor de calidad de los once informes.

¹ Analizado de manera provisional.

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 del maíz de EE. UU.” de este informe y en la página siguiente se encuentra un cuadro con los requisitos numéricos de estos atributos.

RESUMEN: FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

- La figura de la siguiente página describe el porcentaje de las muestras que cumplieron los límites de los factores de los grados U.S. No. 1 y No. 2 por año. En general, el 90% de las muestras cumplieron todos los requisitos de factor del grado U.S. No. 1 y el 98% con los de los factores del grado U.S. No. 2.
- El peso específico del promedio agregado de EE. UU. (58.3 lb/bu o 75.1 kg/hl) fue más bajo que en 2020 (58.7 lb/bu o 75.5 kg/hl), mayor que en 2019 (57.3 lb/bu o 73.8 kg/hl) y que el P5A y el P10A¹ (ambos de 58.2 lb/bu o 74.9 kg/hl). El 94.7% de las muestras de 2021 tuvo un peso específico igual o mayor a 56 lb/bu.
- El promedio agregado de EE. UU. de BCFM en 2021 (0.7%) fue más bajo que en 2020 (0.8%), 2019 (1%), el P5A y el P10A (ambos de 0.8 %) y muy por debajo del máximo del grado U.S. No. 1 (2%).
- En el 99.6% de las muestras de maíz los niveles de BCFM estuvieron igual o por debajo del máximo de 3% permitido para el grado No. 2. El promedio de los niveles de BCFM de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron de 0.7, 0.8 y 0.7%, respectivamente, todos por debajo del límite del grado No. 1.
- El promedio agregado de EE. UU. de maíz quebrado fue de 0.6% en 2021, 2020, el P5A y P10A, más bajo que en 2019 (0.7%).
- El promedio agregado de EE. UU. de material extraño (0.2 %) fue el mismo que en 2020, 2019, el P5A y el P10A.
- El daño total en el promedio agregado de EE. UU. fue de 0.7% en 2021, menos que en 2020 (1.1%), 2019,(2.7%), el P5A (1.9%) y el P10A (1.5%) y muy por debajo del límite de grado U.S. No. 1 (3%). Un total de 97.9% de las muestras contenían 3% o menos de granos dañados. Los promedios de las muestras de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur presentan un daño total de 0.8, 0.4 y 0.8%, respectivamente, todos por debajo del límite del grado No. 1 (3%).

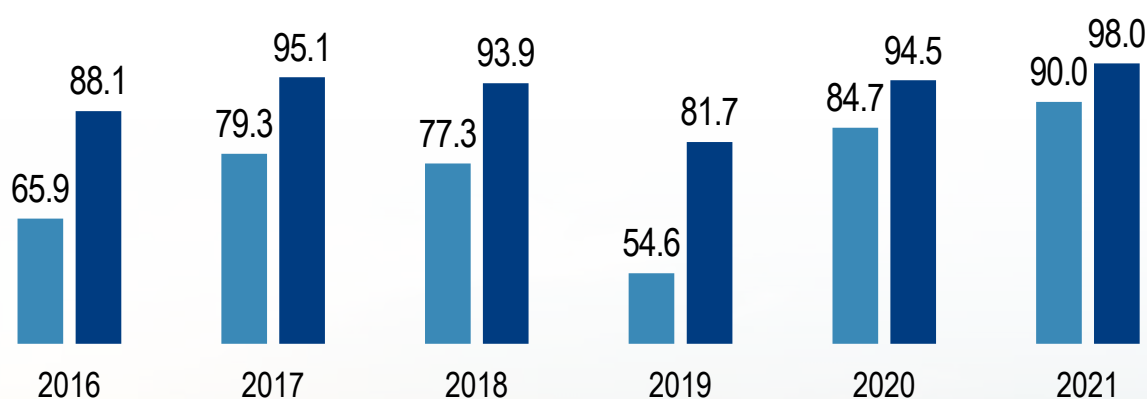
¹ El P10A representa el promedio simple del promedio o desviación estándar de los factores de calidad de los Informes de la Cosecha de 2011/2012 hasta 2020/2021.

RESUMEN: FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

- El daño por calor del promedio agregado de EE. UU. de las muestras de 2021 fue 0%, igual que en las de 2020, 2019, el P5A y P10A.
- El contenido de humedad del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (16.3%), el cual mayor que en 2020 (15.8%), menor que en 2019 (17.5%), pero similar al P5A (16.4%) y al P10A (16.2%). Los promedios del contenido de humedad de 2020 de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 16.8, 15.7 y 15.5%, respectivamente. El nivel de humedad promedio de la ECA Ferrocarril del Sur fue el más bajo de entre todas las ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y P10A. En 2021 hubo más muestras con más del 17% de humedad (32.4%) que en 2020 (26.3%). Debe tenerse cuidado de monitorear y mantener los niveles de humedad lo suficientemente bajos para prevenir el posible crecimiento fúngico y la pérdida de vida útil del almacenamiento.

Muestras que cumplieron todos los requisitos de grado (%)

■ U.S. No. 1 ■ U.S. No. 2



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. A menudo, se utiliza como indicador general de la calidad total y como indicador de la dureza del endospermo para procesadores de cocción alcalina y de 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. En cuanto al peso específico, inicialmente, las diferencias genéticas son las que impactan a la estructura del grano. Sin embargo, se ve también afectado por el método de secado, daño físico al grano (granos quebrados y superficies rasposas), material extraño en la muestra, tamaño del grano, estrés durante la temporada de cultivo, daño microbiológico y contenido de humedad. En general, si el maíz se seca con suavidad, puede aumentar el peso específico de 0.25 a 0.33 lb/bu por un punto porcentual de reducción de humedad. No obstante, otros factores tales como el tamaño y la forma del grano, material fino, daño y rapidez del secado pueden influir en el posible cambio del peso específico.²

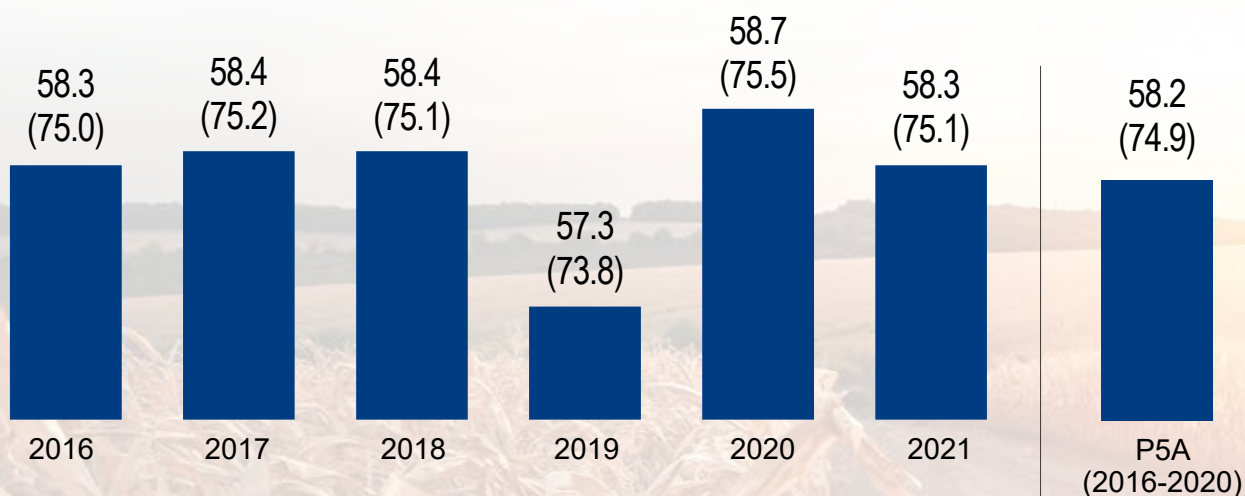
Cuando se muestrea y mide en el punto de entrega de la granja a un contenido de humedad dado, el alto peso específico generalmente indica alta calidad, alto porcentaje de endospermo duro (córneo) y maíz firme y limpio. El peso específico está positivamente correlacionado con la densidad verdadera, lo que refleja la dureza del grano y las buenas condiciones de maduración.

RESULTADOS

- El peso específico del promedio agregado de EE.UU. de 2021 (58.3 lb/bu o 75.1 kg/hl) fue más bajo que en 2020 (58.7 lb/bu o 75.5 kg/hl), mayor al 2019 (57.3 lb/bu o 73.8 kg/hl), mayor al P5A (58.2 lb/bu o 74.9 kg/hl) y muy por arriba del mínimo del grado U.S. No. 1 (56 lb/bu).

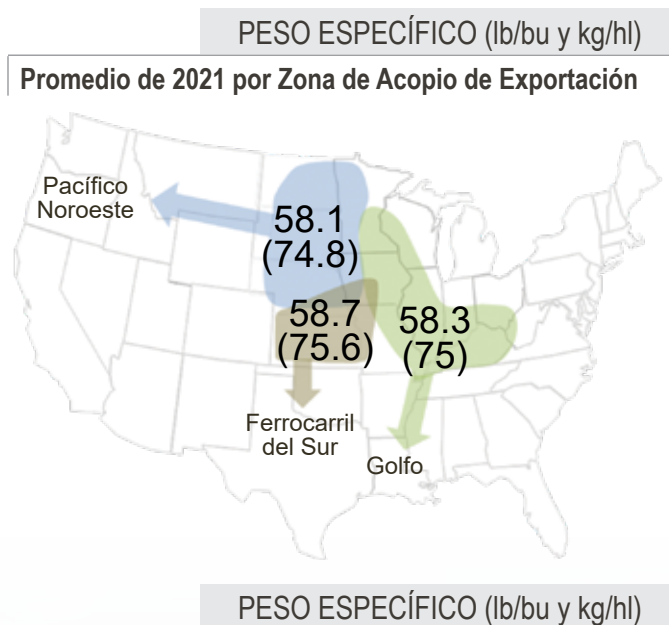
PESO ESPECÍFICO (lb/bu y kg/hl)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



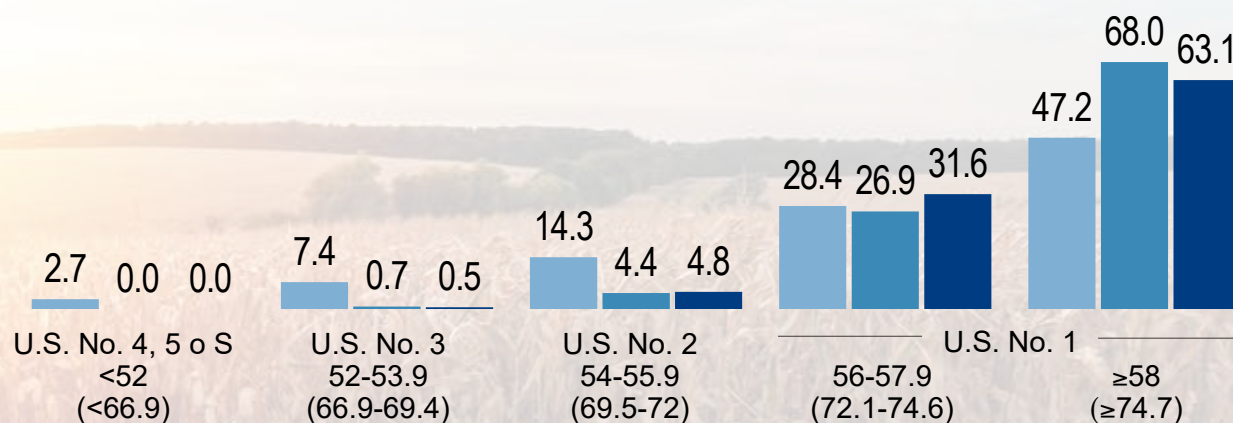
² Hellevang, K. (2019) Many Factors Influence Corn Test Weight. NDSU Agricultural Communication, 27 de noviembre de 2019, NDSU Extension Service.

- La desviación estándar del peso específico del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (1.18 lb/bu) fue más baja que en 2020 (1.22 lb/bu), 2019 (1.41 lb/bu), el P5A (1.25 lb/bu) y que el P10A (1.29 lb/bu).
- El rango en valores entre las muestras de la cosecha de 2021 fue 8.8 lb/bu (de 53.3 a 62.1 lb/bu). Fue más bajo que el rango de 9.9 lb/bu de 2020 (de 52.6 a 62.5 lb/bu) del rango de 19.3 lb/bu de 2019 (de 42.6 a 61.9 lb/bu).
- Los valores de peso específico de 2021 se distribuyeron con el 94.7 % de las muestras igual o por arriba del límite del factor del grado U.S. No. 1 (56 lb/bu) en comparación con 94.9% en 2020 y 75.6 % en 2019. En 2021, el 99.5% de las muestras estuvo por arriba del límite del U.S. No. 2 (54 lb/bu), comparado con el 99.3% en 2020 y el 89.9% en 2019.
- En 2021, la ECA del Golfo (58.3 lb/bu) y la del Ferrocarril del Sur (58.7 lb/bu) tuvieron los promedios más altos de peso específico. La ECA de Pacífico Noroeste (58.1 lb/bu) obtuvo el peso específico más bajo en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



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. Los niveles más altos de BCFM en las muestras de granja por lo general provienen de las prácticas de cosecha o semillas de malezas en el campo. Como resultado de más granos rotos, por lo regular los niveles de BCFM aumentan durante el secado y manejo, en función de los métodos utilizados y del buen estado del grano.

El maíz quebrado (BC, por su siglas en inglés) es 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, y demasiado grande para pasar a través de una criba de orificios redondos de 6/64 de pulgada.

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

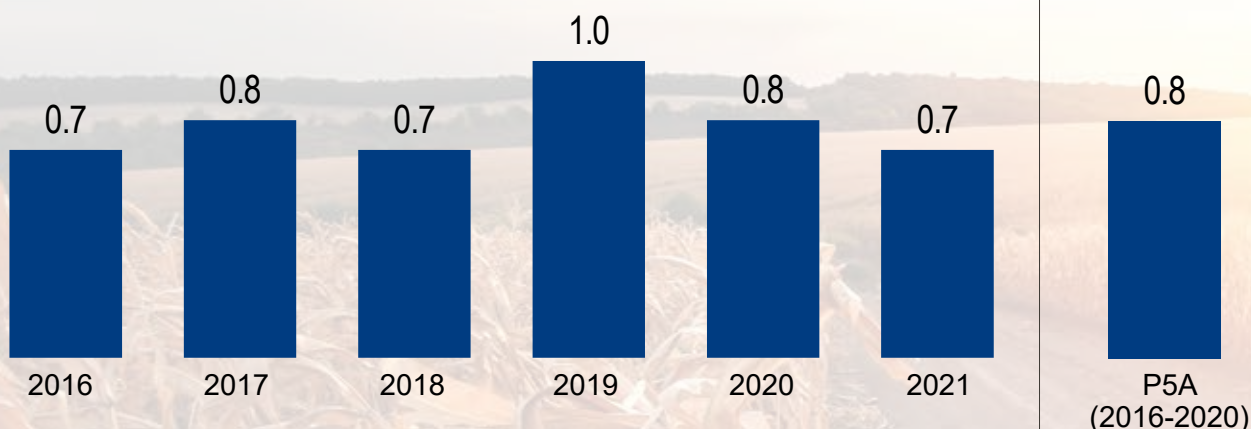
El diagrama de la siguiente página ilustra la medición de maíz quebrado y de material extraño para los grados del maíz estadounidense.

RESULTADOS

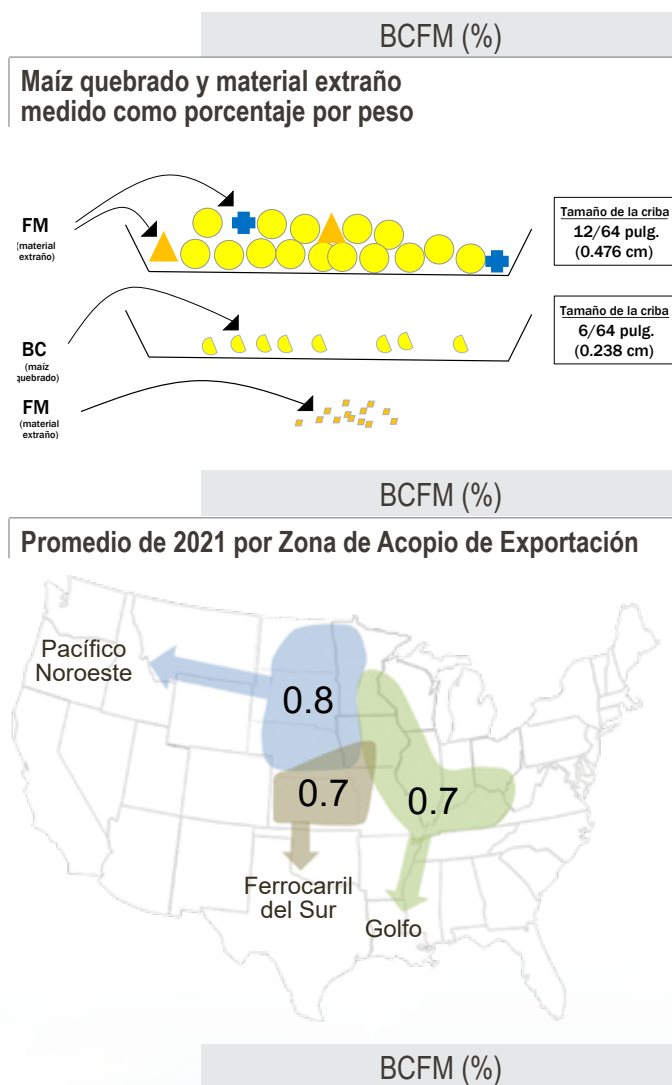
- El promedio agregado de EE. UU. de BCFM en 2021 (0.7%) fue más bajo que en 2020 (0.8%), 2019 (1%), el P5A y el P10A (ambos de 0.8 %), y muy por debajo del máximo del grado U.S. No. 1 (2%).
- La variabilidad del BCFM en la cosecha de 2021 con base en la desviación estándar (0.46%), fue menor a 2020 (0.49%), 2019 (0.67%), el P5A(0.54%) y el P10A (0.56%).

BCFM (%)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



- El rango entre el valor mínimo y máximo de BCFM en las muestras de la cosecha de 2021 fue de 3.4% (de 0 a 3.4%), lo que fue menos que en las muestras de 2020 de 8.7% (de 0.1 a 8.8%) y que en las de 2019 de 8.2% (0 a 8.2%).
- Las muestras de 2021 se distribuyeron con el 96.6% de las mismas igual o por debajo del nivel máximo de BCFM del grado U.S. No. 1 (2%), en comparación con el 95.9% en 2020 y 92.3% en 2019. Los niveles del BCFM en casi todas las muestras (99.6%) estuvieron igual o por debajo del límite máximo del 3% del grado EE. UU. No. 2.
- El promedio de los niveles de BCFM de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fue de 0.7, 0.8 y 0.7%, respectivamente, todos por debajo del límite del grado U.S. No. 1.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



MAÍZ QUEBRADO

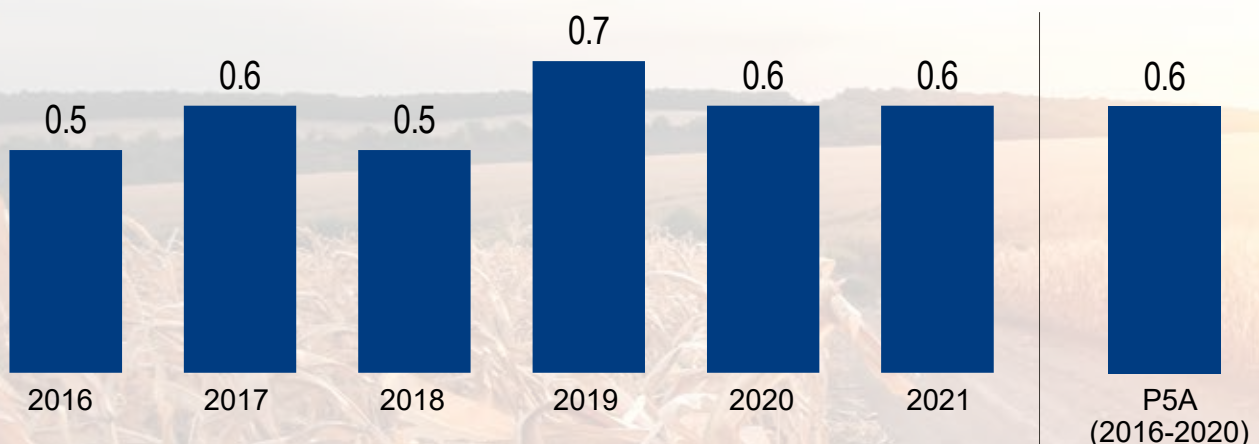
El maíz quebrado en los grados U.S. se basa en el tamaño de partícula y normalmente incluye un pequeño porcentaje de material que no es maíz. El maíz quebrado es más propenso al daño de hongos e insectos que los granos enteros, además de que puede ocasionar problemas en su manejo y procesamiento. Cuando no se extiende o remueve en el silo de almacenamiento, el maíz quebrado tiende a permanecer en el centro del mismo, al tiempo que es más probable que los granos enteros sean atraídos hacia los bordes exteriores. La zona central en la que el maíz quebrado tiende a acumularse se le conoce en inglés como “spout-line”, es decir, la segregación de material más liviano en el centro. Si se desea, se puede reducir esta zona al sacar este grano del centro del silo.

RESULTADOS

- El maíz quebrado en las muestras del promedio agregado de EE. UU. tuvo un valor de 0.6% en 2021, 2020, el P5A y el P10A y fue menor que en 2019 (0.7%).
- La variabilidad del maíz quebrado entre las muestras de la cosecha de 2021 fue ligeramente menor que los años anteriores, medido por las desviaciones estándar. Las desviaciones estándar de 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A fueron 0.33, 0.34, 0.47, 0.37 y 0.40%, respectivamente.
- El rango en los valores de maíz quebrado en 2021 fue de 2.3% (de 0 a 2.3%), más bajo que en 2020 de 2.8% (de 0 a 2.8%) y en 2019 de 5.3% (de 0 a 5.3%).

MAÍZ QUEBRADO (%)

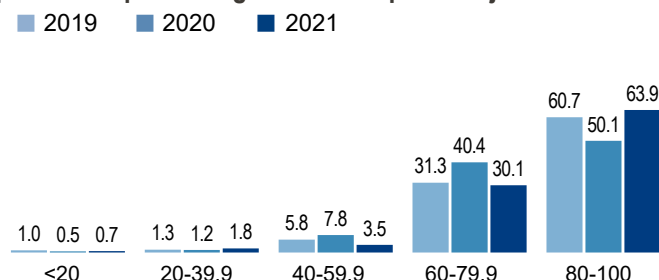
Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



- Las muestras de 2021 se distribuyeron con un 13.5% con 1% o más de maíz quebrado, en comparación con el 15.2% en 2020 y el 23% en 2019.
- La tabla de distribución de la derecha, en la que aparece el maíz quebrado como porcentaje del BCFM, muestra que en el 63.9% de las muestras, el BCFM consistió en al menos un 80% de maíz quebrado.
- El porcentaje de maíz quebrado fue el mismo en las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur (todas de 0.6%).

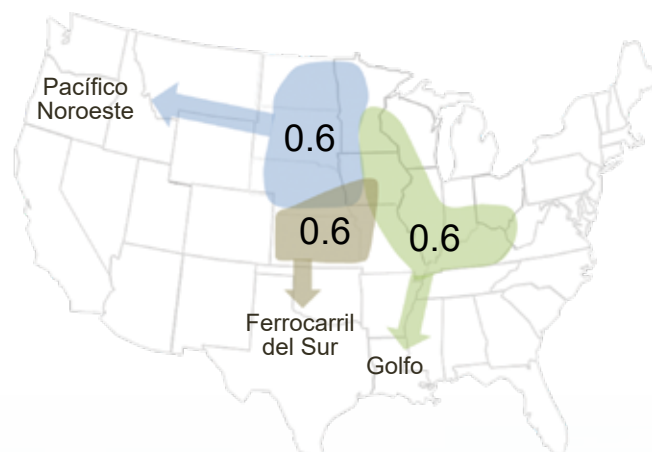
MAÍZ QUEBRADO (% DE BCFM)

Muestras por año agrícola como porcentaje de BCFM



MAÍZ QUEBRADO (%)

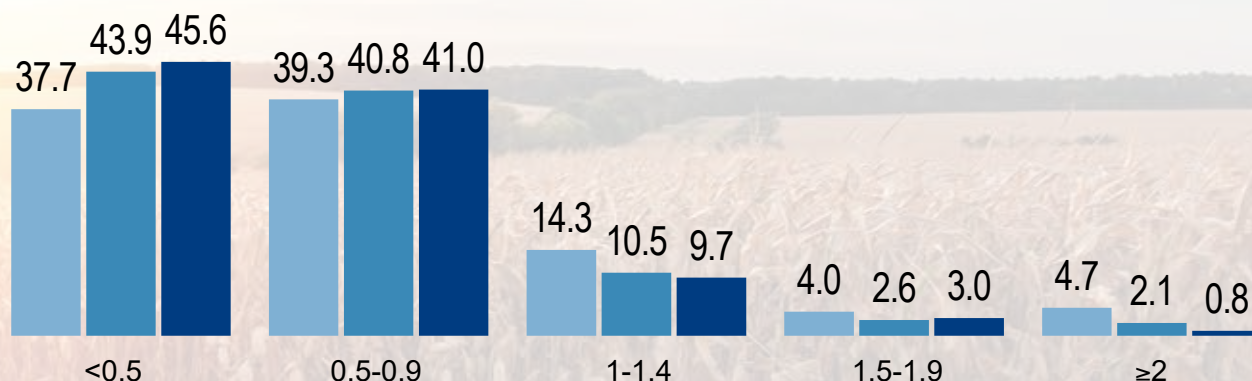
Promedio de 2021 por Zona de Acopio de Exportación



MAÍZ QUEBRADO (%)

Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



MATERIAL EXTRAÑO

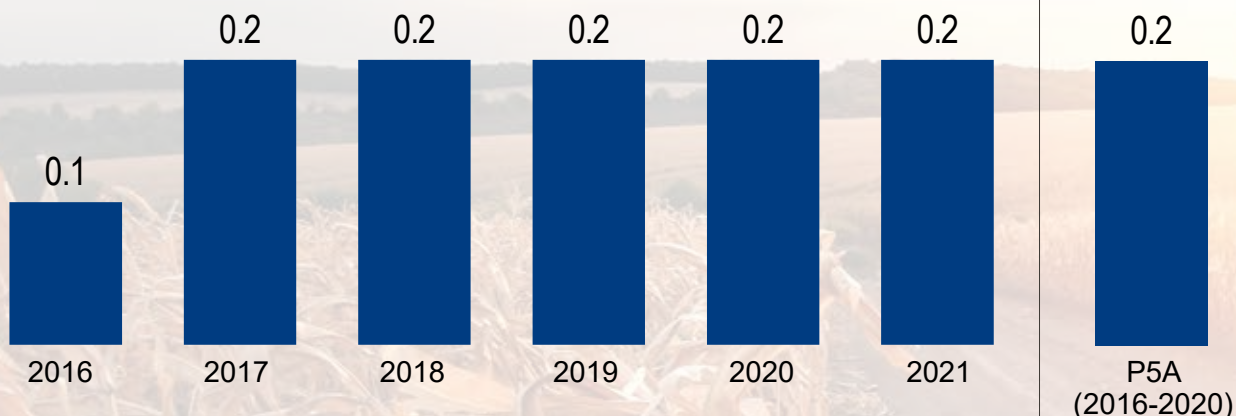
Es importante el material extraño, ya que tiene poco valor para alimentos balanceados o procesamiento. Es también por lo general más alto en contenido de humedad que el maíz y por ello crea un potencial de deterioro de la calidad del grano durante el almacenamiento. Además, el material extraño contribuye a la concentración de material liviano (como se menciona en “Maíz quebrado”). Tiene también la posibilidad de crear más problemas de calidad que el maíz quebrado debido a su nivel de humedad más alto.

RESULTADOS

- El material extraño en las muestras del promedio agregado de EE. UU. tuvo 0.2 % en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A. Las cosechadoras, diseñadas para quitar la mayor parte del material fino, parecen funcionar bien, dado el nivel bajo constante de material extraño medido en el transcurso de los años.
- La variabilidad, medida con la desviación estándar, entre las muestras del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (0.18%) fue ligeramente menor que en 2020 (0.22%), 2019 (0.28%) el P5A (0.23%) y el P10A (0.22%).
- El material extraño en las muestras de 2021 varió entre 0 y 1.8 %, más bajo que en 2020 (de 0 a 8.3 %) y 2019 (de 0 a 3.3 %).

MATERIAL EXTRAÑO (%)

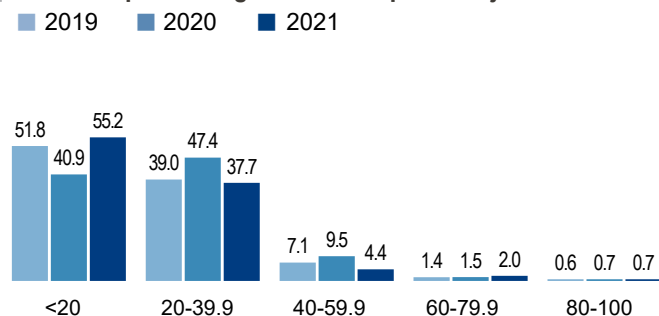
Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



- En la cosecha de 2021, el 93.4% de las muestras contenía menos del 0.5% de material extraño, similar a 2020 (92.5%) y mayor a 2019 (88.3%).
- La tabla de distribución de la derecha, en la que aparece el material extraño como porcentaje del BCFM, muestra que en el 55.2% de las muestras, el BCFM consistió en al menos un 20% de maíz quebrado.
- Los porcentajes de material extraño para las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron del 0.2%. Todas las ECA presentaron valores promedio de material extraño de 0.2% en 2020, el P5A y el P10A.

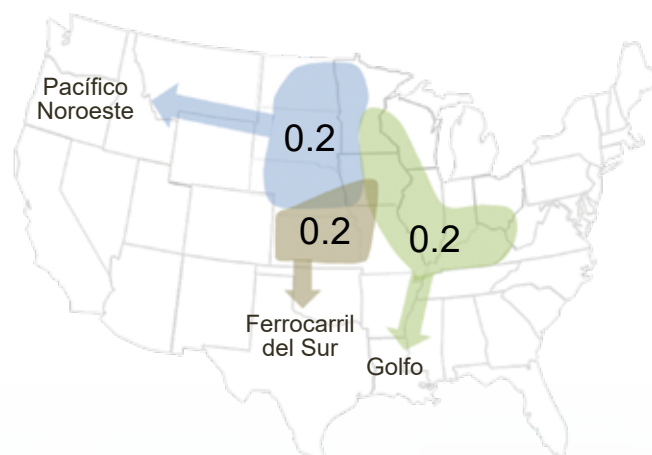
MATERIAL EXTRAÑO (% DE BCFM)

Muestras por año agrícola como porcentaje de BCFM



MATERIAL EXTRAÑO (%)

Promedio de 2021 por Zona de Acopio de Exportación



MATERIAL EXTRAÑO (%)

Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



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. El daño por calor es un subconjunto del daño total, que cuenta con especificaciones separadas en las Normas de Grado de EE. UU. La mayor parte de estos tipos de daños resultan en algo de decoloración o cambio de textura del grano. El daño no incluye piezas quebradas de granos que de otra forma se ven normales en apariencia.

El daño por hongos comúnmente se relaciona con un mayor contenido de humedad y altas temperaturas durante el 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.

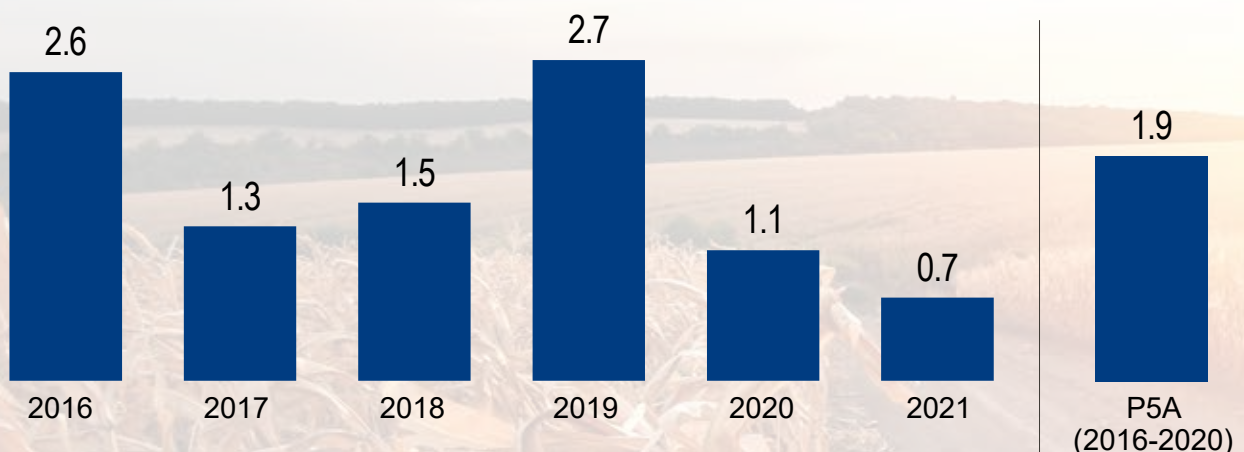
El daño por calor puede estar causado por la actividad microbiológica en granos calientes y humedecidos, o por el alto calor aplicado durante el secado. El daño por calor rara vez se presenta en el maíz que se entrega durante la cosecha directamente de las granjas.

RESULTADOS

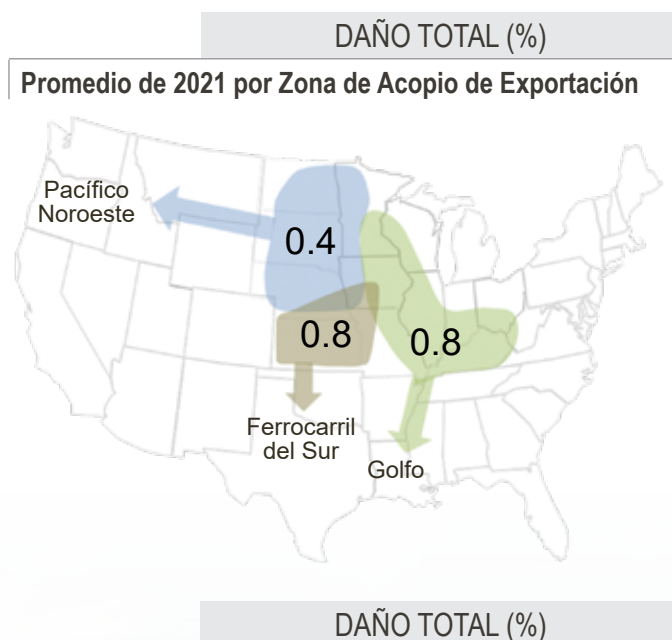
- El daño total del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (0.7%) fue menor que 2020 (1.1%), 2019 (2.7%), el P5A (1.9%) y que el P10A (1.5%). El promedio de daño total de 2021 fue el nivel más bajo de los últimos seis años y estuvo muy por debajo del límite de grado U.S No.1 (3%).

DAÑO TOTAL (%)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



- La variabilidad del daño total en la cosecha de 2021, medido por la desviación estándar (0.59%), fue mucho menor que en 2020 (1.06%), 2019 (2.43%), el P5A (1.49%) y el P10A (1.23%).
- El rango de daño total en 2021 (de 0 a 13.4%) fue menor que en 2020 (de 0 a 18.3%) y 2019 (de 0 a 50.5%).
- El daño total en las muestras de 2021 fue menor que en las de 2020 con el 97.9 % de las muestras con 3% o menos, en comparación con el 91.5% en 2020 y el 72.2% de 2019.
- Los promedios de daño total fueron 0.8, 0.4 y 0.8% para las ECA Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur, respectivamente. Los valores promedio de daño total en todas la ECA estuvieron igual o por debajo del límite del U.S. No. 1 (3%).
- El promedio agregado del daño por calor de las muestras de 2021 fue 0%, el mismo que en 2020, 2019, el P5A y que el P10A. Ninguna de las muestras del estudio de 2021 resultó por arriba de 0%.
- Es probable que la ausencia de daño por calor se haya debido en parte a las muestras frescas que venían directamente de la granja al elevador con un mínimo de secado artificial.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



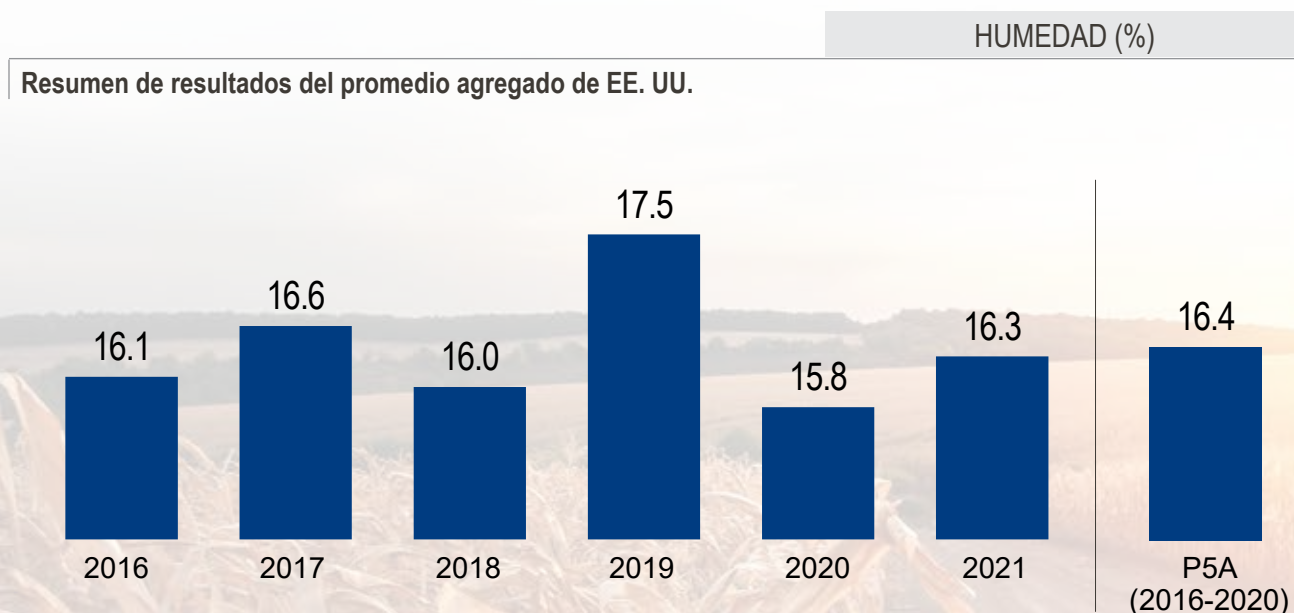
B. HUMEDAD

El contenido de humedad se notifica en certificados de grado oficiales, mientras que por lo regular el nivel máximo se especifica en el contrato. Sin embargo, la humedad no es un factor de grado, por ende, no determina qué grado numérico le será asignada a la muestra. Es importante el contenido de humedad, porque afecta la cantidad de materia seca que se vende, es un indicador de la necesidad de secado y tiene implicaciones en la capacidad de almacenamiento. Un mayor contenido de humedad durante la cosecha aumenta la probabilidad de daño del grano en esta actividad y el secado; la cantidad de secado que se requiere también afecta las grietas por estrés y el rompimiento.

Los granos sumamente húmedos pueden ser precursores de grandes daños por hongos más adelante en el almacenamiento o transporte. Aunque el clima durante la temporada de cultivo afecta el rendimiento, la composición y desarrollo del grano, su humedad en la cosecha está muy influida por la madurez del cultivo, el momento y las condiciones climáticas de la cosecha. Los lineamientos generales de la humedad en el almacenamiento indican que 14% es el nivel máximo para almacenar de seis a doce meses el maíz de calidad y limpio en almacenamiento aireado, bajo las condiciones típicas del Cinturón de Maíz de EE. UU., y un 13% o menos de contenido de humedad para el almacenamiento de más de un año.³

RESULTADOS⁴

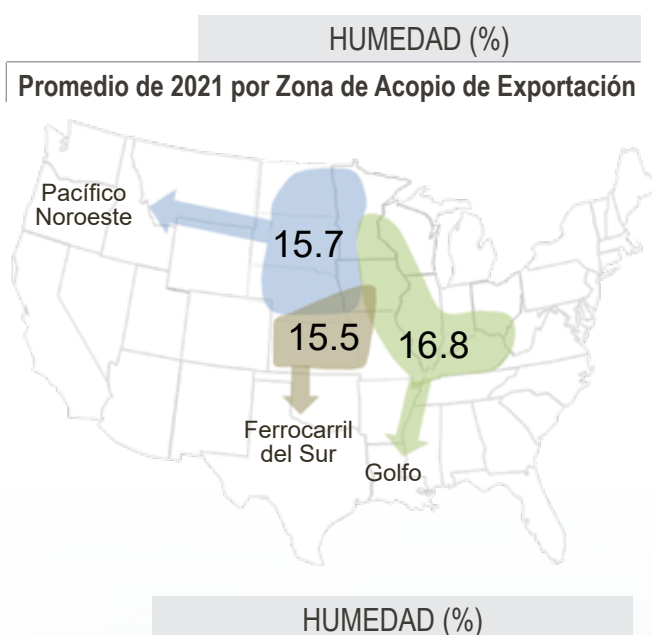
- El contenido de humedad del promedio agregado de EE. UU. registrado en elevadores en 2021 fue de 16.3%, el cual fue mayor que en 2020 (15.8%), menor que en 2019 (17.5%), pero similar al P5A (16.4%) y el P10A (16.2 %). En los últimos once años, el promedio agregado de humedad de EE. UU. varió desde un mínimo de 15.3% en 2012, un año de sequía, a un máximo de 17.5% en 2019.



³MWPS-13. 2017. Grain Drying, Handling and Storage Handbook. Midwest Plan Service No. 13. Iowa State University, Ames, IA 50011.

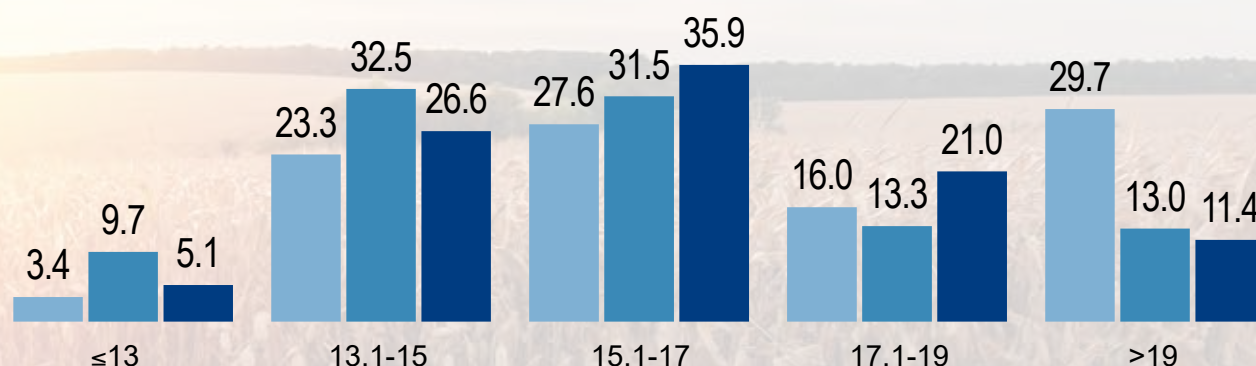
⁴Las diferencias entre los histogramas de esta sección se deben únicamente al redondeo.

- La desviación estándar de la humedad del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (1.79%) fue menor que en 2020 (1.97%) y 2019 (2.35%), y similar al P5A (1.85%) y el P10A (1.82%).
- En 2021 hubo más muestras por arriba del 17% de humedad (32.4%) que en 2020 (26.3%), pero menos que en 2019 (45.7%). Debe tenerse cuidado de monitorear y mantener los niveles de humedad lo suficientemente bajos para prevenir el posible crecimiento fúngico, lo cual reduciría la vida útil del almacenamiento.
- Los valores de humedad de 2021 se distribuyeron con 31.7 % de las muestras con 15% o menos de humedad. Por lo regular, la humedad base usada por los elevadores para descuentos es de 15%. Este es el contenido de humedad considerado como seguro solo para un período corto de almacenamiento durante las bajas temperaturas del invierno.
- En la cosecha de 2021, solo el 5.1% de las muestras contenía 13% o menos de humedad, en comparación con el 9.7% en 2020. Generalmente se considera que los valores de contenido de humedad de 13% o menos es un nivel seguro para un almacenamiento y transporte de más largo plazo.
- El promedio de contenido de humedad de 2021 de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 16.8, 15.7 y 15.5%, respectivamente. Los niveles de humedad promedio de la ECA Ferrocarril del Sur fueron los más bajos de entre las ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



RESUMEN: FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

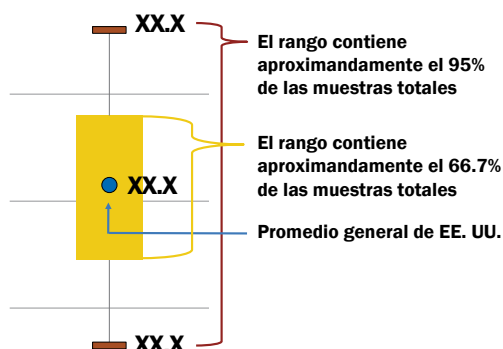
Cosecha 2021						Cosecha 2020		Cosecha 2019		Promedio de cinco años (2016-2020)		Promedio de diez años (2011-2020)	
	No. de muestras ¹	Prom.	Desv. est.	Mín.	Máx.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.
Promedio agregado de EE. UU.													
Peso específico (lb/bu)	610	58.3	1.18	53.3	62.1	58.7*	1.22	57.3*	1.41	58.2*	1.25	58.2*	1.29
Peso específico (kg/hl)	610	75.1	1.51	68.6	79.9	75.5*	1.57	73.8*	1.81	74.9*	1.61	74.9*	1.66
BCFM (%)	610	0.7	0.46	0	3.4	0.8*	0.49	1*	0.67	0.8*	0.54	0.8*	0.56
Maíz quebrado (%)	610	0.6	0.33	0	2.3	0.6	0.34	0.7*	0.47	0.6	0.37	0.6*	0.40
Material extraño (%)	610	0.2	0.18	0	1.8	0.2*	0.22	0.2*	0.28	0.2*	0.23	0.2*	0.22
Daño total (%)	610	0.7	0.59	0	13.4	1.1*	1.06	2.7*	2.43	1.9*	1.49	1.5*	1.23
Daño por calor (%)	610	0	0	0	0	0*	0	0	0	0*	0	0*	0
Humedad (%)	605	16.3	1.79	8.5	27.3	15.8*	1.97	17.5*	2.35	16.4	1.85	16.2	1.82
Golfo													
Peso específico (lb/bu)	544	58.3	1.25	53.3	62.1	58.8*	1.25	57.8*	1.27	58.4*	1.21	58.3	1.27
Peso específico (kg/hl)	544	75	1.61	68.6	79.9	75.7*	1.61	74.4*	1.64	75.2*	1.56	75.1	1.64
BCFM (%)	544	0.7	0.45	0	3.4	0.8*	0.53	0.9*	0.61	0.8*	0.54	0.8*	0.55
Maíz quebrado (%)	544	0.6	0.32	0	2.3	0.6	0.36	0.7*	0.43	0.6	0.37	0.6*	0.40
Material extraño (%)	544	0.2	0.17	0	1.7	0.2*	0.25	0.2*	0.26	0.2*	0.24	0.2*	0.23
Daño total (%)	544	0.8	0.66	0	13.4	1.5*	1.42	3*	2.50	2.2*	1.71	1.8*	1.43
Daño por calor (%)	544	0	0	0	0	0*	0	0	0	0*	0	0*	0
Humedad (%)	544	16.8	1.90	8.5	27.3	16.6	2.16	17.6*	2.32	16.7	1.92	16.6*	1.89
Pacífico Noroeste													
Peso específico (lb/bu)	292	58.1	1.05	53.3	62.1	58.3	1.19	55.7*	1.80	57.4*	1.37	57.4*	1.35
Peso específico (kg/hl)	292	74.8	1.35	68.6	79.9	75	1.53	71.7*	2.31	73.9*	1.76	73.9*	1.74
BCFM (%)	292	0.8	0.51	0	3.4	0.8	0.44	1.2*	0.88	0.9	0.58	0.9*	0.62
Maíz quebrado (%)	292	0.6	0.36	0	2.2	0.6	0.32	0.9*	0.60	0.7	0.41	0.7*	0.45
Material extraño (%)	292	0.2	0.20	0	1.8	0.2	0.19	0.3*	0.37	0.2*	0.23	0.2*	0.24
Daño total (%)	292	0.4	0.34	0	2.9	0.5	0.64	2.6*	3.02	1.1*	1.15	0.8*	0.81
Daño por calor (%)	292	0	0	0	0	0*	0	0	0	0*	0	0*	0
Humedad (%)	292	15.7	1.57	11.2	25.5	14.9*	1.74	18.3*	2.96	16.3*	1.95	15.8	1.78
Ferrocarril del Sur													
Peso específico (lb/bu)	360	58.7	1.12	53.8	62.1	58.9	1.18	58.6	1.18	58.7	1.19	58.5*	1.25
Peso específico (kg/hl)	360	75.6	1.45	69.3	79.9	75.8	1.51	75.4	1.52	75.6	1.54	75.4*	1.61
BCFM (%)	360	0.7	0.42	0	2.7	0.8*	0.44	0.8	0.47	0.8*	0.46	0.8*	0.50
Maíz quebrado (%)	360	0.6	0.29	0	2.1	0.6*	0.32	0.6	0.35	0.6	0.33	0.6*	0.37
Material extraño (%)	360	0.2	0.19	0	1.7	0.2*	0.20	0.2	0.18	0.2	0.19	0.2	0.20
Daño total (%)	360	0.8	0.72	0	9.6	0.9*	0.68	2.3*	1.27	1.7*	1.19	1.4*	1.02
Daño por calor (%)	360	0	0	0	0	0*	0	0	0	0*	0	0*	0
Humedad (%)	360	15.5	1.74	8.5	27.3	14.8*	1.77	16*	1.42	15.6	1.47	15.6	1.54

*Indica que el promedio fue significativamente diferente de 2021, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

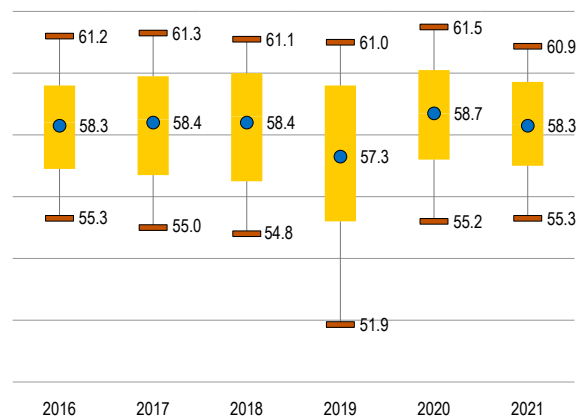
¹Debido a que los resultados de las ECA son estadísticas compuestas, la suma de los números de muestras de las tres ECA es mayor que el promedio agregado de EE. UU.

FACTORES DE GRADO COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

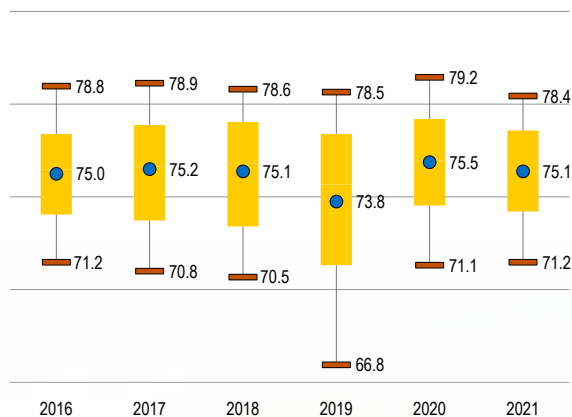
CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



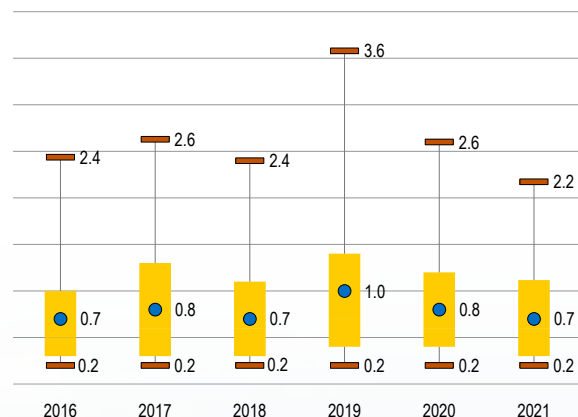
Peso específico (lb/bu)



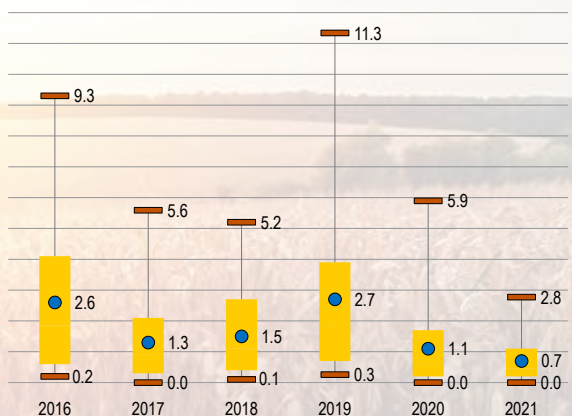
Peso específico (kg/hl)



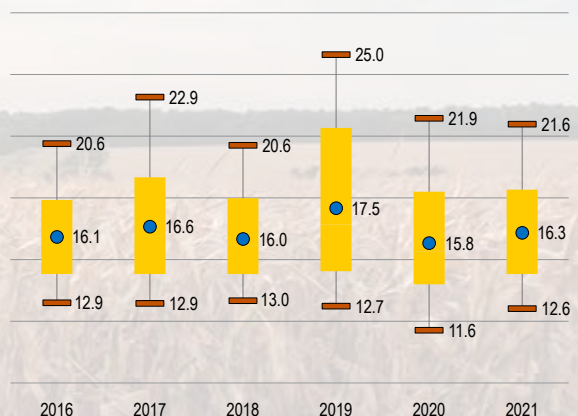
BCFM (%)



Daño total (%)



Humedad (%)



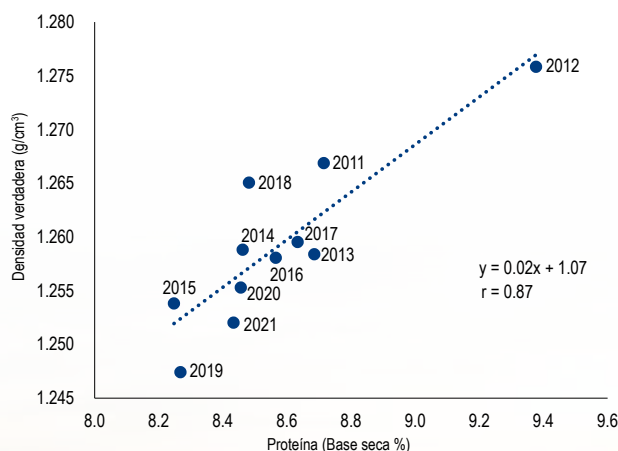
C.COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química del maíz consiste principalmente en proteína, almidón y aceite. Aunque estos atributos no son factores de grado, son de gran interés para el usuario final. Los valores de composición química proporcionan información adicional sobre 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 2021 (8.4% en base seca) fue similar al 2020 (8.5%), menor que el P5A (8.5%) y que el P10A (8.6%), pero por arriba de la de 2019 (8.3%).
- La ECA del Golfo tuvo las concentraciones de proteína más bajas o iguales entre las otras ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.
- Con base en los promedios agregados de EE. UU. de los últimos once años, conforme aumenta la concentración de proteína, también lo hace la densidad verdadera (lo que resulta en un coeficiente de correlación de 0.87), como se muestra en la figura de la derecha. En general, la concentración de proteína parece ser baja en años con una densidad verdadera más baja y más alta en años con densidad verdadera más alta.
- La concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (72.2% en base seca) fue el mismo que en 2020, pero menor que en 2019 (72.3%), el P5A (72.4%) y que el P10A (72.9%).

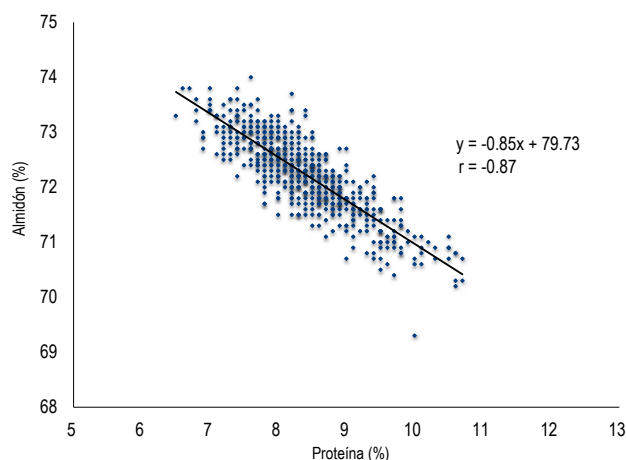
Densidad verdadera vs. proteína
Promedio agregado de EE. UU. en once años



RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

- La ECA del Golfo presentó los mayores promedios de concentración de almidón de entre todas las ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.
- Ya que el almidón y la proteína son los dos mayores componentes del maíz, cuando el porcentaje de uno aumenta, el otro normalmente desciende. Esta relación se ilustra en la figura adyacente, la cual muestra una correlación negativa ($r = -0.87$) entre el almidón y la proteína.
- La concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (3.8% en base seca) fue menor que en 2020 (3.9%), 2019 (4.1%), el P5A (4%) y que el P10A (3.9%).
- El promedio de concentración de aceite de la ECA del Golfo en 2021 fue 3.8%, más bajo que las del Pacífico Noroeste y de Ferrocarril del Sur (ambas de 3.9%). Los promedios de concentración de aceite han variado de forma constante en 0.1% o menos entre las ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.

Almidón vs. proteína, prom. agregado de EE. UU. 2021



PROTEÍNA

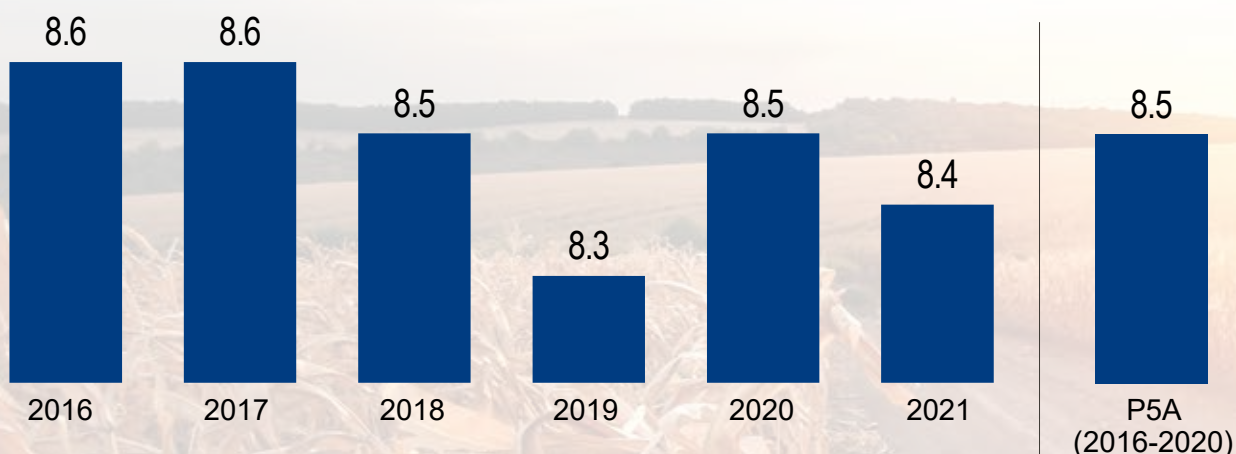
La proteína es muy importante para la alimentación de aves y ganado, porque proporciona aminoácidos azufrados esenciales y mejora la eficiencia de la conversión alimenticia. La concentración de proteína tiende a disminuir con la disminución de nitrógeno disponible del suelo y en años con altos rendimientos de cultivo. Por lo general, la proteína es inversamente proporcional a la concentración de almidón. Los resultados están notificados en base seca.

RESULTADOS

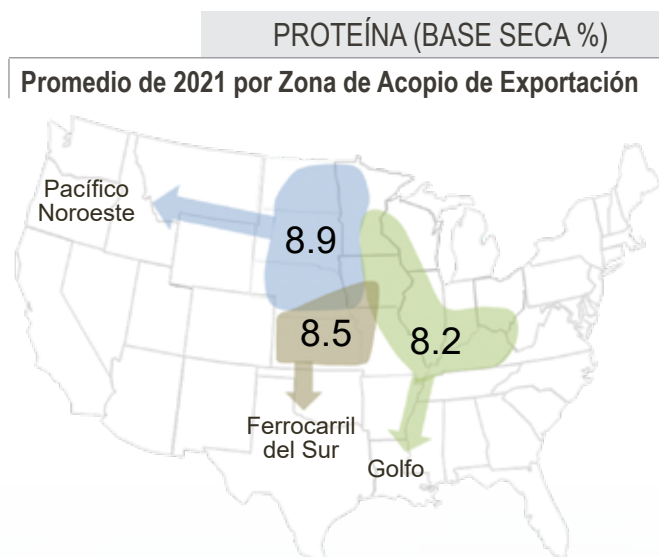
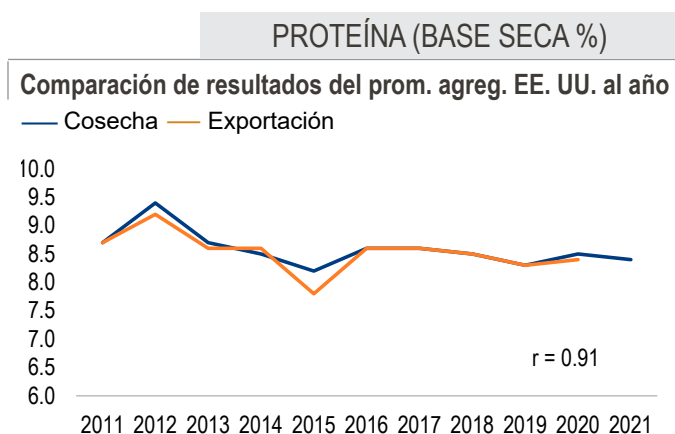
- La concentración de proteína del promedio agregado de EE. UU. en 2021 fue 8.4%. Esto fue similar a 2020 (8.5%), más bajo que el P5A (8.5%) y el P10A (8.6%), pero mayor que en 2019 (8.3%).
- La desviación estándar de la proteína del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (0.53%) fue ligeramente más bajo que en 2020 (0.58%), 2019 (0.54%), el P5A (0.54%) y el P10A (0.57%).
- El rango de concentración de proteína en 2021 (de 6.4 a 11.8%) fue similar al de 2020 (de 6.1 a 10.7%) y 2019 (de 6.2 a 10.4%).
- Las concentraciones de proteína en 2021 se distribuyeron en 28.8 % por debajo del 8%, 49% entre 8 y 8.9 % y 22.2 % en o por arriba del 9%. La distribución de proteína en 2021 muestra un menor número de muestras con niveles altos de proteína que en 2020.

PROTEÍNA (BASE SECA %)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

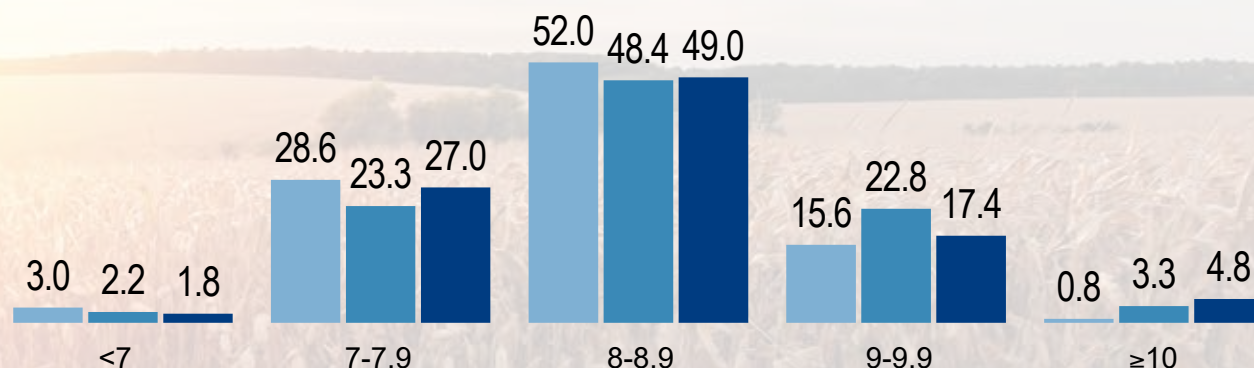


- El manejo, mezclado y almacenamiento adicional desde la cosecha hasta la exportación impacta poco en la composición química promedio. Se observan composiciones químicas similares entre el *Informe de la Cosecha* y el *Informe de la Exportación* de cada año. La gráfica lineal de la derecha muestra la concentración de proteína del promedio agregado de EE. UU. que se observa en cada uno de estos informes. El coeficiente de correlación alto ($r = 0.91$) ilustra esta consistencia.
- Los promedios de concentración de proteína de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 8.2, 8.9 y 8.5%, respectivamente. La ECA del Golfo presentó la menor proteína o estaba empatada con esta cifra en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



ALMIDÓN

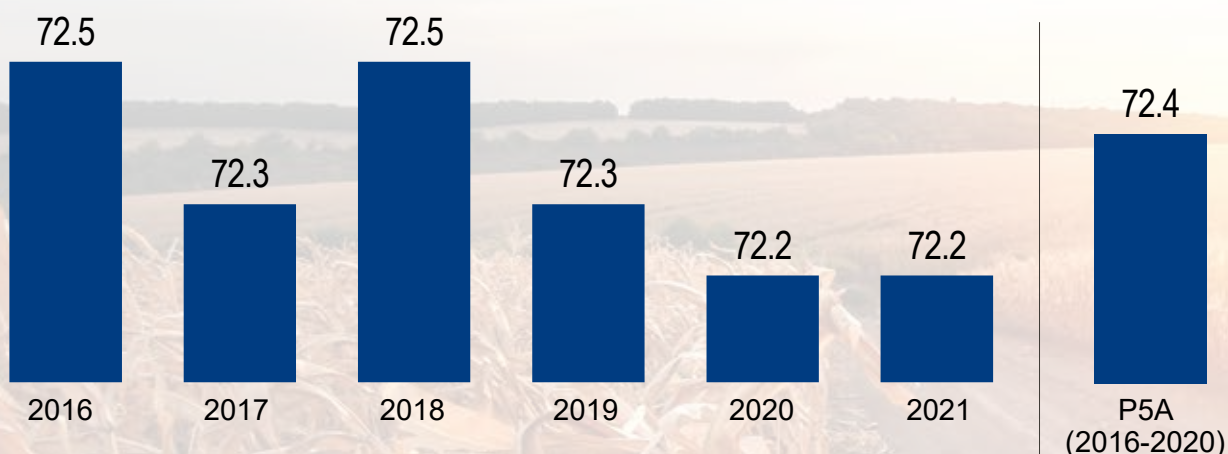
El almidón es un factor importante para el maíz utilizado por molinos en húmedo y fabricantes de etanol por molienda en seco. A menudo, una alta concentración de almidón es un indicador de buen desarrollo/condiciones de llenado del grano y densidades del grano razonablemente moderadas. Por lo general, el almidón es inversamente proporcional a la concentración de proteína. Los resultados están notificados en base seca.

RESULTADOS

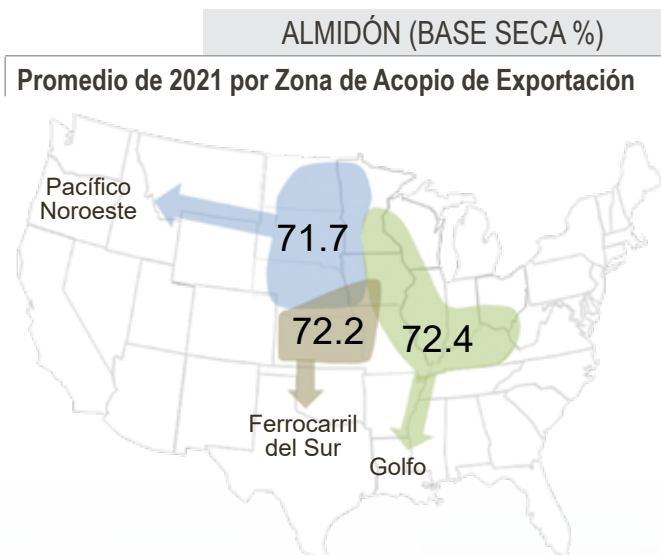
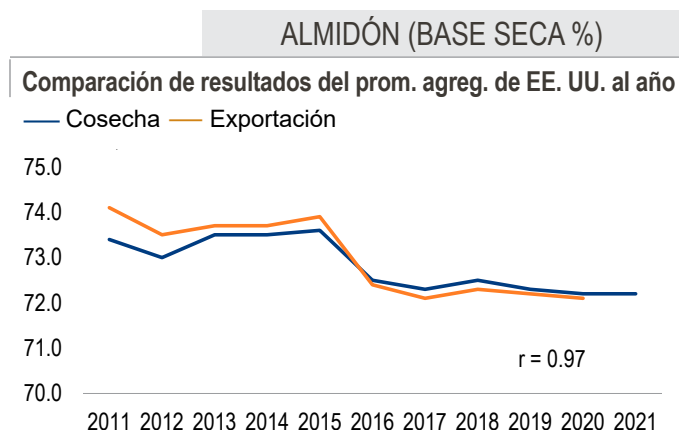
- La concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (72.2% en base seca) fue el mismo que en 2020 (72.2%), pero menor que en 2019 (72.3%), el P5A (72.4%) y que el P10A (72.9%).
- La desviación estándar del almidón del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (0.54%) fue más baja que en 2020 (0.61%), 2019 (0.58%), el P5A (0.61%) y P10A (0.62%).
- El rango de concentración del almidón en 2021 (de 68.8 a 74%) fue similar al de 2020 (de 69.7 a 74.5%) y 2019 (de 69.8 a 74.4%).
- Las concentraciones de almidón en 2021 se distribuyeron en 35.1% de las muestras por debajo de 72%, 47.9% entre 72 y 72.9%, y 17.1% a 73% o más. Esta distribución revela que las muestras de 2021 están en niveles similares a los de 2020.

ALMIDÓN (BASE SECA %)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

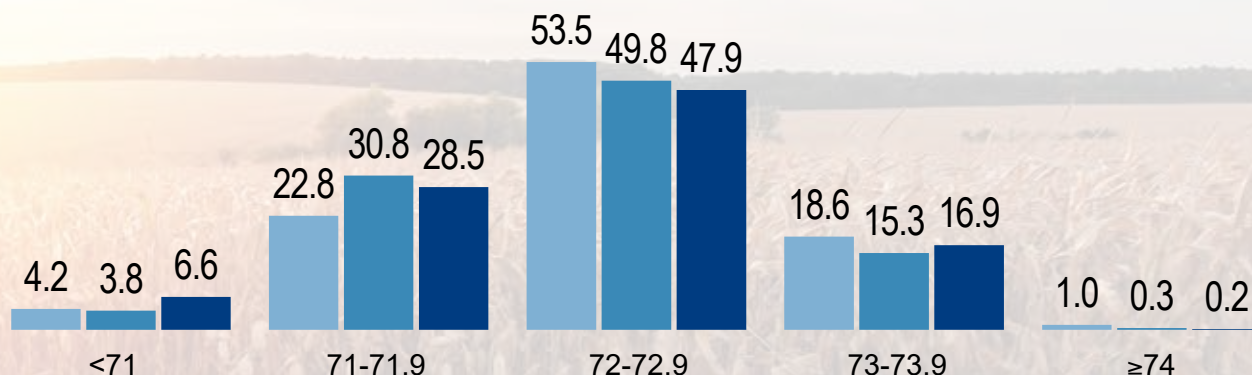


- El manejo, mezclado y almacenamiento adicional desde la cosecha hasta la exportación impacta poco en la composición química promedio. Se observan composiciones químicas similares entre el *Informe de la Cosecha* y el *Informe de la Exportación* de cada año. La gráfica lineal de la derecha muestra la concentración de almidón del promedio agregado de EE. UU. que se observa en cada uno de estos informes. El coeficiente de correlación alto ($r = 0.97$) ilustra esta consistencia.
- La concentración promedio de almidón de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 72.4%, 71.7% y 72.2%, respectivamente. Los promedios de concentración de almidón fueron más altos en la ECA del Golfo en 2021, 2020, 2019, el P5A y P10A. La ECA del Golfo tuvo el mayor contenido de almidón y el menor de proteína o empatado con esta cifra en 2021, 2020, 2019, el P5A y P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



ACEITE

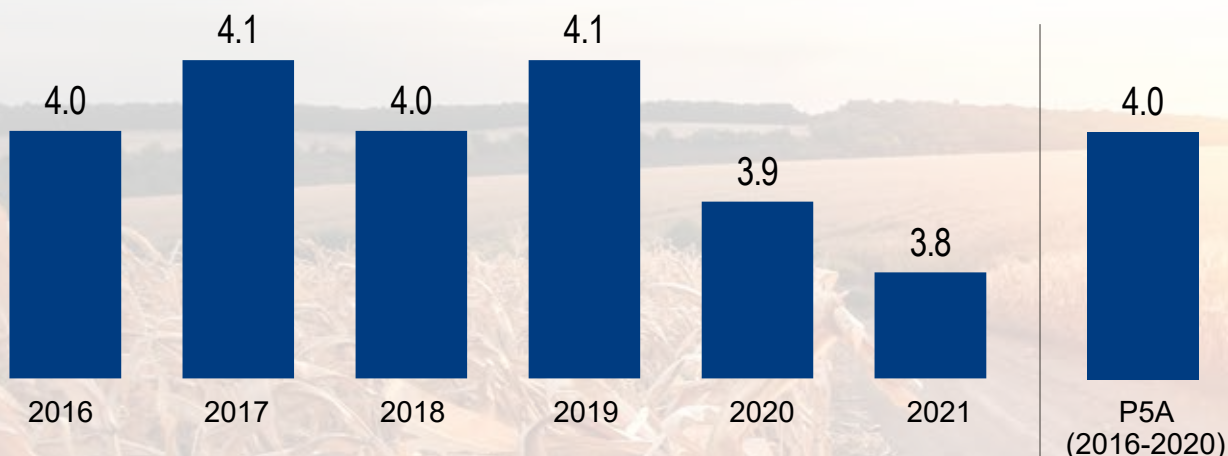
El aceite es un componente esencial de los alimentos para diferentes especies. Sirve como fuente de energía, permite la utilización de vitaminas liposolubles y proporciona ciertos ácidos grasos esenciales. El aceite es también un importante coproducto de la molienda del maíz en húmedo y en seco. Los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

RESULTADOS

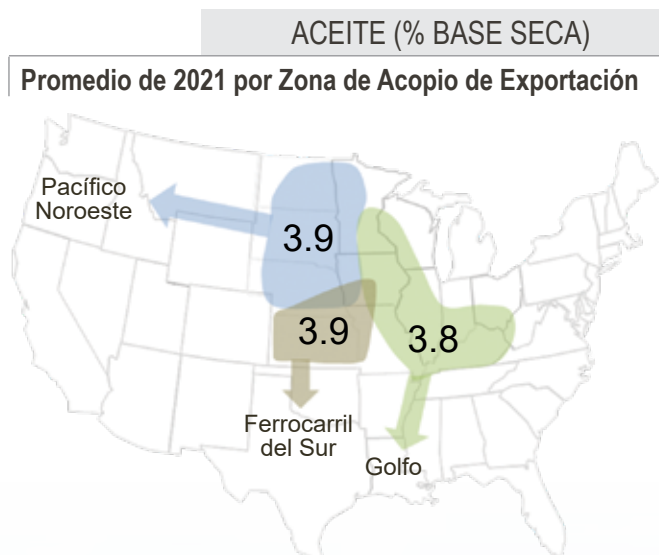
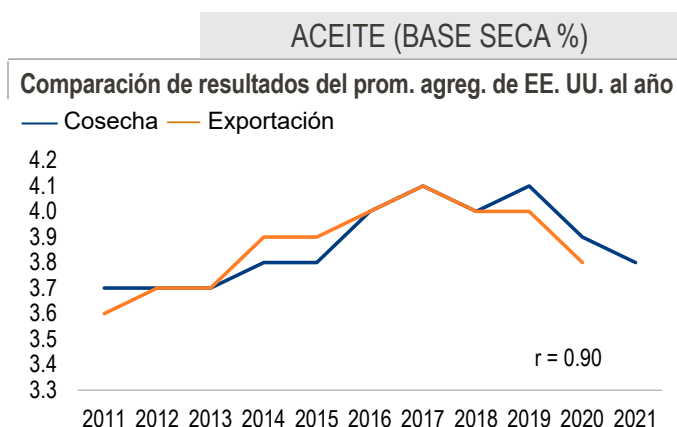
- La concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (3.8%) fue más bajo que en 2020 (3.9%), 2019 (4.1%), el P5A (4%) y P10A (3.9%).
- La desviación estándar del aceite del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (0.23%) fue similar a la de 2020 y el P5A (ambas de 0.22%), la misma que en 2019 (0.23%) y menor que el P10A (0.27%).
- El rango de concentración de aceite en 2021 (de 3 a 4.5%) fue similar al de 2020 (de 3.2 a 4.8%) y al de 2019 (de 3.2 a 5%).
- Las concentraciones de aceite en 2021 se distribuyeron con 21% de las muestras con menos de 3.7%, el 74% de las muestras de 3.7% a 4.2% y el 5.1% de las muestras con 4.3% y más alto. Las distribuciones de 2021 y 2020 mostraron un menor número de muestras con concentraciones de aceite de 4% o más en 2021 que en 2020.

ACEITE (% BASE SECA)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

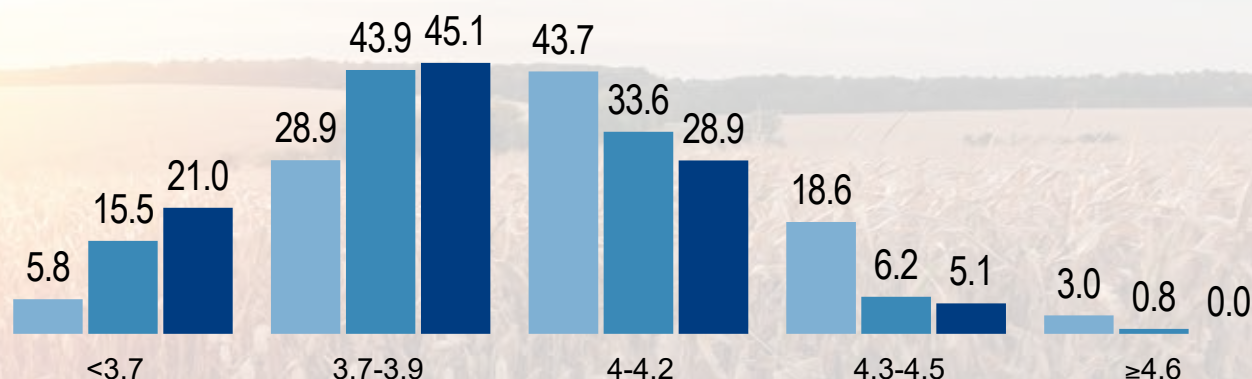


- El manejo, mezclado y almacenamiento adicional desde la cosecha hasta la exportación impactan poco en la composición química promedio. Se observan composiciones químicas similares entre el *Informe de la Cosecha* y el *Informe de la Exportación* de cada año. La gráfica lineal de la derecha muestra la concentración de aceite del promedio agregado de EE. UU. que se observa en cada uno de estos informes. El coeficiente de correlación alto ($r = 0.90$) ilustra esta consistencia.
- Las concentraciones promedio de aceite de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 3.8, 3.9 y 3.9%, respectivamente. Los promedios de concentración de aceite han variado en 0.1% o menos entre las ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



RESUMEN: FACTORES QUÍMICOS

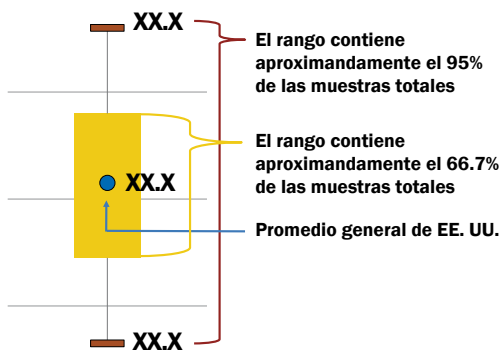
Cosecha 2021						Cosecha 2020		Cosecha 2019		Promedio de cinco años (2016-2020)		Promedio de diez años (2011-2020)	
	No. de muestras ¹	Prom.	Desv. est.	Mín.	Máx.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.
Promedio agregado de EE. UU.													
Proteína (% base seca)	610	8.4	0.53	6.4	11.8	8.5	0.58	8.3*	0.54	8.5*	0.54	8.6*	0.57
Almidón (% base seca)	610	72.2	0.54	68.8	74	72.2	0.61	72.3*	0.58	72.4*	0.61	72.9*	0.62
Aceite (% base seca)	610	3.8	0.23	3	4.5	3.9*	0.22	4.1*	0.23	4*	0.22	3.9*	0.27
Golfo													
Proteína (% base seca)	544	8.2	0.52	6.4	11.4	8.4*	0.56	8.2	0.54	8.4*	0.52	8.5*	0.56
Almidón (% base seca)	544	72.4	0.53	69.3	74	72.3*	0.60	72.4	0.58	72.5	0.60	73*	0.62
Aceite (% base seca)	544	3.8	0.24	3	4.5	3.9*	0.23	4*	0.24	4*	0.23	3.9*	0.28
Pacífico Noroeste													
Proteína (% base seca)	292	8.9	0.53	6.9	11.8	8.5*	0.63	8.2*	0.54	8.6*	0.58	8.7*	0.59
Almidón (% base seca)	292	71.7	0.53	68.8	73.5	72.2*	0.65	72.2*	0.58	72.2*	0.63	72.8*	0.62
Aceite (% base seca)	292	3.9	0.21	3.2	4.5	3.9*	0.21	4.1*	0.25	4.1*	0.22	3.8*	0.25
Ferrocarril del Sur													
Proteína (% base seca)	360	8.5	0.53	6.5	10.8	8.7*	0.54	8.6	0.54	8.7*	0.54	8.8*	0.58
Almidón (% base seca)	360	72.2	0.57	69.3	73.8	72.1	0.58	72.2	0.56	72.2*	0.60	72.7*	0.62
Aceite (% base seca)	360	3.9	0.22	3.1	4.5	3.9	0.21	4*	0.21	4*	0.21	3.9	0.26

*Indica que el promedio fue significativamente diferente de 2021, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

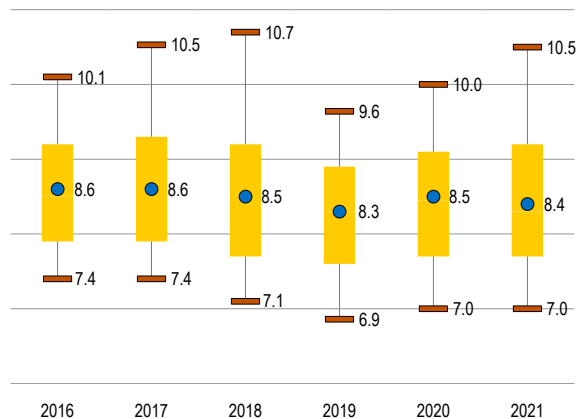
¹Debido a que los resultados de las ECA son estadísticas compuestas, la suma de los números de muestras de las tres ECA es mayor que el promedio agregado de EE. UU.

COMPOSICIÓN QUÍMICA COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

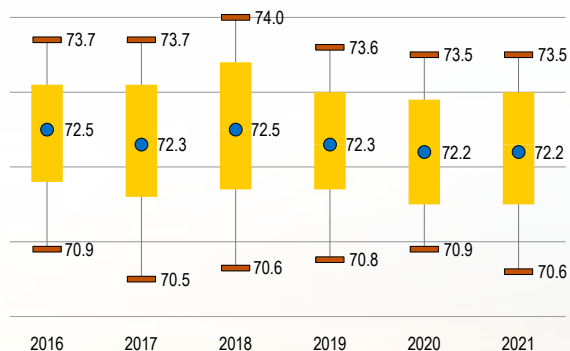
CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



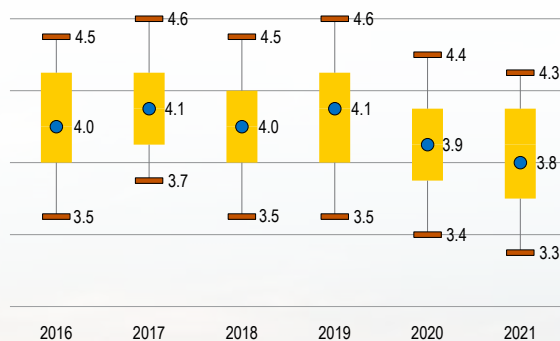
Proteína (base seca %)



Almidón (base seca %)



Aceite (% base seca)

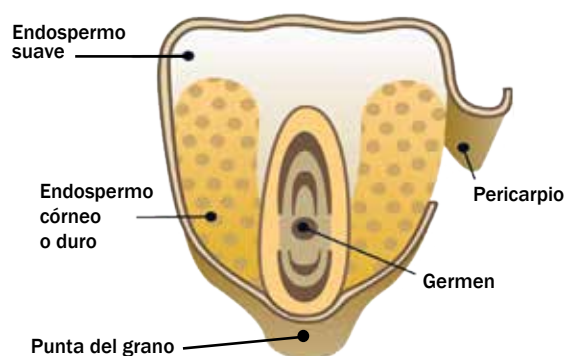


D. FACTORES FÍSICOS

Los factores físicos son otros atributos de calidad que no son ni factores de grado, ni de composición química. Los factores físicos incluyen grietas por estrés, peso, volumen y densidad verdadera del grano, porcentaje de granos enteros y porcentaje de endospermo duro. Las pruebas de estos factores físicos brindan información adicional sobre las características de procesamiento del maíz para varios usos, así como su capacidad de almacenamiento y el potencial de rompimiento en el manejo. La composición física del grano de maíz influye sobre los atributos de calidad, la que a su vez se ve afectada por la genética, así como 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 a la derecha. 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

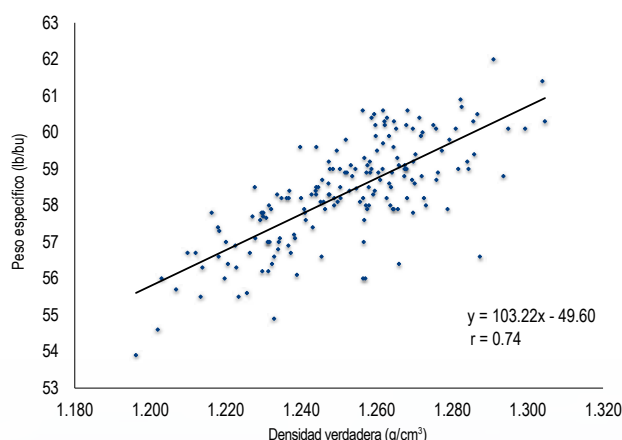
RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

- Las grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (5.1%) fue menor que en 2020 (5.8%), 2019 (8.6%) y que el P5A (5.7%), pero similar al P10A (5.5%). Esto indica que la susceptibilidad al rompimiento en 2021 puede ser menor que en 2020, 2019 y el P5A.
- Entre las ECA, las del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur tuvieron promedios de grietas por estrés de 5.9, 4.3 y 4%, respectivamente. La ECA Ferrocarril del Sur presentó el menor promedio de grietas por estrés o empató en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A entre todas las ECA.
- En 2021, el peso de 100 granos del promedio agregado de EE. UU. (34.98 g) fue similar que en 2020 (34.53 g), 2019 (34.60 g), el P5A (35.09 g) y que el P10A (34.49 g).
- El volumen del grano del promedio agregado de EE. UU. de 0.28 cm³ en 2021, fue similar al de 2020 (0.27 cm³), igual al de 2019 y el P5A (ambos de 0.28 cm³) y mayor que el P10A (0.27 cm³). La ECA Pacífico Noroeste presentó el más bajo de los promedios de peso de 100 granos y del volumen de grano de las ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.

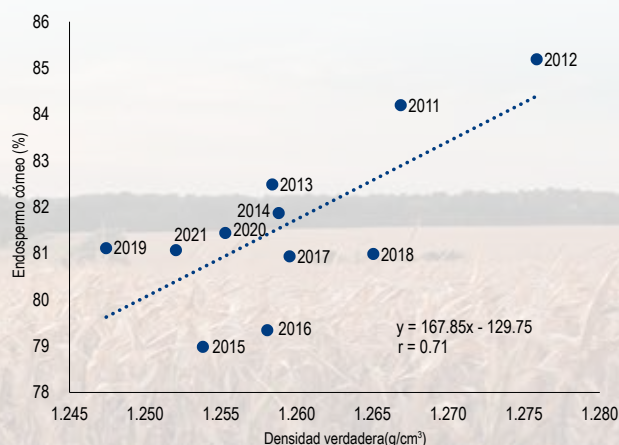
RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

- El promedio agregado de EE. UU. de densidad verdadera del grano (1.252 g/cm^3) en 2021 fue similar al de 2020 (1.255 g/cm^3), más alto que en 2019 (1.247 g/cm^3) y más bajo que el P5A (1.257 g/cm^3) y el P10A (1.260 g/cm^3).
- De las ECA, la del Pacífico Noroeste tuvo la densidad verdadera más baja y los pesos específicos más bajos en 2021, 2020, 2019, 2018, el P5A y el P10A.
- El peso específico, también conocido como densidad de masa, se basa en la cantidad de masa contenida en una taza de un cuarto (equivalente a cuatro tazas de medir). El peso específico se ve influido por la densidad verdadera, como lo muestra la figura de abajo ($r = 0.74$). El peso específico se ve también afectado por el contenido de humedad, daño del pericarpio (granos enteros), rompimiento y otros factores. En 2021, el peso específico fue 58.3 lb/bu y la densidad verdadera de 1.252 g/cm^3 . En los últimos tres años, los promedios tanto de la densidad verdadera como del peso específico fueron más altos en 2020, pero más bajos en 2021 y ambos fueron los más bajos en 2019.
- En 2021, el promedio de granos enteros del promedio agregado de EE. UU. fue 92.3% , similar que en 2020 (92.5%) y que el P5A (92.3%), mayor que en 2019 (90.8%), pero menor que el P10A (93%).
- El endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (81%) fue el mismo que en 2020, 2019 y el P5A, pero menor que el P10A (82%).
- La figura de la derecha muestra el promedio agregado de EE. UU. de los valores de endospermo duro y de densidad verdadera a lo largo de los últimos once años. Esto indica que el promedio agregado de EE. UU. del endospermo duro aumenta con la densidad verdadera ($r = 0.71$). De esta forma, el endospermo duro tiende a ser mayor en años en los que es mayor el promedio de densidad verdadera.

Peso específico vs. densidad verdadera
promedio agregado de EE. UU. 2021



Endospermo duro vs. densidad verdadera
promedio agregado de EE. UU. en once años



GRIETAS POR ESTRÉS

Las grietas por estrés son fisuras internas en el endospermo córneo (duro) del grano de maíz. Por lo regular, el pericarpio (o cubierta externa) de un grano con grietas por estrés no está dañado, de tal forma que el grano puede parecer normal a primera vista, aun cuando 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 igualar a las grietas internas que aparecen cuando un cubo de hielo se deja caer en una bebida tibia. La gravedad de las grietas por estrés puede variar en el grano, las cuales pueden ser una 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: Una mayor susceptibilidad al rompimiento durante el manejo, lo cual exige una mayor eliminación de maíz quebrado durante las operaciones de limpieza.

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

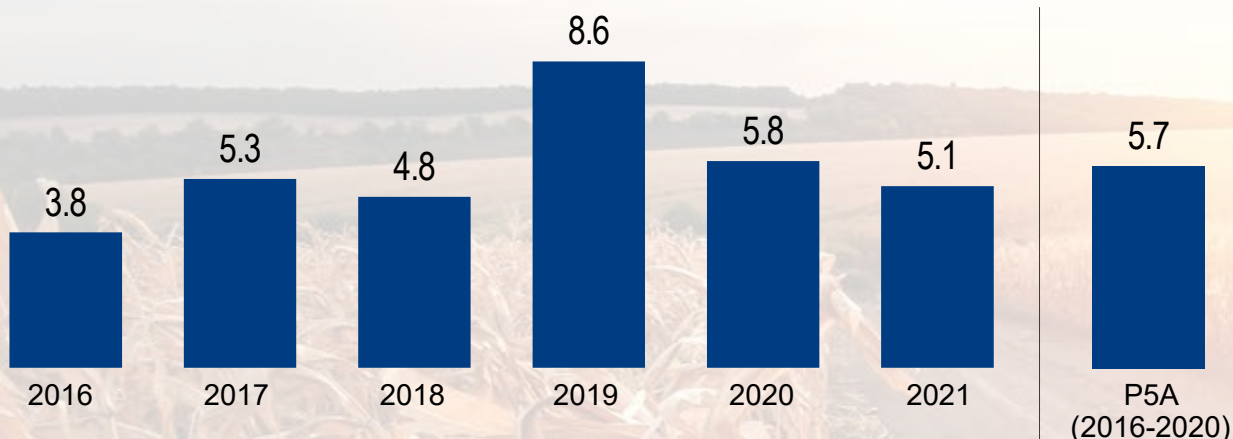
Molienda en seco: El menor rendimiento de sémola en hojuelas grandes.

Cocción alcalina: Una absorción de agua irregular lleva a la sobrecocción o a la subcocción, lo cual afecta el equilibrio del proceso.

Las condiciones de cultivo afectarán la madurez del mismo, lo oportuno de la cosecha y la necesidad de secado artificial, lo cual influye en el grado de grietas por estrés. Por ejemplo, la madurez o cosecha tardía ocasionada por el retraso en la siembra por lluvias o temperaturas frías, pueden aumentar la necesidad del secado artificial, por lo que incrementa las posibilidades de que aparezcan grietas por estrés.

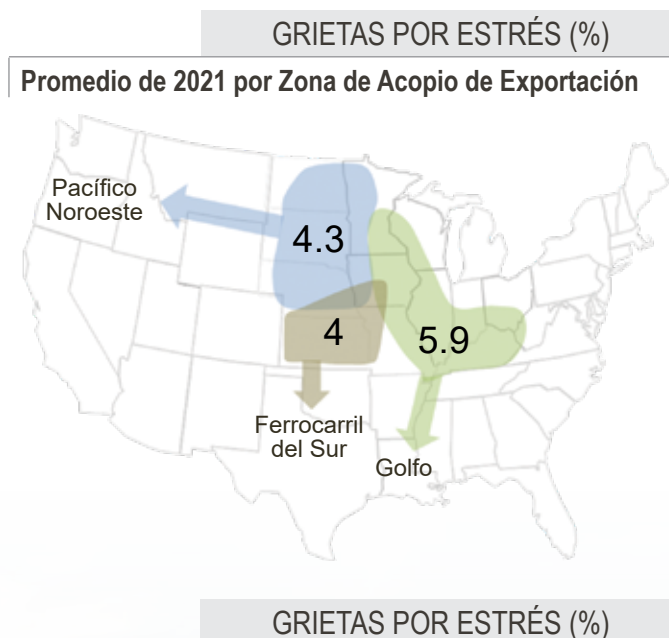
GRIETAS POR ESTRÉS (%)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



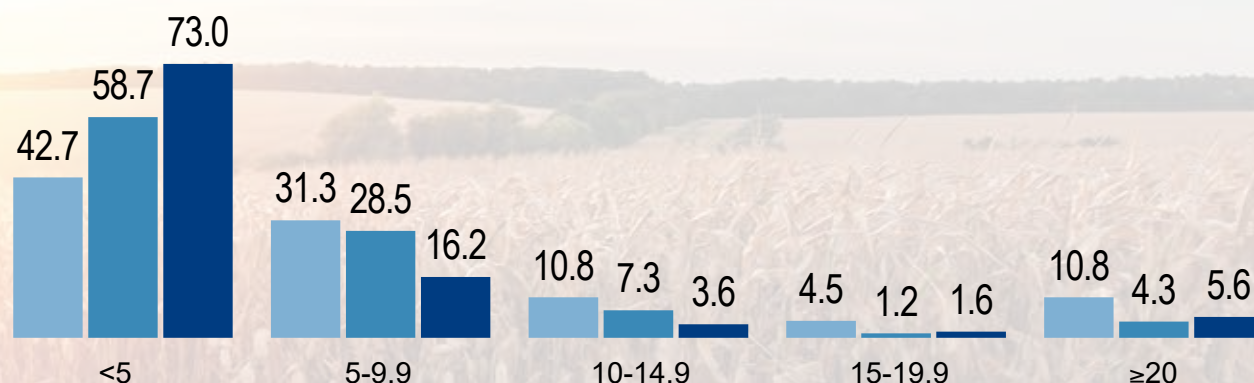
RESULTADOS

- Las grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. de 2021 (5.1%) fue menor que en 2020 (5.8%), 2019 (8.6%) y que el P5A (5.7%), pero similar al P10A (5.5%).
- La desviación estándar de grietas por estrés del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (6%) fue más alta que en 2020 (5.1%), menor que en 2019 (7.5%) y similar al P5A (6.4%) y el P10A (6.3%).
- El porcentaje de muestras con menos del 5% de grietas por estrés en 2021 (73%), fue mayor que en 2020 (58.7%) y en 2019 (42.7%). Las distribuciones de las grietas por estrés indican que el maíz de 2021 debe ser menos susceptible al rompimiento que el de los dos años anteriores.
- Los promedios de grieta por estrés del promedio agregado de EE. UU. de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 5.9, 4.3 y 4%, respectivamente. De entre las ECA, la de Ferrocarril del Sur tuvo el nivel de grietas por estrés más bajo en 2021, 2019, el P5A y el P10A.
- Gran parte del cultivo de 2021 se sembró de manera oportuna, lo que resultó en una cosecha a tiempo con buenas condiciones de secado. Es probable que esto redujera la necesidad de secado artificial, lo cual resultó en un menor potencial de grietas por estrés.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



PESO DE 100 GRANOS

El peso de 100 granos, notificado en gramos, indica un tamaño de grano más grande conforme aumenta el peso de los 100 granos. El tamaño del grano afecta los índices de secado. Conforme se incrementa, aumenta la proporción de volumen a superficie de contacto 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. El peso del grano tiende a ser más alto para variedades de maíz de especialidad, que presentan altas cantidades de endospermo duro.

El peso de 100 granos está determinado por el peso promedio de dos réplicas de 100 granos tomados con una báscula analítica que mide al nivel de 0.1 mg más cercano.

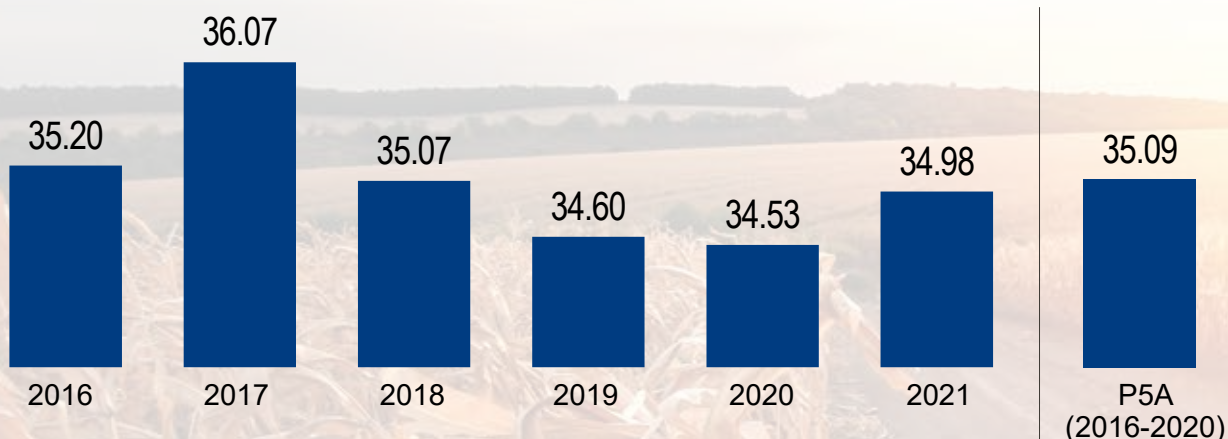
A partir del *Informe de la Cosecha de 2020/2021*, solo las muestras a las que se les analicen micotoxinas se les determinará el peso de 100 granos. Aunque este protocolo redujo a 180 el número de muestras a las que se les determinó el peso de 100 granos en el *Informe de la Cosecha de 2021/22*, se espera que este margen de error relativo del factor de calidad permanezca muy por debajo del nivel de precisión objetivo de no mayor a 10%. En la sección “Métodos de estudio y análisis estadísticos”, se muestran más detalles con respecto al criterio de muestreo empleado en este estudio.

RESULTADOS

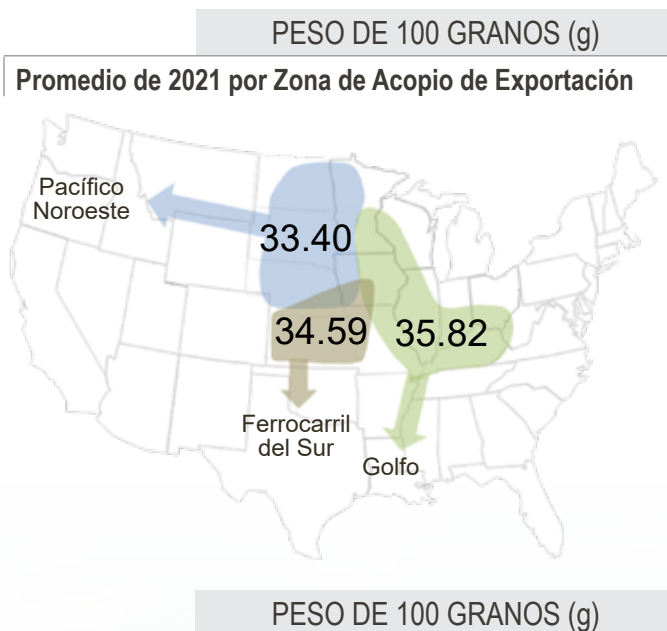
- El peso de 100 granos del promedio agregado de EE. UU. en 2021 promedió 34.98 g, similar al de 2020 (34.53 g), 2019 (34.60 g), el P5A (35.09 g) y el P10A (34.49 g).
- La variabilidad en el promedio agregado de EE. UU. de 2021 del peso de 100 granos (desviación estándar de 3.50 g) fue similar al de 2020 (3.64 g), más que en 2019 (2.48 g), el P5A (2.78 g) y del P10A (2.75 g).

PESO DE 100 GRANOS (g)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

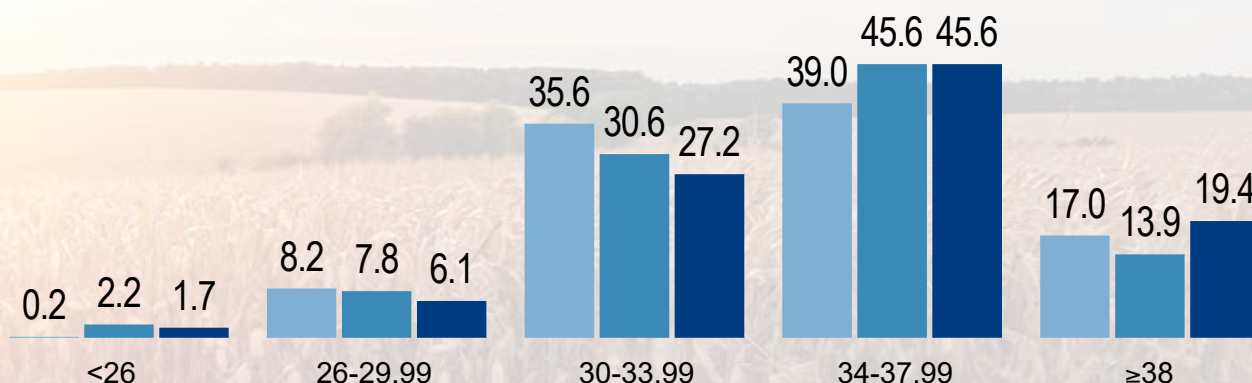


- El rango del peso de 100 granos en 2021 (de 23.52 a 43.87 g) fue similar al de 2020 (de 22.32 a 43.18 g) y 2019 (de 25.11 a 43.93 g).
- Los pesos de 100 granos en 2021 se distribuyeron con 65% de las muestras que presentaron 34 g o mayor, en comparación con el 59.5% en 2020 y 56% en 2019. Esta distribución indica que en 2021 se encontró un mayor porcentaje de granos grandes que en 2020 y 2019.
- El promedio del peso de 100 granos más bajo fue el de la ECA Pacífico Noroeste (33.40 g), en comparación con el del Golfo (35.82 g) y Ferrocarril del Sur (34.59 g). La ECA Pacífico Noroeste tuvo el promedio más bajo de peso de 100 granos en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



VOLUMEN DEL GRANO

El volumen del grano se calcula con un picnómetro de helio y se expresa en cm^3 . A menudo, el volumen del grano es un indicio de las condiciones de desarrollo del 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.

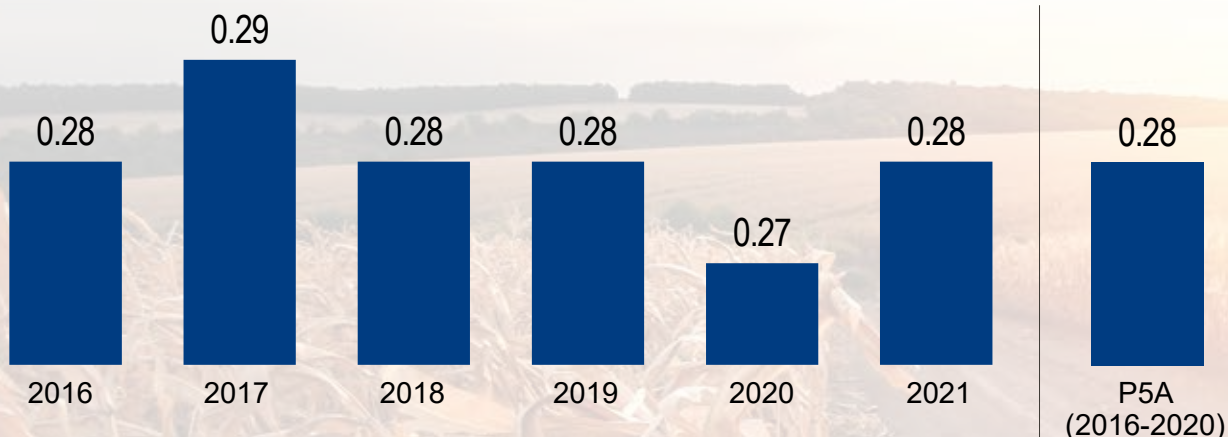
A partir del *Informe de la Cosecha de 2020/2021*, solo las muestras a las que se les analicen micotoxinas se les determinará volumen del grano. Aunque este protocolo redujo a 180 el número de muestras a las que se les determinó el volumen del grano en el *Informe de la Cosecha de 2021/2022*, se espera que este margen de error relativo del factor de calidad permanezca muy por debajo del nivel de precisión objetivo de no mayor a 10%. En la sección “Métodos de estudio y análisis estadísticos”, se muestran más detalles con respecto al criterio de muestreo empleado en este estudio.

RESULTADOS

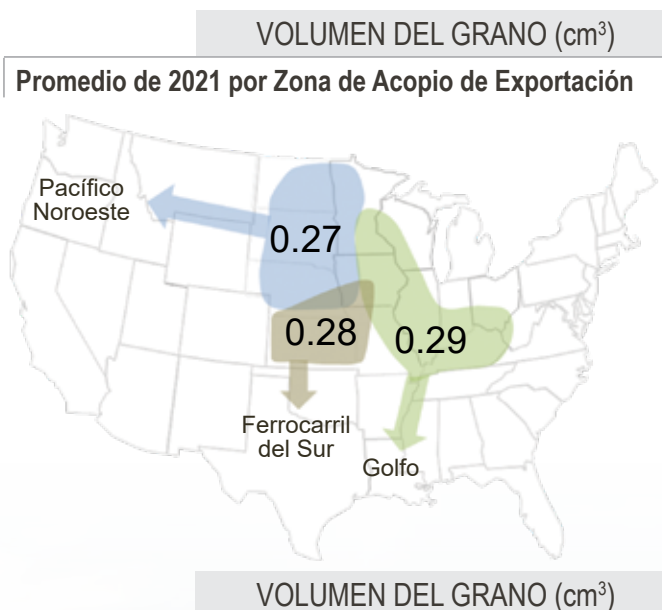
- El volumen del grano del promedio agregado de EE. UU. fue de 0.28 cm^3 en 2021, similar a 2020 (0.27 cm^3), pero el mismo que en 2019 y que el P5A (ambos de 0.28 cm^3) y mayor que el P10A (0.27 cm^3).
- La desviación estándar del volumen del grano del promedio agregado de EE. UU. fue de 0.03 cm^3 en 2021 y 2020, mayor que en 2019, el P5A y el P10A (todos de 0.02 cm^3).

VOLUMEN DEL GRANO (cm^3)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

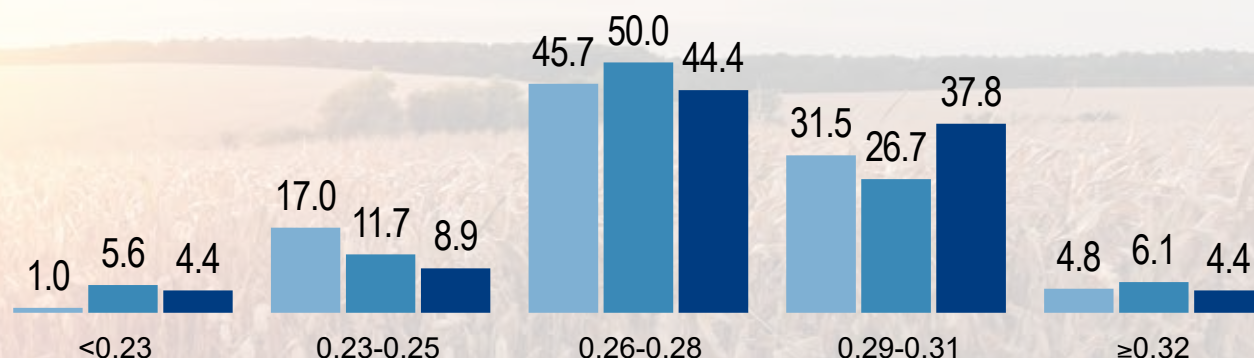


- El rango de volumen del grano en 2021 (de 0.19 a 0.35 cm³) fue similar a 2020 (de 0.19 a 0.33 cm³) y al 2019 (de 0.22 a 0.34 cm³).
- Los volúmenes de grano en 2021 se distribuyeron de tal forma, que el 42.2% de las muestras presentó un volumen de grano de 0.29 cm³ o mayor, en comparación con 2020 (32.8%) y 2019 (36.3%). Esta distribución indica un porcentaje ligeramente mayor de granos grandes en 2021, en comparación con 2020 y 2019.
- El volumen de grano de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur promediaron 0.29, 0.27 y 0.28 cm³, respectivamente. De entre todas las ECA, la de Pacífico Noroeste tuvo el menor promedio de volumen de grano en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



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 g/cm³. La densidad verdadera es un indicador relativo de la dureza del grano, la cual es útil para el proceso de cocción alcalina 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 g/cm³ indican un maíz muy duro, lo cual es normalmente deseable para los procesos de molienda en seco y cocción alcalina. Las densidades verdaderas cercanas y por debajo del nivel de 1.275 g/cm³ tienden a ser más suaves y se procesan bien en la molienda en húmedo y para uso en alimentos balanceados.

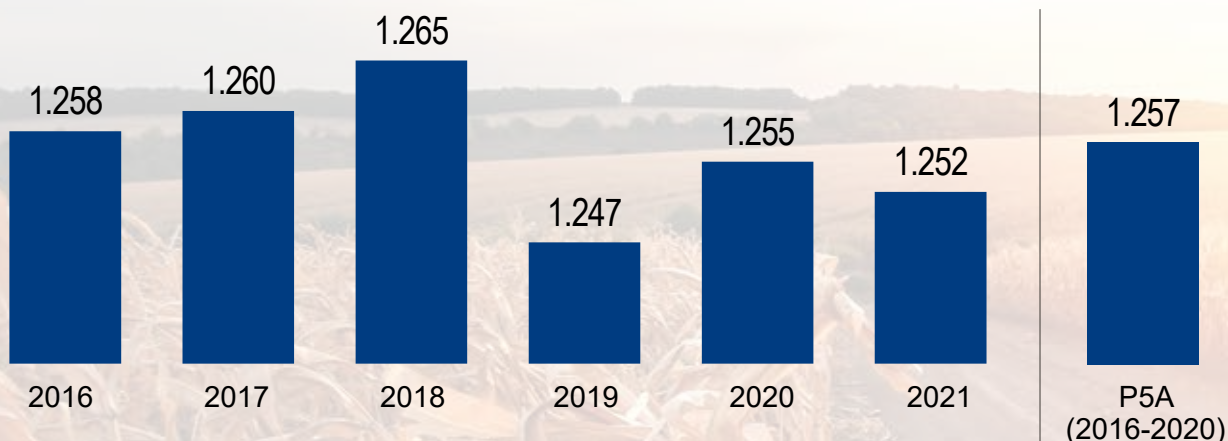
A partir del *Informe de la Cosecha de 2020/2021*, solo las muestras a las que se les analicen micotoxinas se les determinará el peso de 100 granos y volumen del grano, dos de las pruebas analíticas necesarias para el cálculo de la densidad verdadera. Aunque este protocolo redujo a 180 el número de muestras con resultados de densidad verdadera en el *Informe de la Cosecha de 2021/2022*, se esperaba que este margen relativo de error del factor de calidad permaneciera muy por debajo del nivel de precisión objetivo de no mayor a 10%. En la sección “Métodos de estudio y análisis estadísticos”, se muestran más detalles con respecto al criterio de muestreo empleado en este estudio.

RESULTADOS

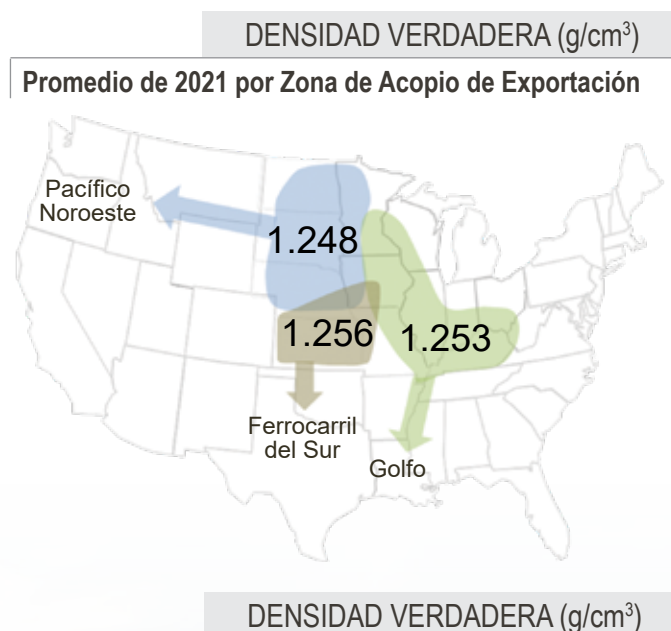
- En 2021, el promedio agregado de EE. UU. de densidad verdadera del grano (1.252 g/cm³) fue similar a de 2020 (1.255 g/cm³), mayor que en 2019 (1.247 g/cm³) pero más bajo que el P5A (1.257 g/cm³) y el P10A (1.260 g/cm³). A lo largo de los últimos once años, la densidad verdadera ha tendido a ser más alta en años con mayor proteína, con un coeficiente de correlación de 0.87.

DENSIDAD VERDADERA (g/cm³)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.

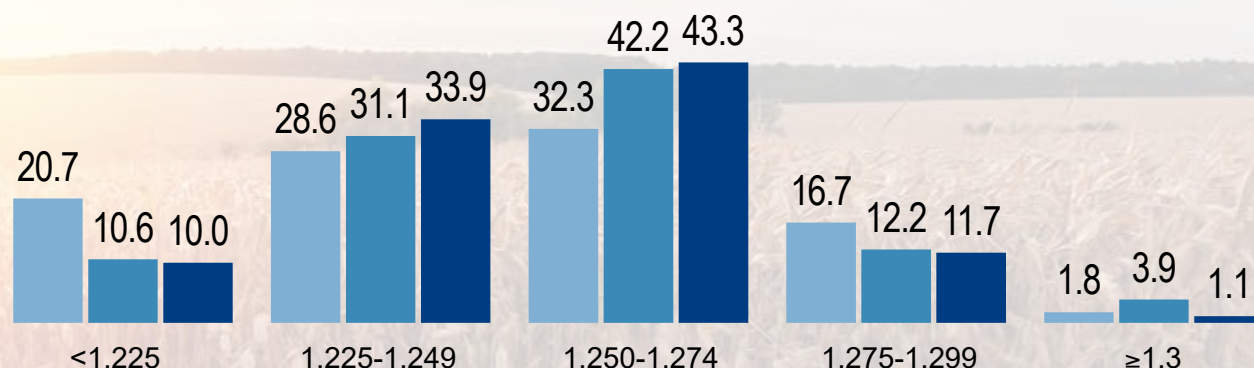


- La variabilidad, basada en la desviación estándar, fue en 2021 (0.021 g/cm³) similar a 2020 (0.023 g/cm³), 2019 (0.021 g/cm³), el P5A y el P10A (ambos de 0.019 g/cm³).
- Las densidades verdaderas en 2021 fueron de 1.196 a 1.305 g/cm³ en comparación con 2020 (de 1.171 a 1.312 g/cm³) y 2019 (de 1.116 a 1.322 g/cm³).
- Alrededor del 12.8% de las muestras de 2021 presentaron densidades verdaderas iguales o por arriba de 1.275 g/cm³ en comparación con el 16.1% en 2020 y 18.5% en 2019. Debido a que el maíz con valores por arriba de 1.275 g/cm³ se considera a menudo que representa un maíz duro y aquel con valores por debajo de 1.275 g/cm³ se considera que representa un maíz suave, esta distribución de granos indica un maíz relativamente más suave comparado con el de años anteriores.
- Las densidades verdaderas del grano de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur promediaron 1.253, 1.248 y 1.256 g/cm³, respectivamente. El promedio de la ECA Pacífico Noroeste de densidad verdadera y peso específico fue más bajo, que los valores de las otras ECA en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



GRANOS ENTEROS

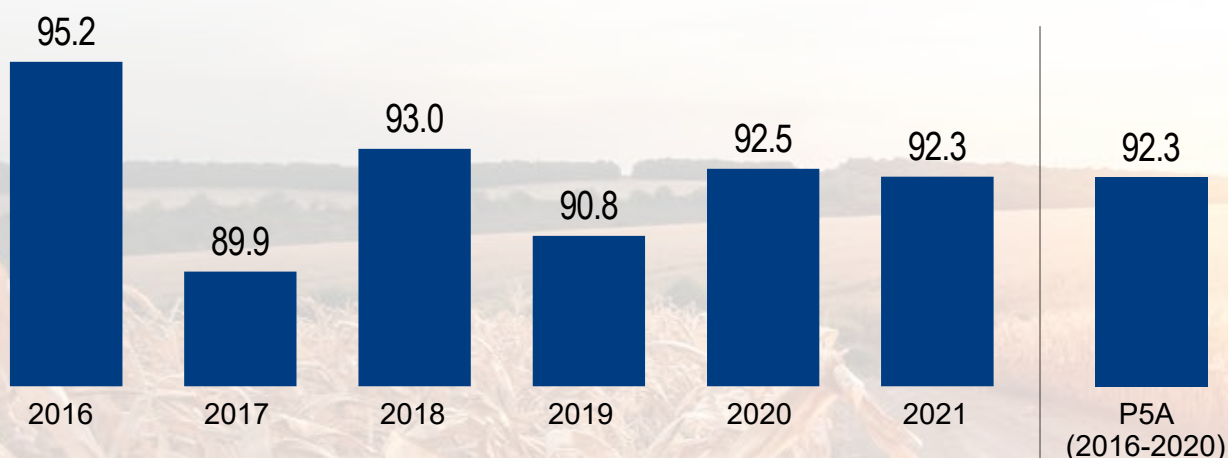
Aunque el nombre indique algo de relación inversamente proporcional entre los granos enteros y BCFM, la prueba de granos enteros transmite información diferente a la porción de maíz quebrado de la prueba de BCFM. El maíz quebrado se define únicamente por el tamaño del material. Como su nombre lo indica, los granos enteros son 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 los procesos de cocción alcalina y 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. 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 al rompimiento durante el manejo. Aunque el endospermo duro se presta a la conservación de más granos enteros que el maíz suave, el factor principal en la entrega de granos enteros es la cosecha y el manejo. Esto comienza con el ajuste adecuado de la cosechadora seguido de la gravedad del impacto de los granos por los transportadores y la cantidad de actividades de manejo que se requieren desde el campo, hasta el usuario final. Cada manejo subsiguiente generará rompimiento adicional. Las cantidades reales de rompimiento aumentan exponencialmente conforme disminuye la humedad, aumenta la altura de caída o aumenta la velocidad del grano en el impacto.⁵ Además, la cosecha con contenido de humedad más alto (por ejemplo, mayor a 25%) normalmente llevará a un pericarpio suave y a más daño del pericarpio del maíz, que cuando se cosecha a niveles de humedad más bajos.

GRANOS ENTEROS (%)

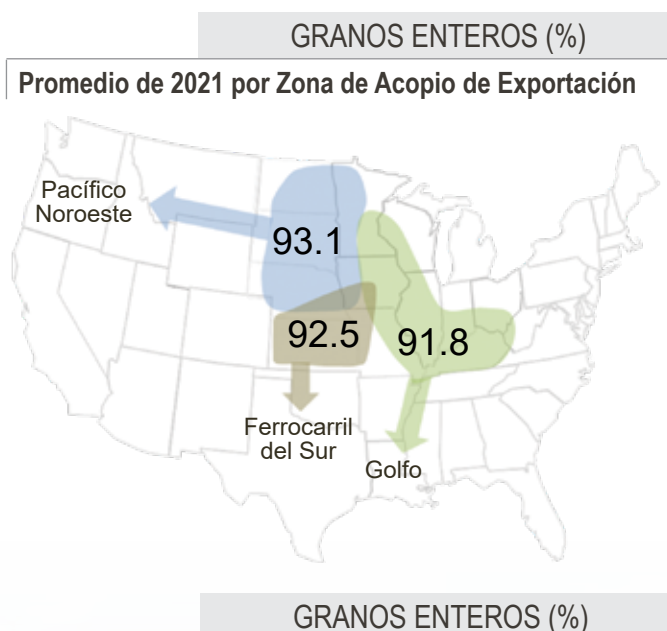
Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



⁵ Foster, G. H. y L. E. Holman, 1973. Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods. USDA. ARS Marketing Research Report Number 968.

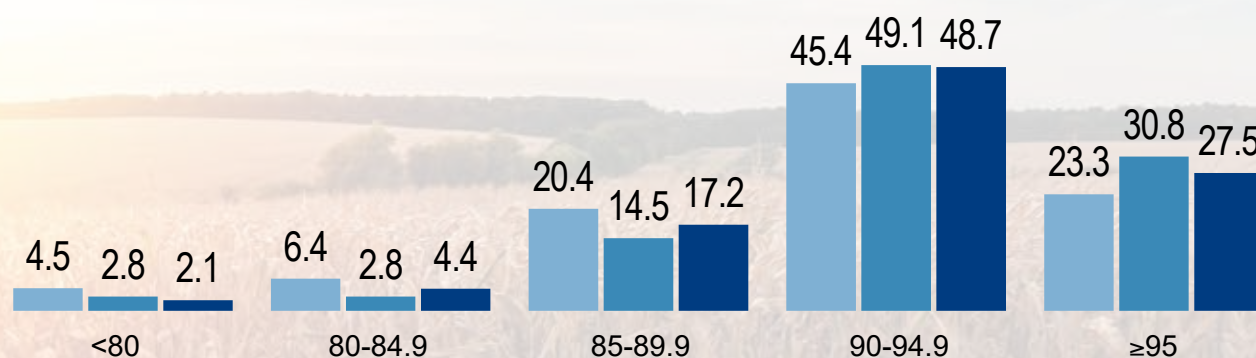
RESULTADOS

- En 2021, el promedio de granos enteros del promedio agregado de EE. UU. fue 92.3%, similar que en 2020 (92.5%) y que el P5A (92.3%), mayor que en 2019 (90.8%), pero menor que el P10A (93%).
- La desviación estándar de granos enteros de 2021 (3.7%) fue similar que en 2020 (3.9%), 2019 (4.2%), el P5A (3.7%) y el P10A (3.6%).
- El rango de granos enteros en 2021 (de 72 a 99.4 %) fue menor que en 2020 (de 35.8 a 99.6 %) y que en 2019 (de 25.4 a 99.6 %).
- De las muestras de 2021, el 76.2% presentó un 90% o más de granos enteros, en comparación con 2020 (79.9%) y 2019 (68.7%). Esta distribución indica que 2021 y 2020 presentaron un porcentaje más alto de granos enteros que las muestras de 2019.
- Los promedios de granos enteros de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 91.8, 93.1 y 92.5%, respectivamente.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



ENDOSPERMO DURO

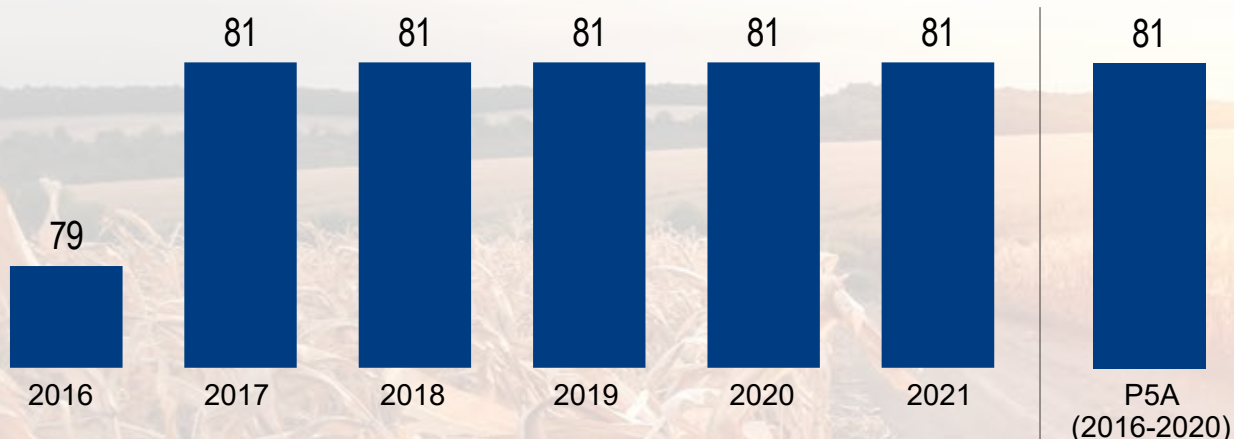
Las pruebas de endospermo duro o córneo miden el porcentaje de este del total del endospermo del grano, con un valor posible de 70 a 100%. Entre más grande sea la cantidad de endospermo duro con relación al endospermo suave, se dice que el grano de maíz es más duro. El grado de dureza es importante, en función del tipo de procesamiento. El maíz duro es necesario para producir altos rendimientos de sémola en hojuelas grandes en molienda en seco. La dureza deseada para el proceso de cocción alcalina es de alta a media y para la molienda en húmedo y la alimentación del ganado es de media a suave. La dureza está correlacionada con la susceptibilidad al rompimiento, a la utilización/eficiencia alimentaria y a la digestibilidad del almidón. El estrés interno que ocasiona las grietas por estrés no se acumula tanto en el endospermo suave y harinoso, como en el endospermo duro y 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.

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 procesadores de molienda en seco y cocción alcalina preferirían un endospermo duro mayor al 85%, mientras que los de molienda en húmedo y los que lo usan para alimentar animales preferirían típicamente valores entre 70 y 85 %. Sin embargo, ciertamente existen excepciones en las preferencias del usuario.

A partir del *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, solo las muestras a las que se les analicen micotoxinas se les determinará endospermo duro. Este protocolo resultó en el análisis de un total de 180 muestras de endospermo duro en el *Informe de la Cosecha de 2021/2022*. Cuando se analizaban todas las muestras, el margen de error relativo de este factor de calidad no sobrepasó el 0.4% en los *Informes de la Cosecha de 2011/2012* al de *2018/2019*. En la sección “Métodos de estudio y análisis estadísticos”, se muestran más detalles con respecto al criterio de muestreo empleado en este estudio.

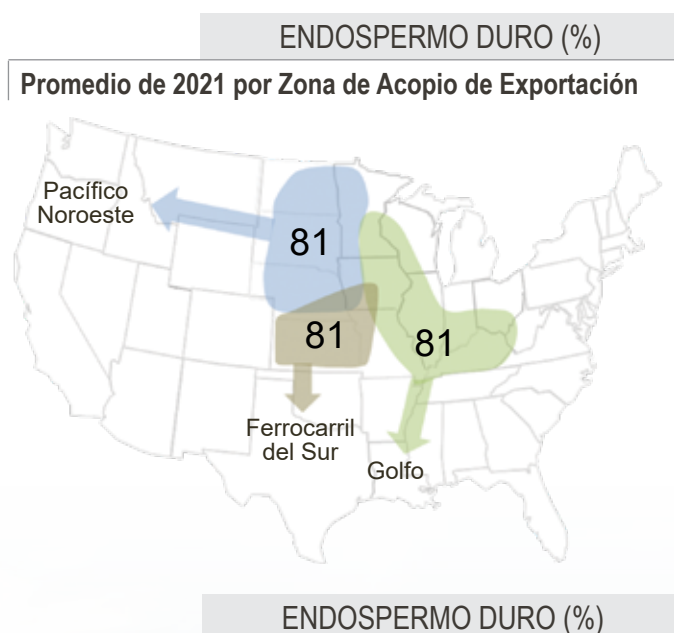
ENDOSPERMO DURO (%)

Resumen de resultados del promedio agregado de EE. UU.



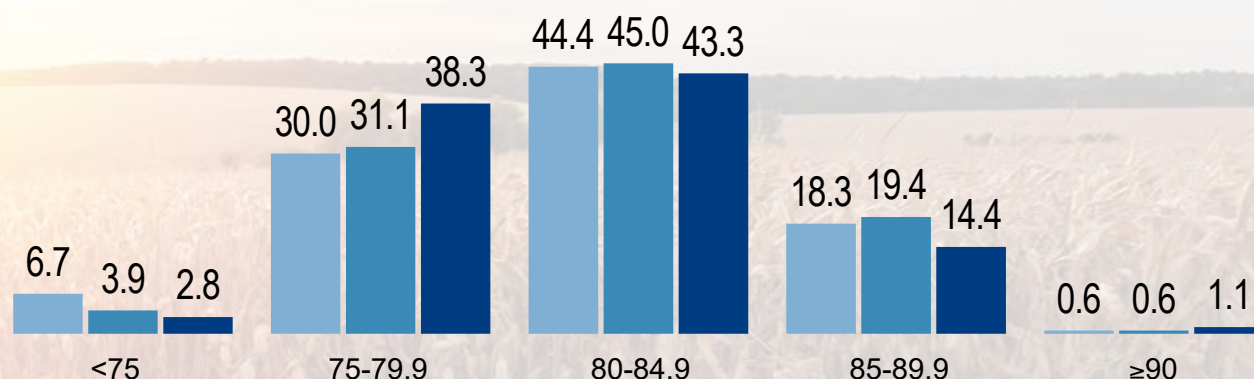
RESULTADOS

- El endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. en 2021 (81%) fue el mismo que en 2020, 2019 y el P5A, pero menor que el P10A (82%).
- La desviación estándar de endospermo duro del promedio agregado de EE. UU. fue 4% en 2021, 2020, el P5A y el P10A, pero mayor que en 2019 (3%).
- El rango de endospermo duro de 2021 (de 72 a 90%) fue similar al de 2020 (de 72 a 92%) y 2019 (de 71 a 96%).
- De las muestras de 2021, el 58.8% tenía más del 80% de endospermo duro, lo cual fue menor que en 2020 (65%) y 2019 (63.3%).
- El promedio de endospermo duro de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fue de 81% para las tres. De entre todas las ECA, la de Pacífico Noroeste tuvo el menor promedio de endospermo duro o empató en 2021, 2020, 2019, el P5A y el P10A.



Porcentaje de muestras por año agrícola

■ 2019 ■ 2020 ■ 2021



RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

Cosecha 2021						Cosecha 2020		Cosecha 2019		Promedio de cinco años (2016-2020)		Promedio de diez años (2011-2020)	
No. de muestras ¹	Prom.	Desv. est.	Mín.	Máx.		Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.
Promedio agregado de EE. UU.													
Grietas por estrés (%)	610	5.1	6	0	82	5.8*	5.1	8.6*	7.5	5.7*	6.4	5.5	6.3
Peso de 100 granos (g)	180	34.98	3.50	23.52	43.87	34.53	3.64	34.60	2.48	35.09	2.78	34.49	2.75
Volumen del grano (cm ³)	180	0.28	0.03	0.19	0.35	0.27	0.03	0.28	0.02	0.28	0.02	0.27*	0.02
Densidad verdadera (g/cm ³)	180	1.252	0.021	1.196	1.305	1.255	0.023	1.247*	0.021	1.257*	0.019	1.260*	0.019
Granos enteros (%)	610	92.3	3.7	72	99.4	92.5	3.9	90.8*	4.2	92.3	3.7	93*	3.6
Endospermo duro (%)	180	81	4	72	90	81	4	81	3	81	4	82*	4
Golfo													
Grietas por estrés (%)	544	5.9	6.8	0	82	6.9*	6.4	9.6*	8.5	6	7	5.9	6.9
Peso de 100 granos (g)	161	35.82	3.19	26.47	43.87	35.56	3.31	35.39	2.60	35.84	2.74	35.12*	2.74
Volumen del grano (cm ³)	161	0.29	0.02	0.21	0.35	0.28	0.02	0.28	0.02	0.28	0.02	0.28*	0.02
Densidad verdadera (g/cm ³)	161	1.253	0.021	1.196	1.305	1.259*	0.024	1.252	0.019	1.260*	0.019	1.262*	0.019
Granos enteros (%)	544	91.8	3.9	74.4	99.4	92.2	4.2	91.5	3.8	92.4*	3.7	93.1*	3.6
Endospermo duro (%)	161	81	3	72	90	82*	4	81	3	81	4	82*	4
Pacífico Noroeste													
Grietas por estrés (%) ²	292	4.3	5.4	0	82	4.6	3.6	8.5*	7.3	6*	6.6	5.7*	6
Peso de 100 granos (g)	86	33.40	3.29	25.78	40.77	33.01	3.37	32.73	2.19	33.21	2.62	32.57*	2.58
Volumen del grano (cm ³)	86	0.27	0.03	0.21	0.33	0.26	0.03	0.27	0.02	0.27	0.02	0.26*	0.02
Densidad verdadera (g/cm ³)	86	1.248	0.018	1.210	1.286	1.247	0.022	1.229*	0.025	1.247	0.020	1.250	0.020
Granos enteros (%)	292	93.1	3.3	72	99.4	92.9	3.9	88.9*	5.2	92*	3.9	92.7	3.7
Endospermo duro (%)	86	81	4	75	90	81	4	80*	3	80*	3	81	4
Ferrocarril del Sur													
Grietas por estrés (%) ²	360	4	4.3	0	74	4.7*	3.8	5.8*	4.6	4	4.5	3.9	4.3
Peso de 100 granos (g)	104	34.59	3.38	23.52	43.87	33.95	3.32	35.16	2.54	35.32*	2.80	34.77	2.80
Volumen del grano (cm ³)	104	0.28	0.03	0.19	0.35	0.27	0.02	0.28	0.02	0.28	0.02	0.27	0.02
Densidad verdadera (g/cm ³)	104	1.256	0.021	1.196	1.305	1.258	0.021	1.262*	0.018	1.264*	0.018	1.265*	0.018
Granos enteros (%)	360	92.5	3.8	74.4	99	92.7	3.5	91.7*	3.8	92.5	3.4	93.2*	3.3
Endospermo duro (%)	104	81	4	72	90	82	4	82*	3	81	4	82*	4

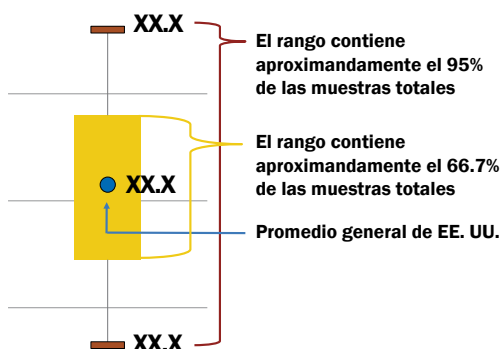
^{*}Indica que el promedio fue significativamente diferente de 2021, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

¹Debido 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.

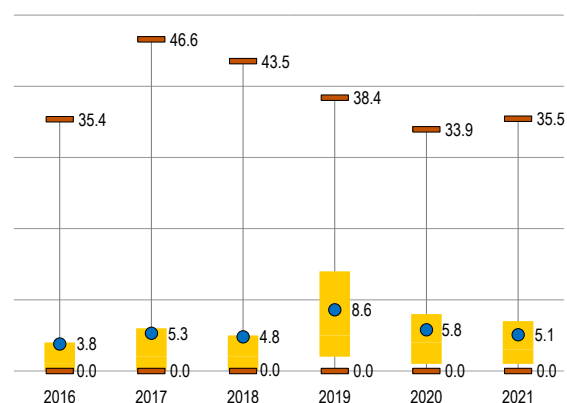
²El margen de error (ME) relativo para predecir el promedio de población de la cosecha sobrepasó el $\pm 10\%$.

FACTORES FÍSICOS COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

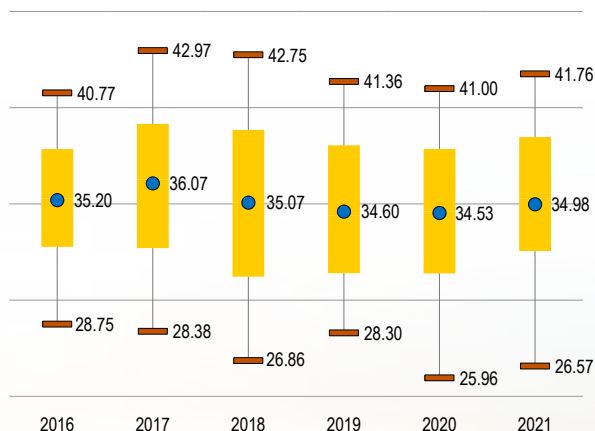
CÓMO INTERPRETAR LAS GRÁFICAS



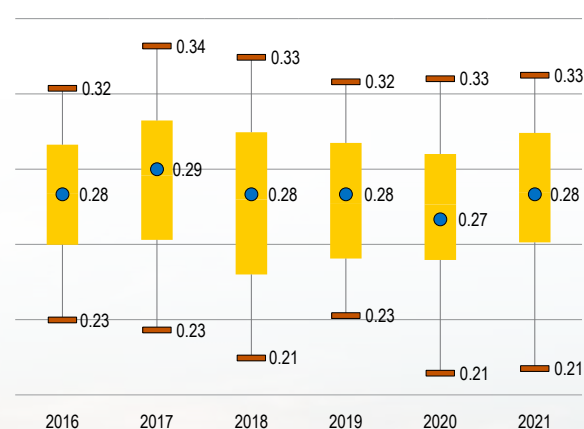
Grietas por estrés (%)



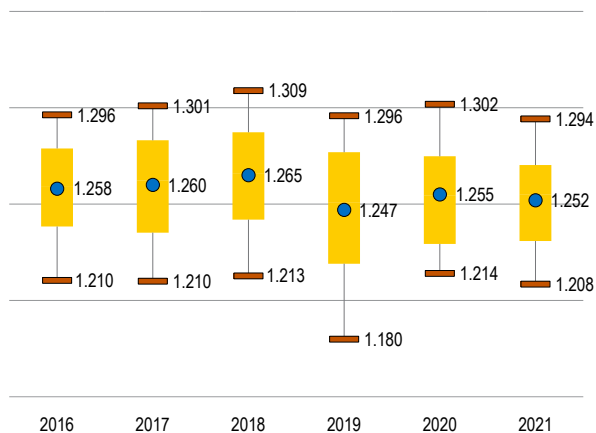
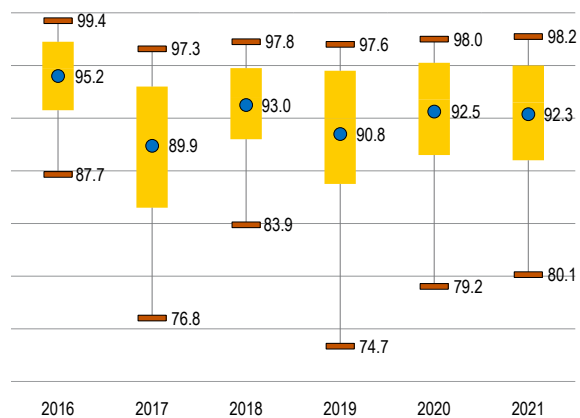
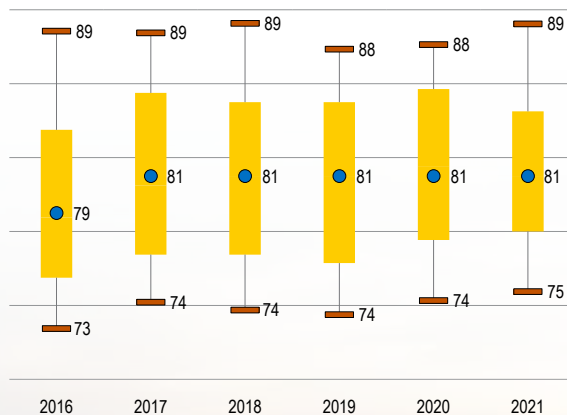
Peso de 100 granos (g)



Volumen del grano (cm³)



FACTORES FÍSICOS
COMPARACIÓN DEL PROMEDIO AGREGADO DE SEIS AÑOS

Densidad verdadera (g/cm³)

Granos enteros (%)

Endospermo duro (%)


E. 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. Las aflatoxinas, DON y fumonisina se consideran tres de las micotoxinas más comunes que se encuentran en el maíz.

En los once años de *Informe de la Cosecha* se han analizado aflatoxinas y DON a un subconjunto de las muestras de la cosecha. A partir del *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, se añadió la fumonisina a la lista de micotoxinas a analizar. En el *Informe de la Cosecha de 2020/2021* de manera provisional, también se empezó a analizar ocratoxina A, T-2 y zearalenona en las muestras y se continuó en el *Informe de la Cosecha de 2021/2022*.

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.

Ya que la producción de micotoxinas está muy influida por las condiciones de cultivo, el objetivo del *Informe de la Cosecha* es estrictamente notificar los casos en los que se detectan en el maíz al cosechar y no el predecir los niveles en los que pueden aparecer estos compuestos en las exportaciones de maíz estadounidense. Debido a las múltiples etapas que tiene el canal de comercialización de granos en EE. UU. y a las leyes y reglamentaciones que guían a la industria, los niveles de micotoxinas que aparecen en el maíz de exportación pueden ser menores a los que inicialmente aparecen al cosechar. Los resultados del *Informe de la Cosecha* deben usarse solo como un indicador del potencial de presencia de micotoxinas en el maíz al cosechar. El *Informe de la Calidad del Maíz de Exportación de 2021/2022* notificará la calidad de este grano en los puntos de exportación, la cual será un indicador más preciso de la presencia de micotoxinas en los embarques de EE. UU.

El criterio de muestreo, descrito en la sección “Métodos de estudio y análisis estadísticos”, resultó en un número total de 180 muestras analizadas de micotoxinas. Los detalles de la metodología de prueba de las micotoxinas empleada en este estudio están en la sección “Métodos de análisis”.

AFLATOXINAS

El tipo de micotoxina más importante relacionado con el 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, previo a la cosecha o en el almacenamiento. Sin embargo, la contaminación anterior 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 son comunes las condiciones secas y de calor. Los hongos normalmente atacan solo unos cuantos granos de la mazorca y a menudo los penetran a través de heridas producidas por insectos. Bajo condiciones de sequía, también crece en la inflorescencia femenina hacia los granos individuales.

Existen cuatro tipos de aflatoxinas que se encuentran de forma natural en los alimentos: aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, que se les conoce comúnmente como “aflatoxinas” o “aflatoxinas totales”. La aflatoxina B1 es la más comúnmente encontrada en alimentos para consumo animal y humano, y es también la más tóxica. Las investigaciones han mostrado que la B1 es un carcinógeno natural potente en animales, con un vínculo fuerte con la incidencia de cáncer en el ser humano. Además, el ganado lechero metaboliza la aflatoxina B1 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 micotoxinas, lo que probablemente resultaría en la muerte de aves, las especies animales más sensibles. El ganado puede experimentar una reducción de la eficiencia alimenticia o de la reproducción, además de que el sistema inmunitario, tanto en humanos como en animales, puede verse suprimido debido a la ingestión de aflatoxinas.

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

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

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

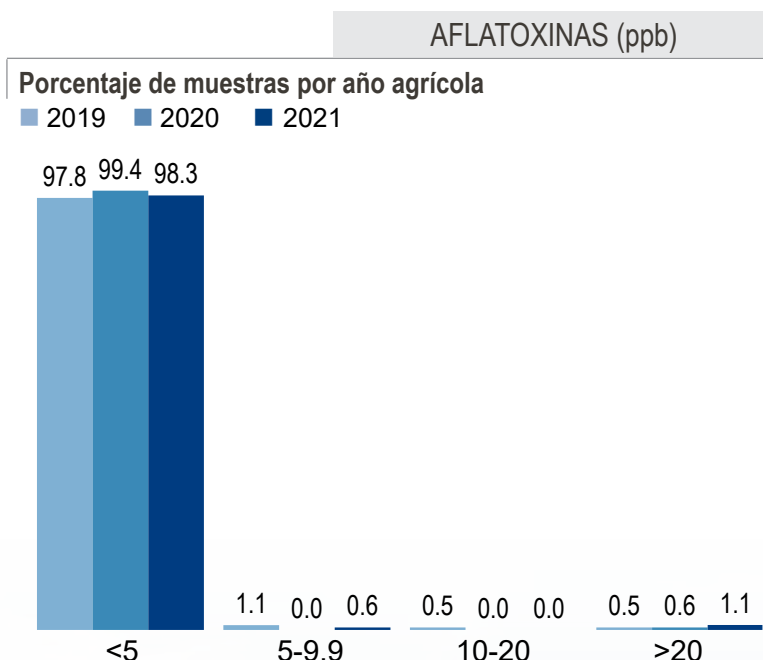
Para consultar información adicional, véase el documento guía de la National Grain and Feed Association titulado “FDA Mycotoxin Regulatory Guidance” que se encuentra en https://drive.google.com/file/d/1tqeS5_eOtsRmxZ5RrTnYu7NCI896KGX/view.

De acuerdo con la ley federal, el FGIS debe determinar las aflatoxinas al maíz exportado de Estados Unidos, a menos que lo exima el contrato. 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

En 2021 se analizaron aflatoxinas en un total de 180 muestras, en comparación con 180 y 182 muestras en 2020 y 2019, respectivamente. Los resultados del estudio de 2021 son los siguientes:

- No se presentaron niveles detectables de aflatoxinas (por debajo del límite inferior de conformidad del FGIS de 5 ppb) en 177 muestras o el 98.3% de las 180 muestras. Esto es similar al porcentaje de muestras analizadas con niveles no detectables de aflatoxinas en 2020 (99.4%) y 2019 (97.8%).
- Una muestra (1) o 0.6% de las 180 muestras mostró niveles de aflatoxinas mayores o iguales a 5 ppb pero menores a 10 ppb. Este porcentaje es casi idéntico a 2020 (0%) y 2019 (1.1%).
- Ninguna muestra (0) o 0% de las 180 muestras mostró niveles de aflatoxinas mayores o iguales a 10 ppb, pero menores o iguales al nivel de acción de la FDA de 20 ppb. Este porcentaje es similar al de 2020 (0%) y 2019 (0.5%).
- Dos muestras (2) o 1.1% de las 180 muestras mostraron niveles de aflatoxinas mayores al nivel de acción del FDA de 20 ppb. Este porcentaje es casi idéntico a 2020 (0.6%) y 2019 (0.5%).
- Estos resultados indican que 178 muestras o el 98.9 % de los resultados de los análisis de las 180 muestras de 2020, estuvieron por debajo o igual al nivel de acción de la FDA de 20 ppb, comparado con el 99.4% y 99.5% de las muestras analizadas en 2020 y 2019, respectivamente.



El porcentaje relativamente alto de muestras de este año analizadas por debajo del límite inferior de conformidad del FGIS de 5 ppb (98.3%) puede deberse, en parte, a las condiciones climáticas menos propicias para el desarrollo de aflatoxinas en 2021 (para más información de las condiciones de cultivo de 2021, véase la sección “Condiciones del cultivo y del clima”).

DEOXINIVALENOL (DON O VOMITOXINA)

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* (*Gibberellazeae*), que también causa pudrición de la mazorca de Gibberella (o pudrición de la mazorca roja). La *Gibberellazeae* se puede desarrollar cuando hay clima fresco 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. La contaminación del maíz por micotoxinas causada por *Gibberellazeae* comúnmente se relaciona con la postergación excesiva de la cosecha o el almacenamiento de maíz con alta humedad.

La contaminación con DON es principalmente una preocupación para animales monogástricos, a los que puede producir irritación en la boca y la garganta. Como resultado, los animales pueden, tarde o temprano, rehusarse a comer el maíz contaminado con DON y pueden tener baja ganancia de peso, diarrea, letargia y hemorragias intestinales. Puede ocasionar la inhibición del sistema inmunitario, lo que resulta en susceptibilidad a varias enfermedades infecciosas.

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

La FDA ha publicado niveles de recomendación de DON. A continuación se muestran los niveles de recomendación 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

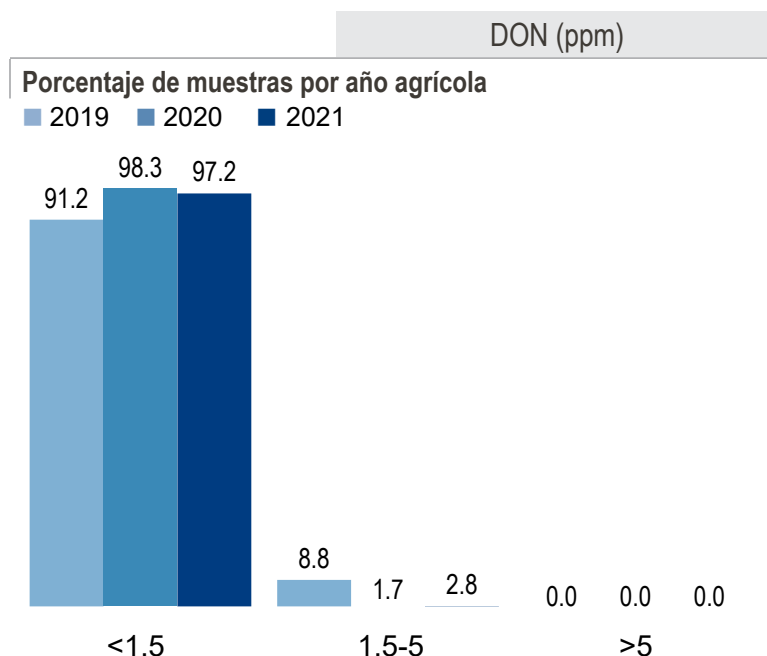
Fuente: www.ngfa.org

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.

RESULTADOS

Se analizó DON en un total de 180 muestras en 2021, en comparación con 180 y 182 muestras analizadas en 2020 y 2019, respectivamente. Los resultados del estudio de 2021 son los siguientes:

- El 97.2% de las 180 muestras, o sea 175, resultó menor a 1.5 ppm. Este porcentaje para 2021 es similar al de 2020 (98.3%) y mayor que en 2019 (91.2%).
- El 2.8%, es decir, cinco (5) muestras de las 180, resultó mayor que o igual a 1.5 ppm, pero menor o igual al nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm. Este porcentaje para 2021 es similar al de 2020 (1.7%) y menor que en 2019 (8.8%).
- De las 180 muestras analizadas, cero (0) muestras o el 0% resultó por arriba del nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm, que fue el mismo que en 2020 y 2019.



El porcentaje relativamente alto de muestras en 2021 por debajo de 1.5 ppm se puede atribuir a las condiciones climáticas que en 2021 fueron menos propicias para el desarrollo de DON.

Fumonisina

La fumonisina es una micotoxina natural que se encuentra sobre todo en granos, principalmente en maíz. En comparación con las aflatoxinas y DON, son de reciente descubrimiento. Las 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 total de micotoxinas. 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 fumonisinas para los alimentos 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 la 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 la 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

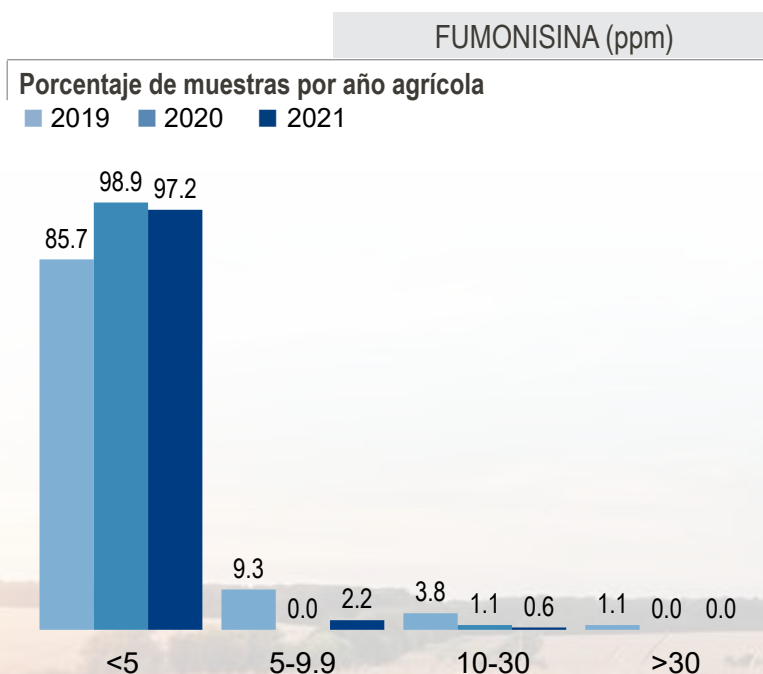
Fuente: www.ngfa.org

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.

RESULTADOS

En 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 2021 son los siguientes:

- Un total de 175 muestras (el 97.2%) de las 180 analizadas resultaron por debajo de 5 ppm, el límite de recomendación más bajo para animales (équidos y conejos). Este porcentaje para 2021 es similar al de 2020 (98.9%) y mayor que en 2019 (85.7%).
- De las 180 muestras, cuatro (4) o el 2.2% resultó mayor que o igual a 5 ppm, pero menos de 10 ppm. Este porcentaje para 2021 es mayor que en 2020 (0%) y menor que en 2019 (9.3%).
- El 0.6% o 1 de las 180 muestras resultó mayor que o iguales a 10 ppm, pero no mayores a 30 ppm. Este porcentaje de 2021 es menor que en 2020 (1.1%) y 2019 (3.8%).
- De las 180 muestras, un total de 0 o 0% resultó mayor que 30 ppm, que es el nivel de recomendación para animales reproductores rumiantes, de aves y visones. Este porcentaje para 2021 es el mismo que en 2020 (0%) y menor que en 2019 (1.1%).



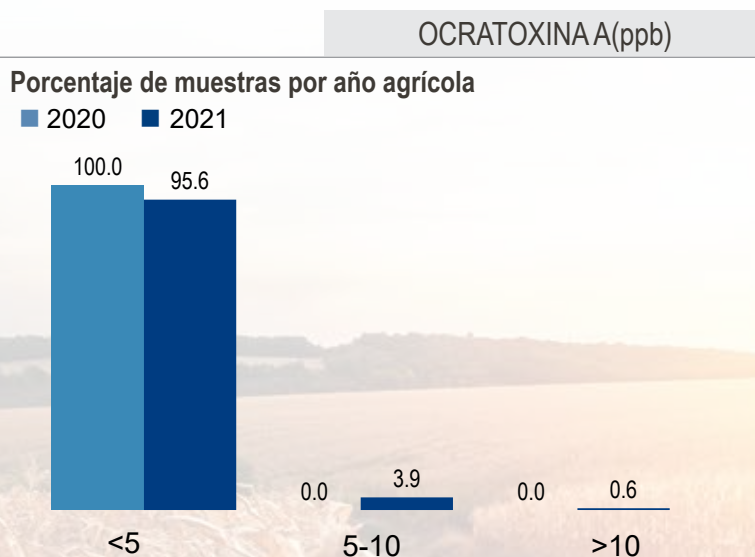
Ocratoxina A

La ocratoxina se considera una micotoxina peligrosa producida por numerosas especies fúngicas como el *Penicillium verrucosum* y *Aspergillus ochraceus* que colonizan granos, cereales y una amplia variedad de otros productos. De estos productos, se considera que los granos y cereales representan del 50 al 80% del consumo de ocratoxinas. El hongo puede producir ocratoxinas A, B y C, pero la ocratoxina A se produce en mayor cantidad. Aunque la ocratoxina A se puede dar en todo lo largo de la cadena de producción, desde el campo hasta el almacenamiento, se considera principalmente un problema de almacenamiento. Los granos que se almacenan con alta humedad (>14%) a temperaturas cálidas (>20°C) y/o secados de forma inadecuada, tienen el potencial de contaminarse con los hongos y producir ocratoxinas. Además, el grano dañado por medios mecánicos, físicos o insectos puede brindar una puerta de entrada para el hongo. El crecimiento inicial de los hongos en el grano es capaz de crear suficiente humedad a partir del metabolismo que permite un mayor crecimiento y formación de micotoxinas. Como los productos de granos y cereales representan una gran parte de la dieta humana, varios países establecen niveles máximos de ocratoxina A en cereales sin procesar. La Comisión Europea estableció un nivel máximo de ocratoxina A en cereales sin cocer de 5 partes por billón. La FDA no ha publicado niveles de recomendación.

RESULTADOS

Este es el segundo año que se determina ocratoxina A en las muestras. Los resultados de ocratoxina A en las 180 muestras analizadas de 2021 son:

- El 95.6% de las muestras o 172 resultaron por debajo de 5 ppb, el nivel máximo de ocratoxina A establecido por la Comisión Europea. Este porcentaje de 2021 es menor que en 2020 (100%)
- El 3.9% o 7 muestras resultaron mayores que o iguales a 5 ppb, pero no mayores a 10 ppb. Este porcentaje de 2021 es mayor que en 2020 (0%)
- El 0.6% o una (1) muestra resultó mayor a 10 ppb. Ninguna de las muestras de 2020 resultó por arriba de 10 ppb (0%).



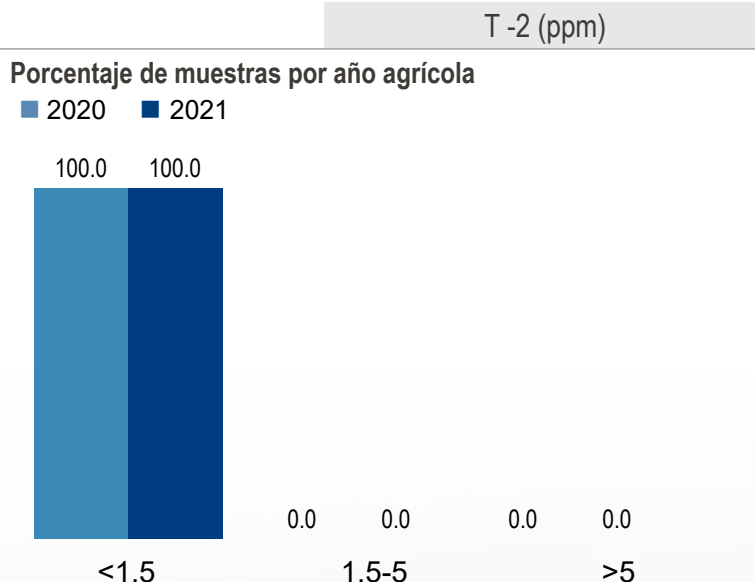
T-2

Esta es una de las varias micotoxinas (como el deoxinivalenol o DON) que pertenece al grupo denominado tricotecenos. La toxina T-2 la producen varias especies de hongos *Fusarium* en los cultivos de granos en desarrollo. Los hongos pueden crecer en una amplia variedad de temperaturas (de -2 a 35°C) y solo con una actividad acuosa superior a 0.88. Como resultado, normalmente la T-2 no se encuentra en los granos en la cosecha, sino en granos que sufrieron daño con agua al dejarlo en el campo después de la cosecha (en especial durante el invierno). Sin embargo, puede haber T-2 en el almacenamiento si el grano ha sufrido daño con agua. La FDA no ha publicado sus niveles de recomendación.

RESULTADOS

Este es el segundo año en que se determina T-2 en las muestras del estudio. Los resultados de T-2 en las 180 muestras analizadas de 2021 son:

- El 100% de las muestras, o sea 180, resultaron por debajo de 1.5 ppm. Este porcentaje de 2021 es el mismo que en 2020.
- El 0% o 0 muestras resultaron mayores que o iguales a 1.5 ppm, pero no mayores a 5 ppm, al igual que en 2020.
- Ninguna muestra (0) o 0% resultó mayor a 5 ppm., al igual que en 2020.



Zearalenona

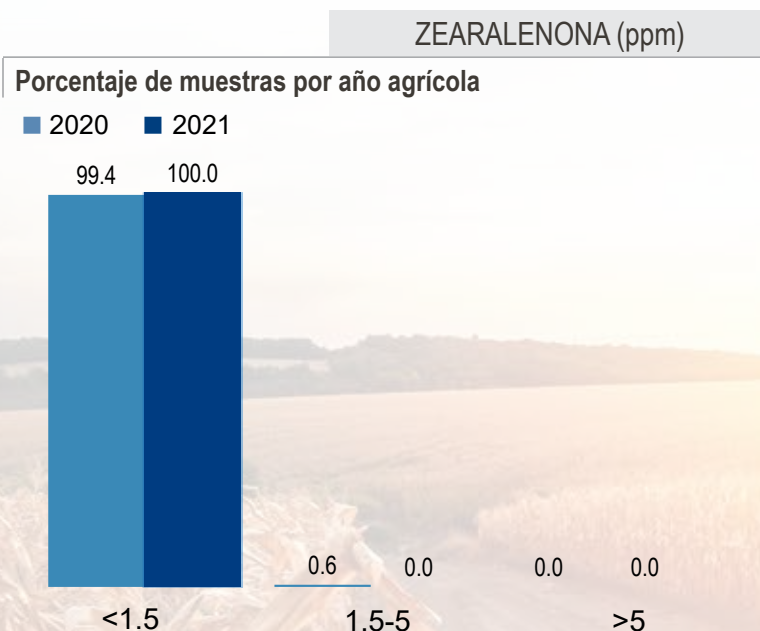
En muchos aspectos la zearalenona es una micotoxina que es muy similar al deoxinivalenol (DON), con algunas excepciones. Ambas están producidas por la especie de hongos *Fusarium*. Como resultado, es frecuente encontrar ambas micotoxinas al mismo tiempo en granos y productos de granos. Las condiciones del crecimiento de la producción de zearalenona son muy comparables a la de DON, con temperaturas óptimas que van de 18°C a 29°C (65°F a 85°F). Además, un descenso en la temperatura durante el crecimiento estimula a que los hongos produzcan toxinas. Los hongos necesitan un contenido de humedad del 20% o más para producir zearalenona, similar a la necesaria para producir DON. Pero si el contenido de humedad durante el crecimiento desciende por debajo del 15%, se detiene la producción de toxinas. Este es uno de los motivos por los que se recomienda que el maíz que se vaya a almacenar se seque con niveles de humedad menores al 15%. Se ha demostrado que los niveles tan bajos de entre 0.1 ppm y 5 ppm ocasionan problemas reproductivos en cerdos, por lo que se debe tener mucho cuidado al alimentar cerdos con granos que probablemente estén contaminados. La FDA no ha publicado niveles de recomendación de zearalenona, pero solo recomienda que se observen los niveles de preocupación de DON.

Al igual que con las otras micotoxinas, se analizó al menos el 25% del número mínimo de muestras objetivo (600) para evaluar el impacto de las condiciones de cultivo de este año sobre la ocratoxina A, T-2 y zearalenona. El criterio de muestreo y la metodología de prueba empleada se describen en las secciones “Métodos de estudio y análisis estadísticos” y “Métodos de análisis”, respectivamente.

RESULTADOS

Este es el segundo año que se determina la zearalenona en las muestras. Los resultados en las 180 muestras analizadas de 2021 son:

- El 100% de las muestras, o sea 180, resultaron por debajo de 1.5 ppm. Este porcentaje es similar al de 2020 (99.4%).
- El 0% o 0 muestras resultaron mayores que o iguales a 1.5 ppm, pero no mayores a 5 ppm. Este porcentaje es similar al de 2020 (0.6%).
- Ninguna muestra (0) o 0% de las 180 muestras resultó mayor a 5 ppm, igual que en 2020.



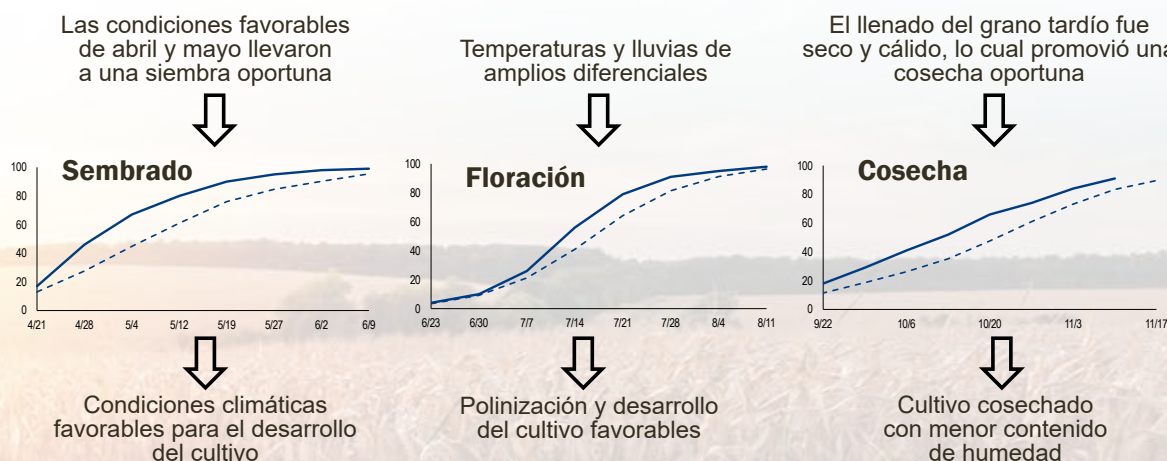
A. LO MÁS DESTACADO DE LA COSECHA DE 2021

El clima desempeña un papel importante en el proceso de siembra del maíz, en las condiciones de crecimiento y en el desarrollo del grano en el campo. Esto a su vez impacta en el rendimiento y la calidad finales. En general, 2021 se caracterizó por tener una temporada anticipada, lluvias benéficas durante la polinización, un período cálido de llenado del grano y un secado y cosecha rápidas. Esta cosecha se sembró antes que el promedio y experimentó una temporada de cultivo por lo general cálida, pero con temperaturas frías al inicio de las críticas etapas de crecimiento del grano, con una calificación de buena a excelente en condiciones de cultivo¹ que estuvo cerca del P5A durante toda la temporada. Las condiciones climáticas aumentaron el peso específico y el tamaño del grano promedio de la cosecha. En comparación con el P10A. A continuación se destacan los acontecimientos clave de la temporada de cultivo de 2021:

- Las condiciones cálidas pero secas aceleraron la temporada de siembra más de una semana antes que el P5A, seguido de un período vegetativo frío y variable.
- La polinización (etapa de florecimiento) sucedió una semana antes que el P5A, la cual tuvo temperaturas más frescas en julio y lluvias en la ECA del Golfo que ayudaron a que surgiera la floración y a la acumulación de almidón del grano.
- El desarrollo inicial del grano en julio fue mayormente fresco, debido al humo de los incendios forestales, con suficiente crecimiento del grano para la acumulación de proteína y almidón, pero menos favorable para que hubiera más contenido de aceite.
- Para la segunda parte del llenado del grano, regresaron las temperaturas cálidas, con lluvias periódicas que dieron continuidad al crecimiento del grano.
- La rápida maduración del cultivo permitió más secado en campo y promovió la cosecha de grano seco, favorable para reducir el daño total, las grietas por estrés y BCFM.

Condiciones de cultivo e impacto en su desarrollo

— 2021 — 2016-2020



¹ El Departamento de Agricultura de Estados Unidos califica semanalmente la cosecha de maíz de EE. UU. durante el ciclo de producción. La clasificación se basa en el potencial de rendimiento y el estrés de la planta debido a varios factores, tales como temperaturas extremas, humedad excesiva o insuficiente, enfermedades, daño por insectos y/o presión de las malezas.

B. CONDICIONES DE SIEMBRA Y DESARROLLO INICIAL

Siembra temprana seca, fresco para las plantas jóvenes, después un junio cálido

Los factores climáticos que impactan el rendimiento y la calidad del maíz son la cantidad de lluvia y la temperatura justo antes y durante la temporada de desarrollo del maíz. Estos factores climáticos interactúan con la variedad de maíz sembrado y la fertilidad de la tierra. El rendimiento del grano está en función del número de plantas por unidad de superficie, el número de granos por planta y el peso de cada grano. Un clima frío o húmedo durante la siembra puede reducir el número de plantas o entorpecer su desarrollo, lo cual deriva en rendimientos más bajos por área. Es benéfico algo de sequedad en la siembra y al inicio del desarrollo. Más adelante en la temporada promueve un sistema radicular más profundo para acceder mejor al agua y mantiene disponible el fertilizante de nitrógeno para el posterior crecimiento de la planta.

2021

En general en 2021, la siembra del maíz ocurrió más o menos una semana antes que el P5A, con un brote temprano similar. El crecimiento vegetativo inicial experimentó condiciones frescas, con algunas escarchas y heladas tardías en mayo, pero sin daños generalizados, que fomentaron un buen crecimiento vegetativo. El crecimiento vegetativo tardío de junio avanzó rápidamente con temperaturas generalizadas por arriba del promedio, secas en las ECA del Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur, pero húmedas en la del Golfo.

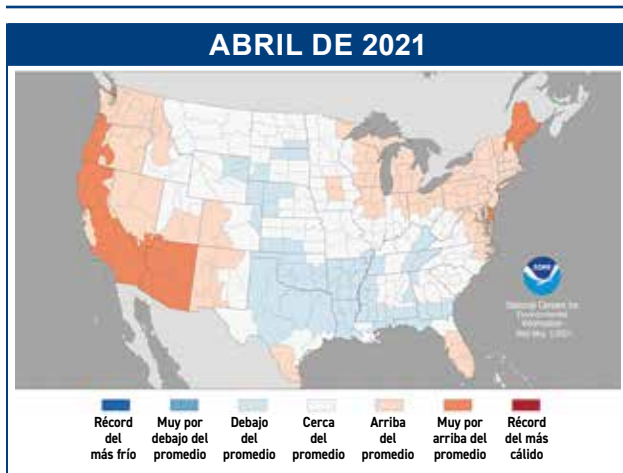
En la ECA Pacífico Noroeste, las condiciones cálidas y secas llevaron a una siembra anticipada. El crecimiento vegetativo tardío experimentó condiciones cálidas y secas, lo cual produjo cierto estrés en las plantas.

La ECA del Golfo fue cálida y seca en abril, lo que provocó la siembra anticipada. El crecimiento vegetativo inicial en mayo fue fresco, con lluvias promedio que fomentaron un excelente crecimiento vegetativo. El mes de junio fue más cálido que el promedio, con lluvias abundantes, salvo la región noroeste de la ECA, que fue muy cálida.

La ECA Ferrocarril del Sur fue fresca y seca para la siembra, pero el desarrollo inicial siguió siendo fresco con fuertes lluvias. Cuando el calor llegó en junio durante el crecimiento vegetativo, el suministro extra de agua del subsuelo minimizó el estrés de la planta.

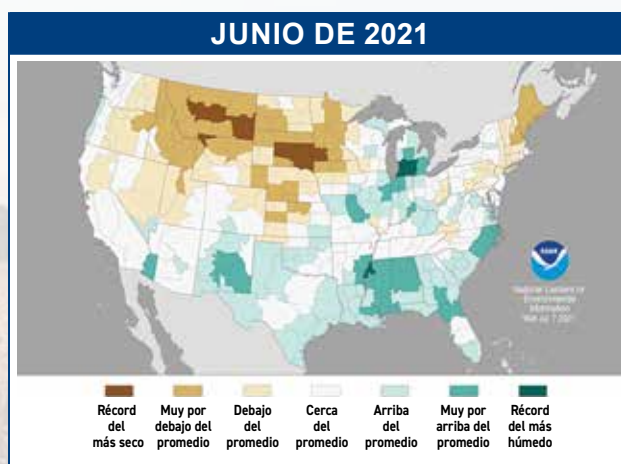
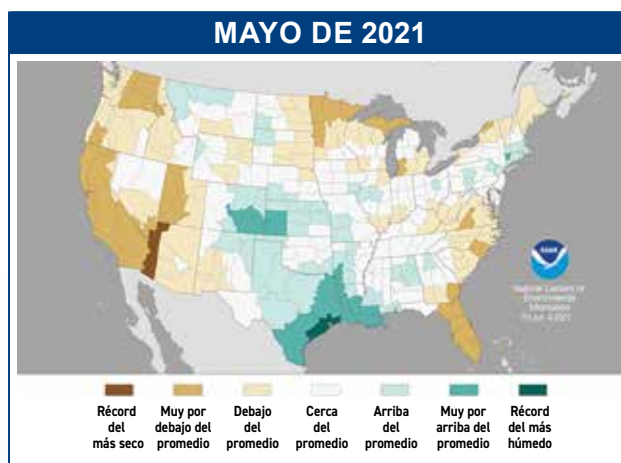
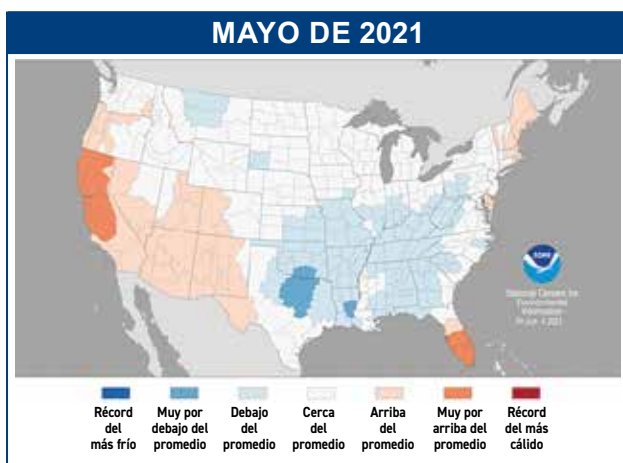
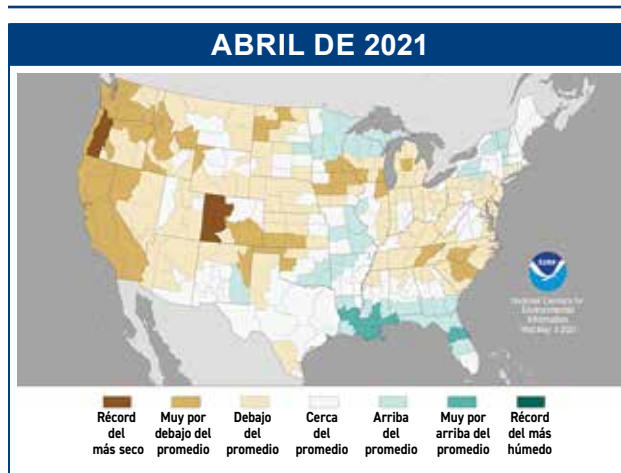
CATEGORÍAS DIVISIONALES DE TEMP. PROMEDIO

(Período: 1895-2021)



CATEGORÍAS DIVISIONALES DE PRECIPITACIONES

(Período: 1895-2021)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

C.CONDICIONES DE POLINIZACIÓN Y LLENADO DEL GRANO

El llenado del grano inicial y fresco favoreció un buen peso específico y volumen del grano

Normalmente la polinización se da en julio. Durante la polinización, las temperaturas por arriba del promedio o la falta de lluvia normalmente reducen el número de granos. Las condiciones climáticas al inicio del período de llenado del grano en julio y agosto son críticas para determinar la composición final del grano. Durante la polinización, la lluvia moderada y las temperaturas más frescas que el promedio, en especial durante la noche, llevaron al aumento de rendimientos. Menos lluvias y altas temperaturas, en especial durante la segunda parte del llenado del grano (de agosto a septiembre), llevaron a más proteína. El nitrógeno también vuelve a movilizarse de las hojas hacia el grano durante el llenado tardío, lo que lleva a aumentar la proteína y el endospermo duro.

En términos del desarrollo de micotoxinas, la producción de aflatoxinas está inducida por el estrés por calor, baja precipitación y las condiciones de sequía durante el florecimiento, seguido de períodos de alta humedad con calor. Aunque la producción de DON se relaciona con el retraso de la cosecha o el almacenado de maíz alto en humedad, las infecciones fúngicas responsables de la producción de esta micotoxina están promovidas por condiciones frescas (de 26°C a 28°C) y húmedas en las tres semanas posteriores a la polinización, al infectarse a través de las inflorescencias femeninas de la mazorca del maíz.

2021

En general en 2021, la buena polinización inicial y el clima fresco al comienzo del crecimiento del grano se equilibró con las lluvias oportunas. El humo de los incendios forestales en el oeste de EE. UU. y Canadá disminuyeron la radiación solar durante la polinización y el llenado del grano inicial, lo que hizo que el mes de julio fuera más fresco de lo normal, pero redujo también la acumulación de aceite en el grano. Estas condiciones climáticas no fueron propicias para el desarrollo de aflatoxinas o DON.

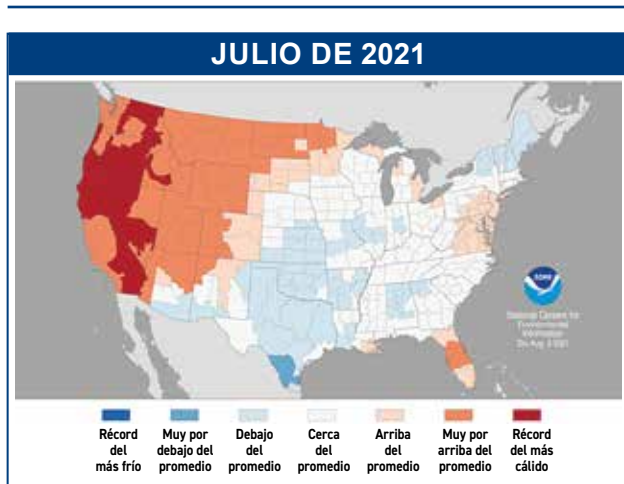
En la ECA Pacífico Noroeste, la región del norte fue cálida en la polinización, lo que sincronizó el crecimiento en toda la ECA. En julio, las temperaturas se moderaron para el buen establecimiento del número de granos. Las condiciones cálidas y húmedas durante el llenado intermedio del grano, llevaron a altos niveles de proteína. Algunas zonas de extrema sequía no polinizaron o se cosecharon antes para ensilado en lugar de grano, por lo que no forman parte de este informe.

En julio durante la polinización, la ECA del Golfo estuvo relativamente fresca y húmeda, con un llenado intermedio del grano en agosto que se volvió más cálido y seco. Para el llenado final del grano, las temperaturas cálidas de septiembre estuvieron acompañadas de sequía en la parte occidental, pero siguieron húmedas en la parte oriental de la ECA.

La ECA Ferrocarril del Sur fue fría y seca en julio después de la polinización, después se calentó con las lluvias oportunas de agosto y septiembre. Las condiciones de desarrollo en la ECA Ferrocarril del Sur fueron propicias para un peso específico excelente y una buena acumulación de proteína.

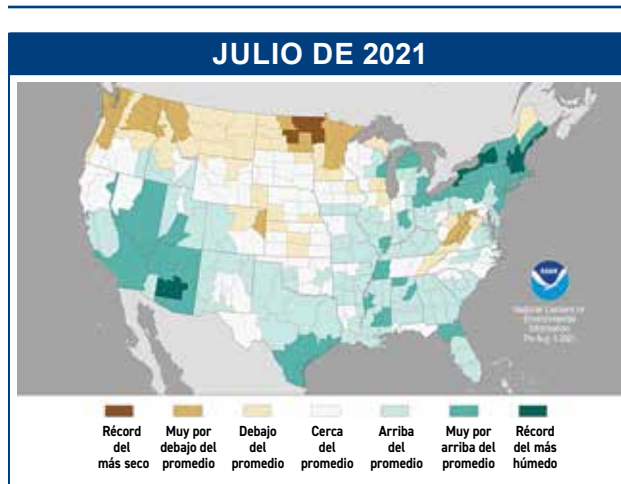
CATEGORÍAS DIVISIONALES DE TEMP. PROMEDIO

(Período: 1895-2021)

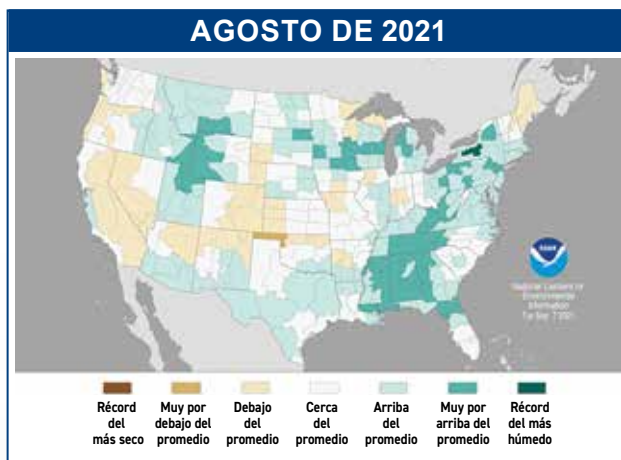


CATEGORÍAS DIVISIONALES DE PRECIPITACIONES

(Período: 1895-2021)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

D.CONDICIONES DE LA COSECHA

Cosecha temprana

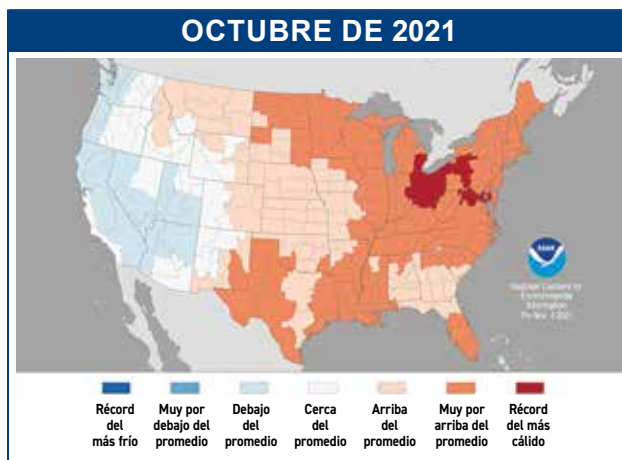
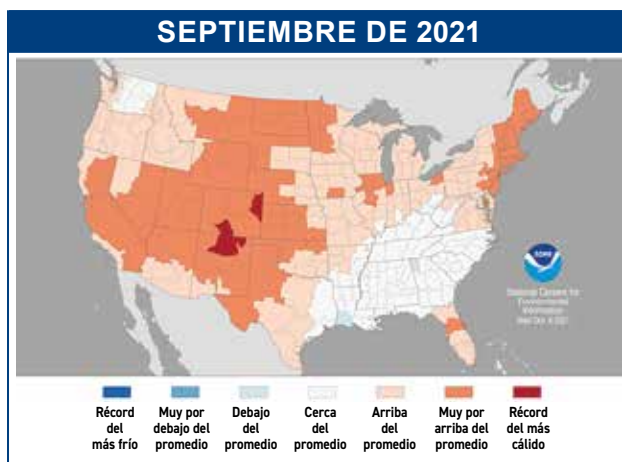
El grano de maíz en la madurez presentó una humedad de entre el 25 y el 35%. Al final de la temporada de desarrollo, la tasa de secado del grano al nivel ideal de entre 15 y 20% de humedad depende del sol, temperatura, humedad ambiental y del suelo. El maíz puede secarse más eficazmente con el menor impacto adverso en la calidad, en plenos días soleados, cálidos y secos. Una preocupación climática al final de la temporada de desarrollo son las temperaturas de congelación. Una helada temprana antes de que el grano pueda secarse lo suficiente puede ocasionar un menor rendimiento, densidad verdadera y peso específico. Si se cosecha prematuramente, los granos de humedad más alta pueden ser susceptibles a más grietas por estrés y a un mayor rompimiento, que el grano más seco.

2021

Las condiciones bastante cálidas en septiembre, junto a las preocupaciones sobre la baja calidad del tallo a causa de las condiciones con humo y las enfermedades al inicio, llevaron a una cosecha anticipada con altas cifras de tamaño del grano y peso de 100 granos. La mitad del cultivo se cosechó a mediados de octubre, un ritmo más rápido que el del P5A, pero las lluvias posteriores desaceleraron la cosecha en gran parte del Cinturón de Maíz de EE. UU.

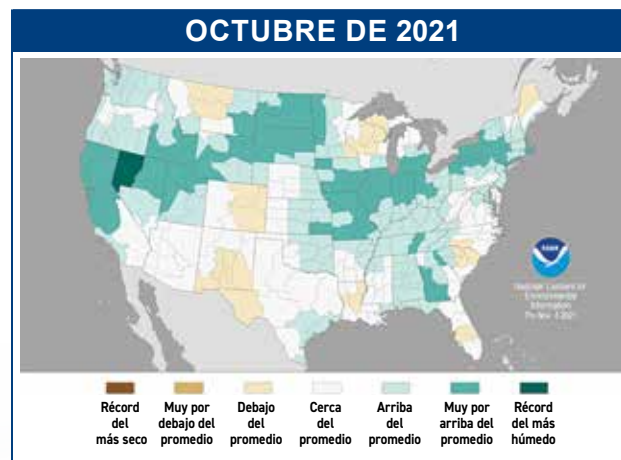
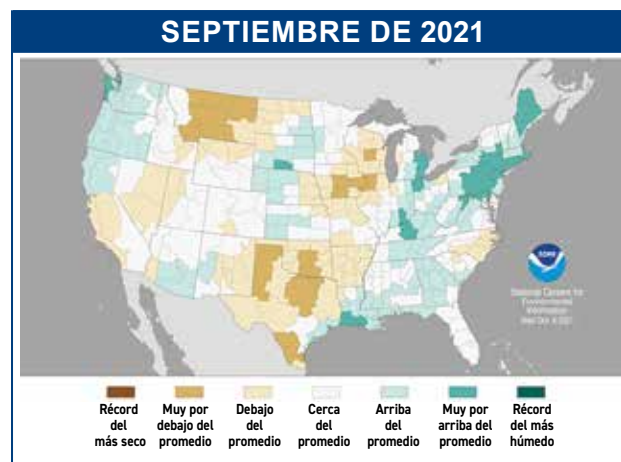
Las condiciones cálidas que experimentó el cultivo al final de la temporada no fueron propicias para el desarrollo de micotoxinas como DON, fumonisina, ocratoxina A, T-2 y zearalenona. Las mismas condiciones también aceleraron la madurez del cultivo y contribuyeron a una cosecha anticipada, lo que impidió aún más el desarrollo de dichas micotoxinas.

CATEGORÍAS DIVISIONALES DE TEMP. PROMEDIO (Período: 1895-2021)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

CATEGORÍAS DIVISIONALES DE PRECIPITACIONES (Período: 1895-2021)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

E. COMPARACIÓN DE 2021 CON 2020 Y 2019, Y CON EL P5A

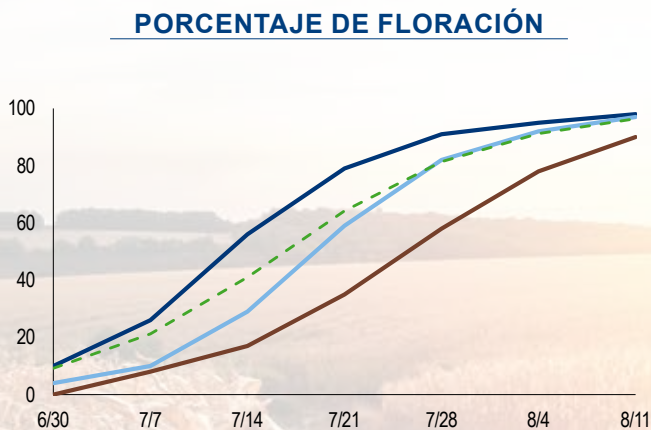
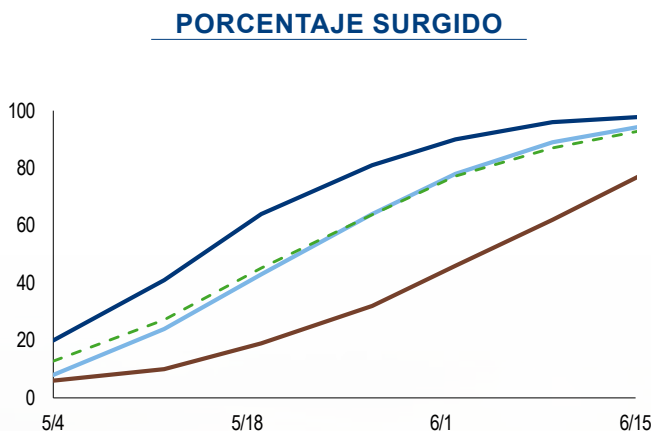
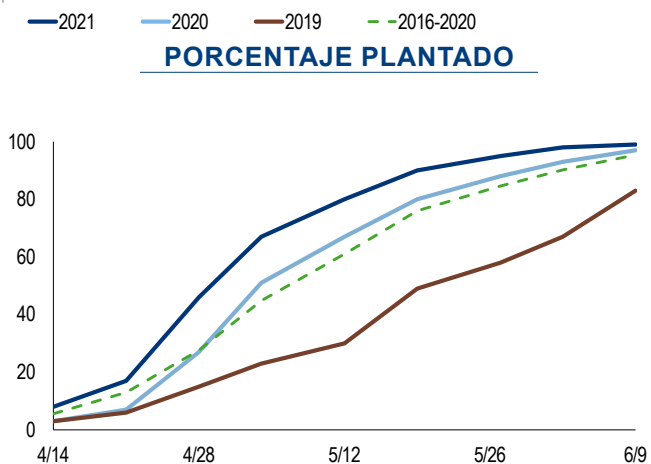
El cultivo de 2021 se desarrolló rápidamente, con estrés moderado

El clima cálido y seco de abril hizo que la siembra de 2021 se adelantara una semana o más con relación al P5A. El clima fresco y seco en la primavera de 2020 hizo que la siembra se adelantara en comparación al P5A. En contraste, la siembra del cultivo de 2019 se retrasó mucho de mayo a junio, lo que impidió la siembra en una gran zona debido a las condiciones húmedas.

El brote del cultivo en 2021 siguió estando adelantado al P5A, en 2020 fue cercano al P5A, mientras que en 2019 hubo un retraso de dos a tres semanas. Las condiciones frescas constantes de 2020 desaceleraron el crecimiento vegetativo comparado con el P5A, mientras que en 2021 hubo menos retraso en el crecimiento.

En 2021 las temperaturas más frescas ayudaron a la polinización, mientras que en 2020 hubo lluvia que contrarrestó la sequedad temprana. En 2019, las plantas se desarrollaron rápidamente para que se llevara a cabo la polinización, solo dos semanas por detrás del P5A.

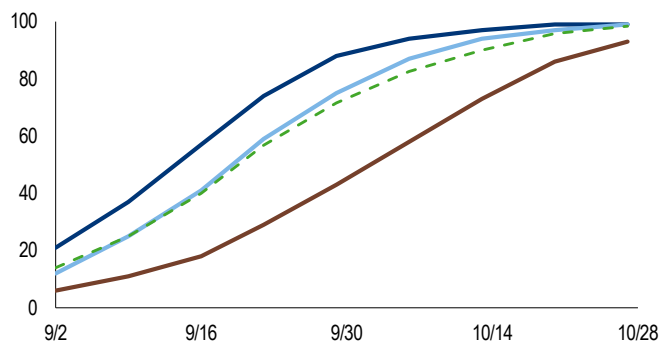
Avance de la cosecha



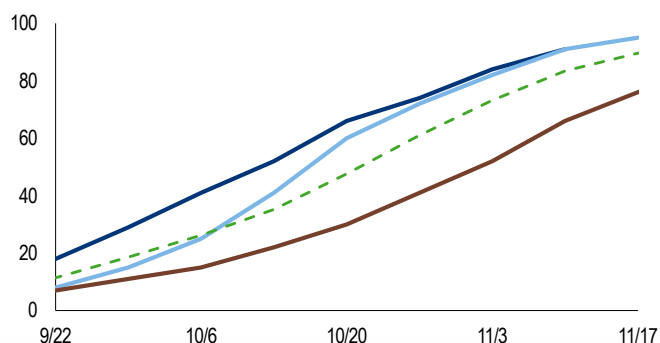
Fuente: NASS del USDA

Avance de la cosecha

— 2021 — 2020 — 2019 - - 2016-2020

PORCENTAJE MADURO

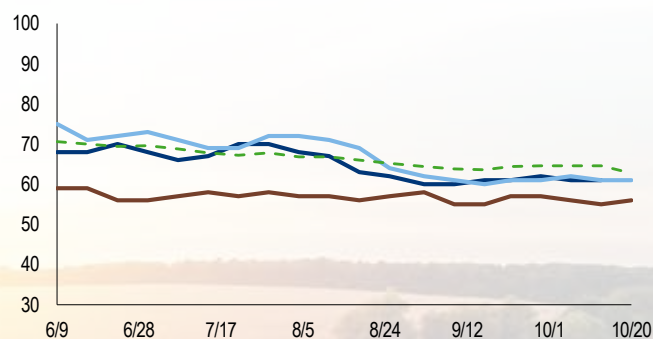
En 2021, el humo de los incendios forestales en Canadá y el Oeste, enfriaron las temperaturas e inhibieron parte de la fotosíntesis, pero no afectaron tanto al desarrollo del grano como en 2019. En 2019, las temperaturas frescas de agosto desaceleraron el llenado del grano, mientras que el calor récord de septiembre no pudo ayudar a acelerar el desarrollo.

PORCENTAJE COSECHADO

En 2020 y 2021 la cosecha fue más rápida que el P5A, gracias a las condiciones secas. La cosecha de 2019 se retrasó de forma importante en comparación con el P5A, por la maduración tardía de las plantas y los campos húmedos.

Condiciones del cultivo de maíz de EE. UU
Porcentaje calificado de bueno a excelente

— 2021 — 2020 — 2019 - - 2016-2020



En 2021, el cultivo empezó con una calificación alta de condición de buena a excelente², que permaneció cerca del P5A durante toda la temporada. No obstante, en 2020 la sequedad persistente y el calor durante la polinización llevaron a una tendencia estable de disminución de la calificación. La cosecha de maíz de 2019 tuvo una calificación modesta en comparación con el P5A, lo que indicó una temporada de cultivo dura y muy variable.

Fuente: NASS del USDA

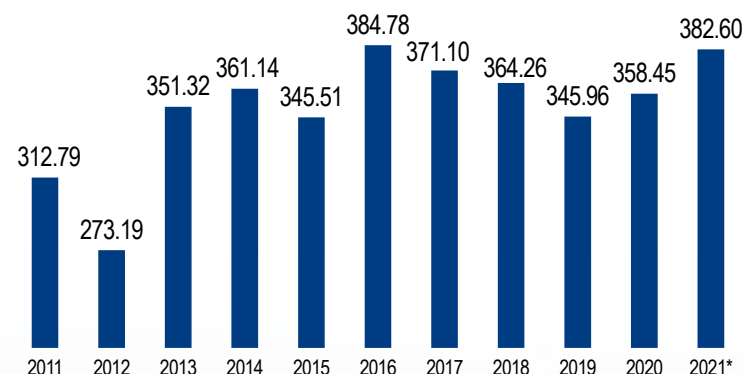
² Una buena calificación significa que las perspectivas de rendimiento son normales: los niveles de humedad son adecuados y las enfermedades, el daño por insectos y la presión de las malezas son de poca importancia. Una calificación excelente significa que las perspectivas de rendimiento están por arriba de lo normal: la cosecha experimenta poco o ningún estrés; las enfermedades, el daño por insectos y la presión de las malezas son insignificantes.

A. PRODUCCIÓN DE MAÍZ ESTADOUNIDENSE

Producción y rendimiento promedio de EE. UU.

De acuerdo con el informe de noviembre de 2021 titulado World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) del USDA, se prevé que la producción de maíz estadounidense de 2021 sea de 382.60 millones de ton (15,062 millones de bushels). De llevarse a cabo, la cosecha de este año sería la segunda mayor registrada, apenas por detrás de la de 2016. Esta gran producción prevista de 2021 es el resultado del mayor rendimiento promedio registrado junto con la mayor superficie en hectáreas cosechada en comparación con las tres cosechas anteriores. El rendimiento promedio previsto de 2021 de 11.11 ton/ha (177 bu/ac) sobrepasó el anterior récord de 11.09 ton/ha (176.6 bu/ac) establecido en la cosecha de 2017. En términos de hectáreas cosechadas, la previsión de las 34.45 millones (85.1 millones de acres) cosechadas es ligeramente más que las 33.56 millones de hectáreas (82.9 millones de acres) del P5A.

Producción de maíz de EE. UU. (millones de ton)



*Proyectado

Fuente: NASS del USDA

Rendimiento de maíz y superficie cosechada

■ Hectáreas cosechadas (millones) ■ Rendimiento (ton/ha)



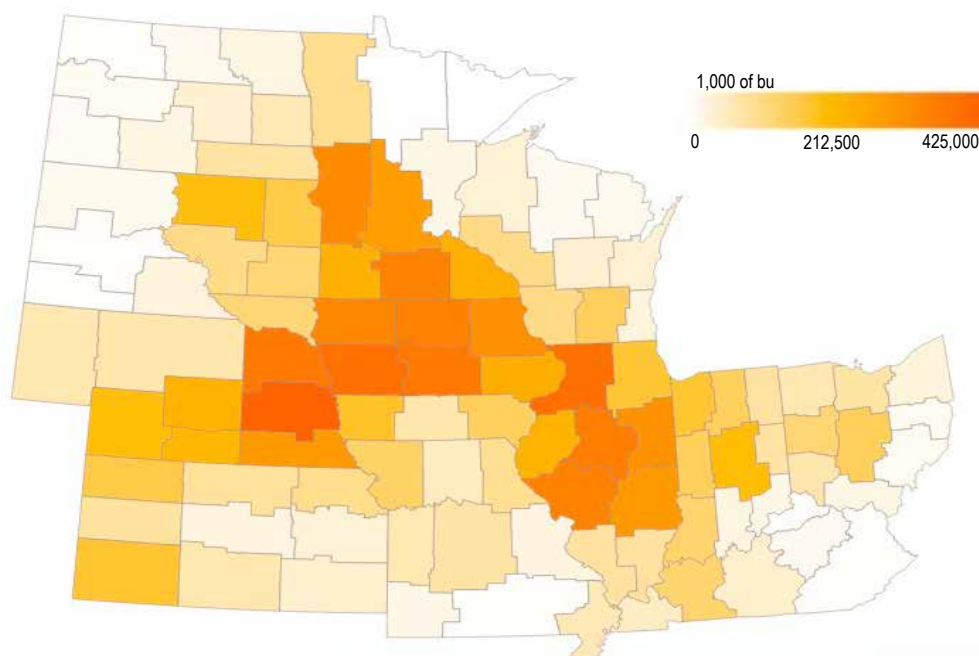
*Proyectado

Fuente: NASS del USDA

Producción a nivel ASD y estatal

Las zonas geográficas incluidas en el *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2021/2022* abarcan las regiones de mayor producción de maíz de Estados Unidos. El siguiente mapa muestra la producción de maíz de 2021 prevista por Distrito Estadístico Agrícola (ASD, por sus siglas en inglés) del USDA. Estos estados representan más del 90% de las exportaciones de maíz de EE. UU.¹

Producción de maíz proyectada de EE. UU. en 2021 por ASD



Fuentes: Estimaciones de NASS del USDA y Centrec

¹ Fuentes: NASS del USDA, GIPSA del USDA y estimados de Centrec

Las gráficas y cuadros de la producción de maíz por estado de EE. UU. resumen los cambios en la producción entre las cosechas de maíz de 2020 y su previsión para 2021 de cada estado. El cuadro también incluye una indicación de los cambios relativos en la superficie cosechada y el rendimiento. La barra verde indica un incremento relativo y la roja una disminución relativa con respecto a 2020 con la previsión de 2021.

Se esperan grandes incrementos (mayores al 5%) en la producción de seis de los 12 principales estados clave productores de maíz con respecto a sus cosechas de 2020. En 2021 se prevé que solo Kansas y Missouri tengan reducciones año con año de producción de más del 3%. Hágase notar en aumento en la producción de Dakota del Norte y Dakota del Sur. Si bien el clima cálido y seco llevó a un menor rendimiento de lo esperado en estos estados, se esperan que los aumentos en superficie cosechada compensen con creces los menores rendimientos y lleven a una mayor producción comparada con 2020.

Producción del maíz estadounidense por estado

Estado	2020	2021*	Diferencia		% Cambio relativo †	
			M ton	Porcentaje	Acres	Rendimiento
Illinois	53.85	56.78	2.93	5.4%		
Indiana	24.94	25.20	0.27	1.1%		
Iowa	58.00	63.56	5.57	9.6%		
Kansas	19.47	18.71	(0.76)	-3.9%		
Kentucky	6.36	6.96	0.60	9.5%		
Minnesota	36.43	36.85	0.42	1.1%		
Missouri	14.25	13.74	(0.51)	-3.6%		
Nebraska	45.22	46.57	1.36	3.0%		
Dakota del Norte	6.28	10.48	4.19	66.7%		
Ohio	14.33	16.14	1.81	12.6%		
Dakota del Sur	18.31	19.66	1.35	7.4%		
Wisconsin	12.88	12.84	(0.03)	-0.2%		
Total EE. UU.	345.95	382.57	36.63	10.6%		

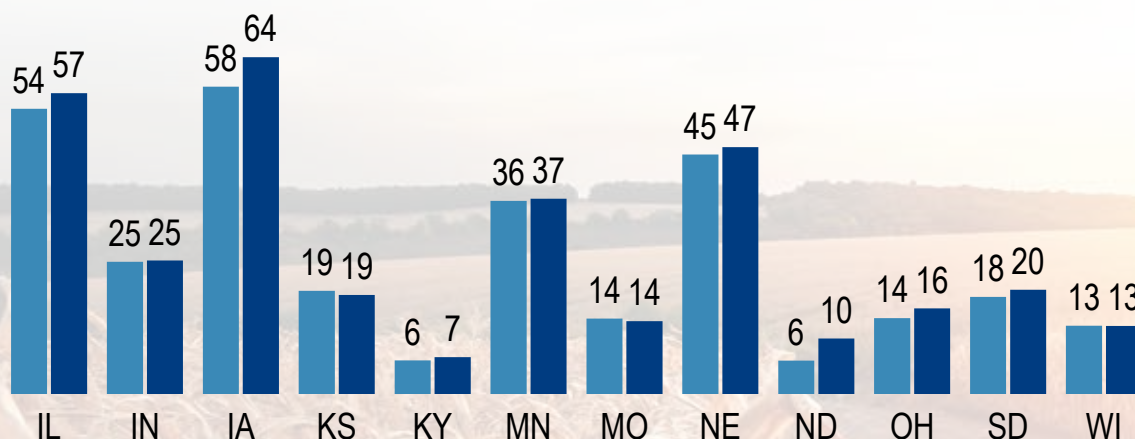
†El color verde indica mayor que en años anteriores y el rojo indica menor que el año anterior; la altura de la barra indica la cantidad relativa.

*=Proyectado

Fuente: NASS del USDA

Producción del maíz estadounidense por estado (millones de ton)

■ 2020 ■ 2021*



*Proyectado

Fuente: NASS del USDA

B. USO DEL MAÍZ E INVENTARIOS FINALES DE EE. UU.

El uso del maíz de EE. UU. para alimento para consumo humano, semillas y otros propósitos industriales que no sean etanol, se ha mantenido constante en los últimos cuatro años comerciales ya terminados.

La cantidad de maíz usada para la producción nacional de etanol depende en gran medida del consumo de gasolina terminada de EE. UU. Después de una disminución del 9.7% en el año comercial 19/20 debido a la pandemia del covid-19, el maíz utilizado para la producción nacional de etanol aumentó 3.6% en el año comercial 20/21.

Con las amplias existencias de maíz y a precios competitivos en comparación con otros ingredientes, aumentó 8.7% durante el año comercial 19/20 el consumo directo de este grano como ingrediente de alimentos balanceados en los alimentos para la ganadería y avicultura nacional. Dado que parte del maíz del año comercial 20/21 regresó a la producción nacional de etanol, el consumo de maíz para alimentos balanceados y uso residual cayó 5.1% a un nivel ligeramente mayor al del año comercial 18/19. Esta disminución más que compensa el ligero aumento del maíz usado en etanol y coproductos, lo que en el año comercial 20/21 llevó a una leve disminución del consumo nacional total comparado con el año anterior.

La reducción del consumo nacional total dejó más disponibilidad de maíz para exportación en el año comercial 20/21, por lo que en este año las exportaciones fueron las mayores registradas.

Las exportaciones récord de maíz estadounidense contribuyeron a que los inventarios final fueran los más bajos desde el año comercial 13/14.

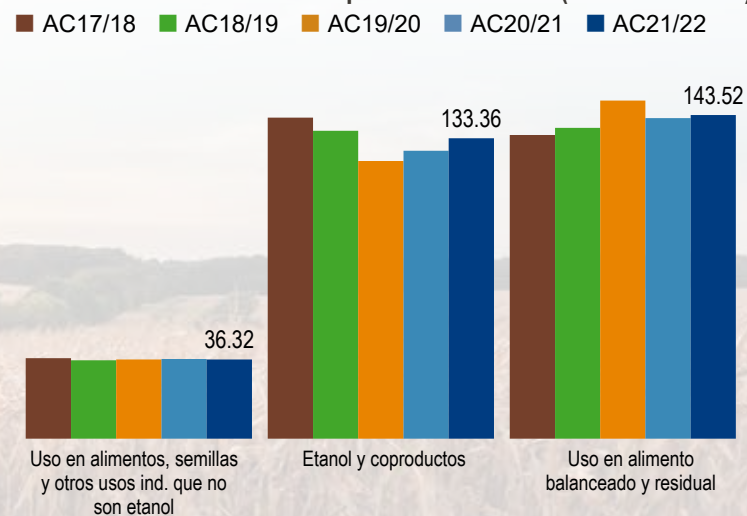
C. PANORAMA

Panorama de EE. UU.

Se prevé que la cosecha de maíz de EE. UU. de 2021 solo quede por detrás de la de 2016 como de las mayores registradas. De llevarse a cabo, el tamaño de la cosecha de este año dejará una abundante oferta de maíz para el consumo nacional y las exportaciones en el año comercial 21/22.

Se espera que en el año comercial 21/22, el uso de maíz para alimentos para consumo humano, semillas y para uso industrial que no sea etanol permanezca en buena parte sin cambios, comparado con 20/21, como continuación del patrón de los cuatro años comerciales anteriores.

Uso de maíz estadounidense por año comercial (millones de ton)



*Proyectado

Fuentes: WASDE del USDA y ERS

La previsión del uso del maíz para etanol de 21/22 es ligeramente mayor que la de 20/21, pero sigue siendo menor a los niveles anteriores a la pandemia de los años comerciales del 17/18 y 18/19. Después de un aumento anual del 3.6% en el año comercial 20/21, el aumento previsto del uso de maíz para etanol en 21/22 de 4.3% dependerá de que continúe la recuperación en la demanda nacional de gasolina con respecto al pandemia.

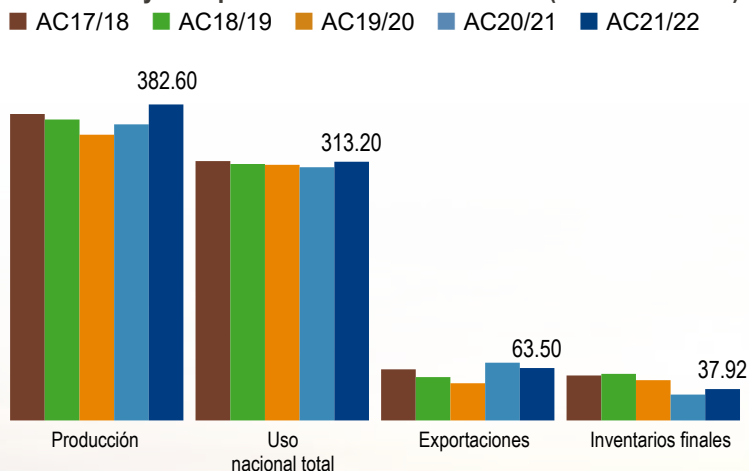
Se espera que el uso nacional del maíz para alimentos balanceados y residual en el año comercial 21/22 sea de 1.33 millones de ton más (un aumento del 0.9%) en comparación con 20/21. La previsión para este año de 143.52 millones de ton del uso nacional de maíz para alimento balanceado y residual se espera que sea de 2.81 millones de ton más (2% mayor) que el P5A (140.71 millones de ton).

Se prevén mayores exportaciones de maíz de EE. UU. para el año comercial 21/22 como resultado de la mayor cosecha prevista. Se pronostica que en el año comercial 21/22 las exportaciones de maíz estadounidense sean 63.50 millones de toneladas, una disminución de 6.42 millones de toneladas (9.2%) con respecto a los niveles registrados en el año comercial 20/21. Aunque se prevé una disminución año tras año, todavía se pronostica que las exportaciones de maíz estadounidense del año comercial 21/22 sean 5.94 millones de toneladas más (10.3% más altas) en comparación con el P5A (57.56 millones de ton).

Dada la gran cosecha de maíz prevista, también se prevé que los inventarios finales de EE. UU. aumenten de los inventarios finales relativamente bajos del año comercial 20/21. Se prevé que los inventarios finales sean de 37.92 millones de toneladas, 6.52 millones de toneladas más (20.7% más altas) que el año comercial 20/21. No obstante, se sigue pronosticando que los inventarios finales del año comercial sean 11.91 millones de toneladas menos (23.9% más bajas), comparado con el P5A (49.84 millones de ton).

En términos de la proporción de inventarios a uso, se proyecta que el año comercial 21/22 sea del 10.1%. Aparte de la del año comercial anterior de 8.3%, esta es la proporción de inventarios a uso prevista más baja desde el año comercial 13/14 (9.2%).

Producción y desaparición del maíz de EE. UU. (millones de ton)



*Proyectado

Fuentes: WASDE del USDA y ERS

Panorama internacional²

Oferta global

Se espera que la producción mundial de maíz durante el año comercial 21/22 sea de 1,204.62 millones de ton. Este aumento de 85.60 millones de ton (7.6%) de la producción del año comercial 20/21 se debe principalmente a una mayor producción estadounidense.

Además, se espera que la exportación mundial de maíz durante el año comercial 21/22 sea de 203.47 millones de ton. Este aumento de 26.91 millones de ton (15.2%) con respecto a la del año comercial 20/21 se debe principalmente a mayores exportaciones de otros países, ya que se espera que las de EE. UU. sean 6.42 millones de ton más bajas (9.2% menos) que en el año comercial 20/21.

Demanda global

Se espera que el consumo mundial de maíz aumente de las 1,133.63 millones de ton del año comercial 20/20 a 1,192.07 millones de ton en 21/22, un aumento anual del 5.2%. Se prevé que en el año comercial 21/22, China, Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea, Turquía, Nigeria y Brasil consuman por lo menos 1 millón de ton más de maíz que en el año anterior. En contraste, se anticipa que solo Etiopía reduzca su consumo de maíz más de 1 millones de toneladas con respecto al año comercial previo.

En Turquía y Canadá se prevén incrementos anuales de las importaciones de por lo menos 1 millón de ton. Se anticipan reducciones en las importaciones de maíz de China, Vietnam y Brasil por más de 1 millón de toneladas en comparación con el año comercial anterior.

² USDA/Foreign Agricultural Service- Production, Supply and Distribution Database. Información obtenida en noviembre de 2021.



RESUMEN DE LA OFERTA Y USO DEL MAÍZ ESTADOUNIDENSE POR AÑO COMERCIAL

Unidades métricas	17/18	18/19	19/20	20/21	21/22*
Superficie (millones de hectáreas)					
Sembrada	36.50	35.98	36.33	36.70	37.77
Cosechada	33.50	32.91	32.93	33.33	34.45
Rendimiento (ton/ha)	11.09	11.07	10.51	10.76	11.11
Oferta (millones de ton)					
Inventario inicial	58.25	54.37	56.41	48.76	31.41
Producción	371.10	364.26	345.96	358.45	382.60
Importaciones	0.91	0.71	1.06	0.62	0.64
Oferta total	430.27	419.34	403.44	407.82	414.64
Uso (millones de ton)					
Uso en alimentos, semillas y otros usos ind. que no son etanol	36.88	35.93	36.32	36.50	36.32
Etanol y coproductos	142.37	136.61	123.37	127.81	133.36
Alim. bal. y residual	134.74	137.85	149.88	142.18	143.52
Exportaciones	61.91	52.54	45.13	69.92	63.50
Uso total	375.90	362.93	354.69	376.41	376.70
Inventarios finales	54.37	56.41	48.76	31.41	37.92
Precio promedio en granja (\$/ton.**)	132.28	142.12	140.15	178.34	214.56

Unidades inglesas	17/18	18/19	19/20	20/21	21/22*
Superficie (millones de acres)					
Sembrada	90.2	88.9	89.7	90.7	93.3
Cosechada	82.7	81.3	81.3	82.3	85.1
Rendimiento (bu/acre)	176.6	176.4	167.5	171.4	177
Oferta (millones de bushels)					
Inventario inicial	2,293	2,140	2,221	1,919	1,236
Producción	14,609	14,340	13,620	14,111	15,062
Importaciones	36	28	42	24	25
Oferta total	16,939	16,509	15,883	16,055	16,323
Uso (millones de bushels)					
Uso en alimentos, semillas y otros usos ind. que no son etanol	1,452	1,415	1,430	1,437	1,430
Etanol y coproductos	5605	5378	4857	5032	5250
Alim. bal. y residual	5304	5427	5900	5597	5650
Exportaciones	2437	2068	1777	2753	2500
Uso total	14,798	14,288	13,964	14,819	14,830
Inventarios finales	2,140	2,221	1,919	1,236	1,493
Precio promedio en granja (\$/bu.**)	3.36	3.61	3.56	4.53	5.45

*Proyectado

** Los precios en granja son promedios ponderados con base en el volumen del embarque de la granja.

El precio promedio en granja de 21/22* se basa en el precio proyectado en el WASDE de noviembre.

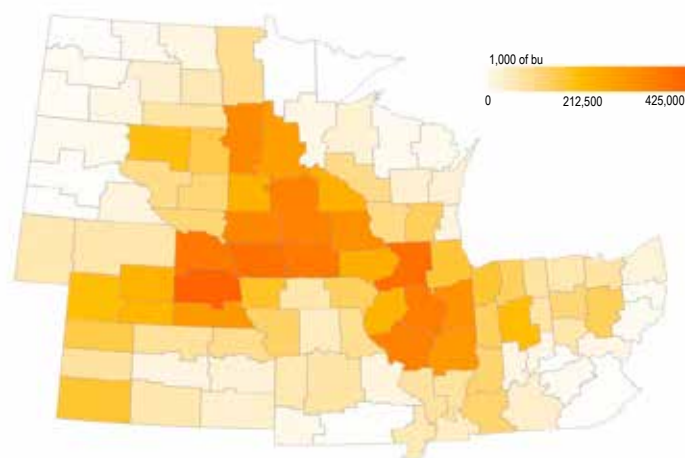
Fuentes: WASDE del USDA y ERS

A. VISIÓN GENERAL

Los puntos clave del diseño del estudio, metodología de muestreo y análisis estadístico de este *Informe de Cosecha de 2021/2022* son los siguientes:

- De acuerdo con la metodología desarrollada en los diez *Informes de la Cosecha* anteriores, las muestras se estratificaron proporcionalmente por Distritos Estadísticos Agrícolas (ASD) a lo largo de los 12 estados clave productores de maíz, que representan más del 90% de las exportaciones de este grano de EE. UU.
- Se esperaba recolectar mínimo 600 muestras de los 12 estados para lograr un margen de error relativo no mayor al 10% para los cálculos de factores de calidad del promedio agregado de EE. UU. al 95% de nivel de confianza.
- Para este informe se recibieron y analizaron un total de 610 muestras de maíz sin mezclar. Estas muestras se obtuvieron en los elevadores locales de camiones que venían de las granjas, entre el 25 de agosto y el 11 de noviembre de 2021.
- Se utilizó una técnica de muestreo estratificado proporcional para el análisis de micotoxinas de los ASD en los 12 estados en los que se estudiaron los otros factores de calidad. Este muestreo dio como resultado 180 muestras a las que se les determinó aflatoxinas, DON, fumonisina, ocratoxina A, T-2 y zearalenona.
- 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).
- Para evaluar la validez estadística de las muestras, se calculó el margen de error relativo de cada uno de los factores de calidad en el promedio agregado de EE. UU. y en las tres ECA. Ningún factor de calidad del promedio agregado de EE. UU. tuvo un margen de error relativo por arriba del 10%. No obstante, las ECA Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur tuvieron un margen de error relativo de grietas por estrés de 14.3% y 11%, respectivamente. Aunque este nivel de precisión es menor al deseado, no invalida el cálculo.
- Se calcularon dos pruebas t bilaterales a un nivel de confianza del 95% para medir las diferencias estadísticas entre los promedios de factores de calidad de este año y de los de los dos informes anteriores, el P5A y el P10A.

Producción de maíz proyectada de EE. UU. en 2021 por ASD



Fuentes: Estimaciones de NASS del USDA y Centrec

B. DISEÑO DEL ESTUDIO Y MUESTREO

Diseño del estudio

Para este *Informe de la Cosecha de 2021/2022* la población objetivo fue el maíz amarillo de los 12 estados clave productores de EE. UU. que representan más del 90% de las exportaciones de este grano del país.¹ Se aplicó una técnica de **muestreo aleatorio estratificado proporcional** para garantizar un muestreo estadístico sólido del maíz estadounidense en su primera etapa del canal de comercialización. Son tres las características clave que definen la técnica de muestreo: la **estratificación** de la población a muestrearse, la **proporción de muestreo** por estrato y el procedimiento de selección de **muestreo aleatorio**.

La **estratificación** implica dividir la población del estudio de interés en subpoblaciones distintas, que no se traslapen, llamadas estratos. Para este estudio, la población del estudio fue maíz producido en zonas con probabilidad de exportar a mercados del extranjero. El USDA divide cada estado en varios Distritos Estadísticos Agrícolas (ASD) y calcula la producción de maíz de cada uno de estos. Los datos de la producción de maíz del USDA, junto con los cálculos de las exportaciones, se usaron para definir la población del estudio en los 12 estados clave productores. Los ASD fueron las subpoblaciones o estratos utilizados para este estudio. De esos datos, el Consejo calculó la proporción de cada ASD de la producción total y de las exportaciones para determinar la **proporción de muestreo** (el porcentaje de las muestras totales por ASD) y en última instancia, el número de muestras de maíz a recolectarse en cada ASD. El número de muestras recolectadas para el *Informe de la Cosecha de 2021/2022* difiere de un ASD a otro debido a las diferentes participaciones de producción estimada y niveles de exportaciones.

El establecimiento del **número de muestras recolectadas** ha permitido que el Consejo calcule los promedios verdaderos de los diferentes factores de calidad con cierto nivel de precisión. El nivel de precisión elegido para el *Informe de la Cosecha de 2021/2022* fue un margen de error relativo no mayor al 10%, calculado con un 95% de nivel de confianza.

Para determinar el número de muestras del margen de error relativo objetivo, debe utilizarse idealmente la varianza de la población (es decir, la variabilidad del factor de calidad del maíz al momento de la cosecha) de cada uno de los factores de calidad. Una mayor variación entre los niveles o valores de un factor de calidad requiere de 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. Por ende, se necesitarían diferentes tamaños de muestra para cada factor de calidad para el mismo nivel de precisión.

¹ Fuente: USDA NASS, GIPSA del USDA y estimados de Centrec

Ya que no se conocían las varianzas de población de los 16 factores de calidad evaluados en la cosecha de maíz de este año, se usaron las varianzas estimadas del *Informe de la Cosecha de 2020/2021* como valores representativos. Se calcularon las varianzas y, en última instancia, el número estimado de muestras necesarias para que el margen de error relativo no fuera mayor a 10% en los 13 factores de calidad con los resultados de 2020 de las 601 muestras. No se examinaron el maíz quebrado, material extraño y daño por calor. Con base en esta información, un tamaño mínimo de muestras de 600 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.

Aunque en los resultados de 2020 del margen de error relativo de grietas por estrés no fue mayor al 10% en el promedio agregado de EE. UU., este factor de calidad tuvo un margen de error relativo ligeramente mayor al 10% en tres de los diez informes anteriores. Debido al tamaño de la muestra del informe de 2021 y lo imprevisible de la varianza de este factor de calidad, existía la posibilidad de que las grietas por estrés no cumplieran el nivel objetivo de precisión del promedio agregado. Sin embargo, en informes anteriores, el margen de error relativo de grietas por estrés nunca ha sido mayor a 12%.

En la determinación del grado, humedad y características químicas y físicas se utilizó el mismo método de muestreo estratificado proporcional para el análisis de micotoxinas de las muestras de maíz. Además de utilizar el mismo método de muestreo, se estableció el mismo nivel de precisión de un margen de error relativo no mayor a 10%, calculado con un 95% de nivel de confianza.

Se calculó que analizar al menos 25% del número mínimo total de muestras (600) proporciona ese nivel de precisión. Dicho de otra manera, si se analizan al menos 150 muestras, se brindaría un nivel de confianza del 95% de que el porcentaje de muestras con aflatoxinas determinadas por debajo del nivel de acción de la FDA de 20 ppb y que el porcentaje de muestras con DON determinado por debajo del nivel de recomendación de la FDA de 5 ppm tendrían un margen de error relativo no mayor a 10%. Para el informe de este año no hubo un nivel de precisión objetivo de fumonisina, ocratoxina A, T-2 y zearalenona. El método de muestreo estratificado proporcional también requirió analizar al menos una muestra de cada ASD en la zona de muestreo. Para cumplir los criterios de muestreo de analizar el 25% del número mínimo de muestras (600) y al menos una muestra de cada ASD, el número objetivo de muestras a analizar para micotoxinas fue de 180.

A partir del *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, solo las muestras a las que se les analicen micotoxinas se les determinará el endospermo duro. En el *Informe de la Cosecha 2021/2022* se amplió este protocolo de análisis al peso de 100 granos, volumen del grano y densidad verdadera del grano. En las muestras analizadas de los diez informes anteriores, el margen de error relativo de estos factores de calidad nunca ha sobrepasado el 0.6%, muy por debajo del máximo nivel de precisión objetivo de 10%. Por ende, la reducción del número de muestras a las que se les determina endospermo duro, peso de 100 granos, volumen del grano y densidad verdadera del grano probablemente mantendrá la precisión de los estimados de estos factores de calidad muy por debajo del máximo nivel objetivo de 10%.

En los primeros ocho años del *Informe de la Cosecha*, 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:

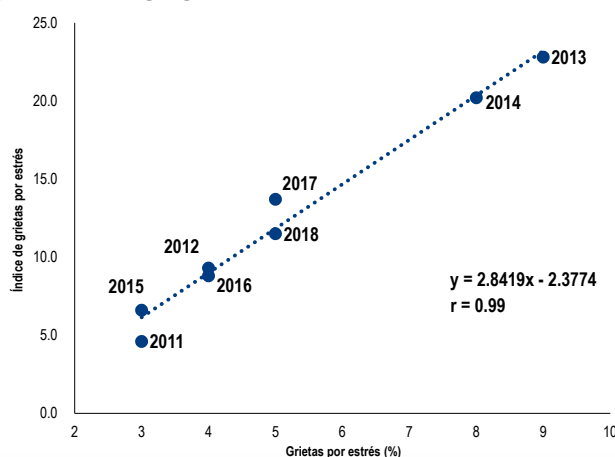
$$[\text{SSC} \times 1] + [\text{DSC} \times 3] + [\text{MSC} \times 5]$$

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 diagrama de dispersión de la derecha 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 Cosecha*. Dada la fuerte correlación ($r = 0.99$) con el porcentaje de grietas por estrés, se discontinuó después del *Informe de la Cosecha 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

Al solicitar el muestreo a los elevadores de granos locales en los 12 estados por correo electrónico y teléfono se logró el proceso de **selección al azar**. Se enviaron por correo con porte pagado juegos de muestreo a los elevadores, con lo cual se acordó proporcionar muestras de maíz de 2,050 a 2,250 gramos. Se les indicó a los elevadores que evitaran muestrear cargas de maíz de cosechas anteriores de agricultores que limpian los silos para la cosecha actual. Las muestras individuales se sacaron de camiones que venían de las granjas, cuando pasaban por el procedimiento normal de análisis del elevador. El número de muestras que cada elevador brindó al estudio dependió del número objetivo de muestras que se necesitaban del ASD, junto con el número de elevadores dispuestos a proporcionarlas. Sin embargo, cada juego de muestreo enviado por correo a los lugares participantes contenía bolsas para recoger un máximo de cuatro muestras que garantizaban la variación geográfica en las muestras recolectadas. Se obtuvieron y analizaron un total de 610 muestras de maíz sin mezclar en los elevadores locales de camiones que venían de las granjas. Los elevadores participantes indicaron, al poner la fecha de recolección en cada bolsa de muestras, que se obtuvieron de camiones que venían de las granjas, del 25 de agosto hasta el 11 de noviembre de 2021.

C. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados del análisis de las muestras de los factores de grado, humedad, composición química y factores físicos se resumen como el promedio agregado de EE. UU. y también en tres grupos compuestos que suministran maíz a cada una de las tres principales ECA.

Al analizar los resultados de las pruebas de las muestras, el Consejo siguió técnicas estadísticas estándar empleadas para el muestreo estratificado proporcional, como los **promedios ponderados** y las **desviaciones estándar**.² Además de los promedios ponderados y las desviaciones estándar del promedio agregado de EE. UU., se calcularon estos también para el conjunto de ECA. Las zonas geográficas de las cuales salen las exportaciones a cada una de estas ECA se traslapan debido a los medios de transporte existentes. Por lo tanto, se calcularon estadísticas compuestas de cada ECA con base en las proporciones estimadas de granos que fluyen de cada una de ellas. Como resultado, las muestras de maíz podrían notificarse en más de una ECA. Estas estimaciones se basaron en aportes de la industria, información de exportación y la evaluación de estudios del flujo de granos en Estados Unidos.

Zonas de Acopio de Exportación

Pacífico Noroeste

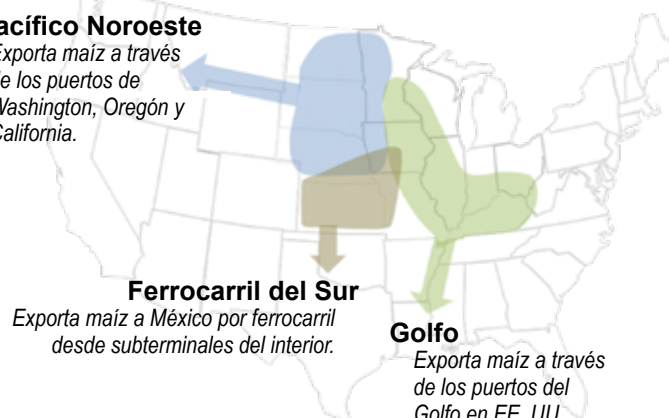
Exporta maíz a través de los puertos de Washington, Oregón y California.

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.



El *Informe de la Cosecha de 2021/2022* contiene el promedio simple de los promedios y desviaciones estándar de los factores de calidad de los *Informes de la Cosecha* previos (2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 y 2020/2021). 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 factores de calidad del *Informe de la Cosecha 2011/2012* hasta el *Informe de la Cosecha 2020/2021*.

Para cada uno de los factores de calidad se calculó el margen de error relativo del promedio agregado de EE. UU. y de cada una de las ECA. Ninguno de los cálculos de los factores de calidad tuvo margen de error relativo por arriba de 10% del promedio agregado de EE. UU. No obstante, las ECA Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur tuvieron un margen de error relativo de grietas por estrés de 14.3% y 11%, respectivamente. Aunque este nivel de precisión es menor al deseado, no invalida el cálculo. El pie de página de la tabla de resumen indica que para este factor de calidad el margen de error relativo excede 10%.

Las pruebas t bilaterales validaron las referencias en la sección “Resultados de pruebas de calidad” de las diferencias estadísticas o significativas entre los promedios de factores de calidad de este año y los de los dos informes anteriores, el P5A y el P10A a un nivel de confianza del 95%. Las diferencias entre los promedios de factores de calidad de este año y de los de los dos informes anteriores, el P5A y el P10A se describirá como “similar” a menos que la diferencia sea estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%.

² No se ponderaron las desviaciones estándar notificadas de endospermo córneo, peso de 100 g, volumen del grano y densidad verdadera del grano debido al número reducido de muestras analizadas.

Las muestras del *Informe de la Cosecha de 2021/2022* (cada una con cerca de 2,200 g) se enviaron directamente de los elevadores de grano locales al Identity Preserved Grain Laboratory (IPG Lab) de la Illinois Crop Improvement Association en Champaign, Illinois, EE.UU. A su llegada, de necesitarse, las muestras se secaron al aire libre por arriba del 16% de humedad, a un contenido de humedad apto para prevenir el consiguiente deterioro durante el período de análisis. Las muestras seleccionadas se secaron con una técnica de secado al aire libre para prevenir las grietas por estrés y el daño térmico. Luego, las muestras se dividieron en dos submuestras de unos 1,100 g con un cuarteador Boerner, pero manteniendo uniformemente entre ambas las características de la muestra de granos. Se envió una submuestra a la Champaign-Danville Grain Inspection (CDGI) en Urbana, Illinois para su grado. La CDGI es el proveedor oficial de servicios de inspección de granos de Illinois centro-este, según lo designado por el 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. A la otra submuestra se le determinó la composición química y otros factores físicos en el IPG Lab mediante normas de la industria o procedimientos bien establecidos puestos en práctica durante muchos años. El IPG Lab recibió la acreditación bajo la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2017 de muchos de los análisis. Toda 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 maíz quebrado y material extraño (BCFM, por sus siglas en inglés) 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. 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. HUMEDAD

Es la humedad registrada por los medidores electrónicos de los elevadores al momento en el que se notifica la entrega. Estos medidores electrónicos de humedad perciben una propiedad eléctrica de los granos llamada constante dieléctrica, que varía con la humedad; es decir, aumenta conforme lo hace el contenido de humedad. La humedad se notifica como un porcentaje del peso húmedo total.

C.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 en 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 *Informes de la Cosecha* 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).

D. FACTORES FÍSICOS

Peso de 100 granos, volumen 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 cm^3 por grano. El volumen del grano por lo general va de 0.14 a 0.36 cm^3 por grano para granos pequeños y grandes, respectivamente.

La densidad verdadera de cada muestra de 100 granos se calcula mediante la división de la masa (o peso) de los 100 granos en buenas condiciones externas entre el volumen (desplazamiento) de los mismos 100 granos. Se promedian los resultados de ambas muestras. La densidad real se notifica en g/cm^3 . Las densidades verdaderas normalmente van de 1.20 a 1.30 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 inspeccionan uno por uno los granos de 50 g de maíz limpio (sin BCFM). Se quitan los granos quebrados, rotos o astillados junto con cualquier otro grano que muestre daños importantes del pericarpio. Luego, se pesan los granos enteros y el resultado se notifica como un porcentaje de la muestra original de 50 g. Algunas compañías realizan la misma prueba, pero notifican el porcentaje de “rotos y quebrados”. Una calificación de 97% de granos enteros equivale a una del 3% de granos quebrados y rotos.

Endospermo duro (córneo)

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

E. MICOTOXINAS

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

El objetivo del proceso de muestreo del FGIS es minimizar la subestimación o sobreestimación de la concentración verdadera de micotoxinas, ya que son imprescindibles los resultados precisos para la exportación. Sin embargo, el objetivo de la evaluación de micotoxinas del *Informe de la Cosecha de 2021/2022* es solo el de notificar la frecuencia del surgimiento de estos compuestos en la cosecha actual, y no el de notificar los niveles específicos de dichas micotoxinas en las exportaciones de maíz.

Para notificar la frecuencia del surgimiento de aflatoxinas, DON y fumonisina en el *Informe de la Cosecha de 2021/2022*, el IPG Lab llevó a cabo los análisis de micotoxinas mediante el protocolo del FGIS y los equipos de prueba aprobados. El protocolo del FGIS exige un mínimo de muestra de 908 g (2 libras) de los camiones para molerse para el análisis de aflatoxinas, una muestra de aproximadamente 200 g para molerse para el análisis de DON y una de 908 g (2 libras) para el análisis de fumonisina. Para este estudio, una muestra de laboratorio de 1,000 g se subdividió de la muestra de estudio de 2 kg de granos con cascarilla para el análisis de aflatoxinas. La muestra de estudio de 1 kg 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.

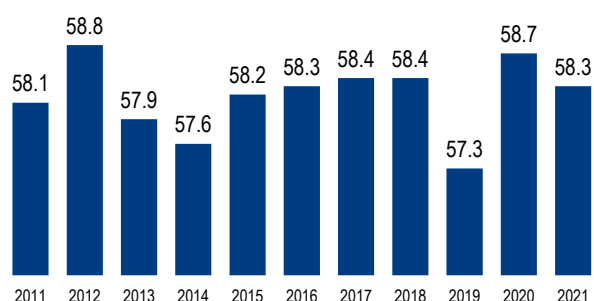
Los equipos de pruebas cuantitativas EnviroLogix notifican niveles de concentración específica de la micotoxina, si los niveles de concentración exceden un nivel específico llamado “límite de detección”. El límite de detección se define como el nivel de concentración más bajo que puede medirse con un 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 el *Informe de la Cosecha de 2020/2021* del año pasado, de manera provisional, también se empezó a analizar ocratoxina A, T-2 y zearalenona en las muestras de la cosecha. El análisis de estas tres micotoxinas adicionales se continuó en el *Informe de la Cosecha* de este año. Estos análisis provisionales tienen como objetivo complementar la información que brindan los resultados de las tres micotoxinas analizadas cada año (aflatoxina, DON y fumonisina). Se usaron los equipos de pruebas cuantitativas EnviroLogix AQ 113 BG, AQ 314 BG y AQ 412 BG para los análisis de ocratoxina A, T-2 y zearalenona, respectivamente. El equipo de pruebas cuantitativas EnviroLogix AQ 113 BG usado para el análisis de ocratoxina A tiene un límite de detección de 1.5 partes por billón. La ocratoxina A se extrajo con un búfer de granos (5 ml/g). Para el análisis de T-2, el equipo de pruebas cuantitativas AQ 314 BG tiene un límite de detección de 50 partes por billón. La T-2 se extrajo con agua (5 ml/g). El equipo de pruebas cuantitativas EnviroLogix AQ 412 BG usado para el análisis de zearalenona tiene un límite de detección de 50 partes por billón. El análisis de zearalenona usa una porción de maíz de 25 g. La zearalenona se extrajo con un reactivo de extracción en polvo EB17 y agua tamponada de 75 ml por muestra.

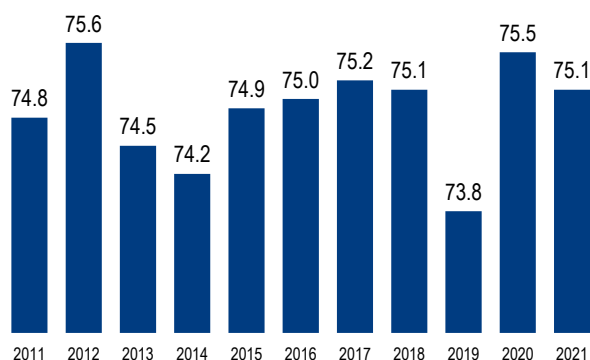
A. FACTORES DE GRADO Y HUMEDAD

Desde 2011, los *Informes de la Calidad de la Cosecha* del Consejo 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 las comparaciones con conocimiento a través del tiempo. La siguiente tabla muestra el promedio agregado de EE. UU. de todos los informes de cada factor de calidad analizado para poner en contexto histórico a los resultados de este año.

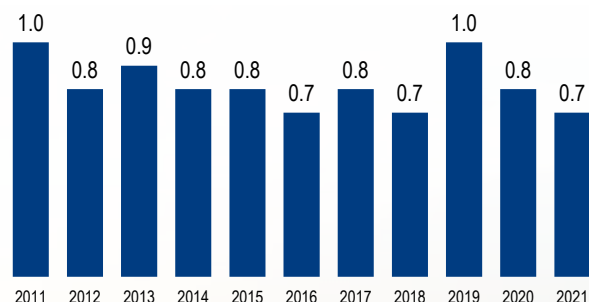
Peso específico (lb/bu) por año agrícola



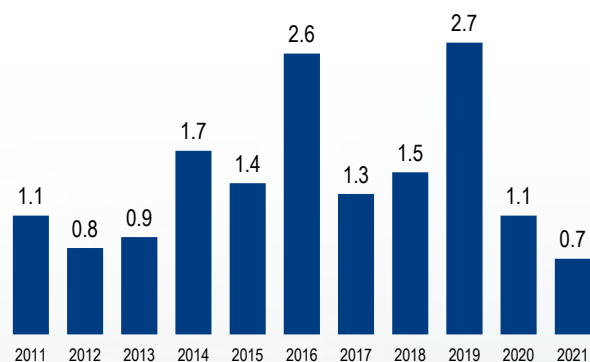
Peso específico (kg/ hl) por año agrícola



BCFM (%) por año agrícola



Daño total (%) por año agrícola

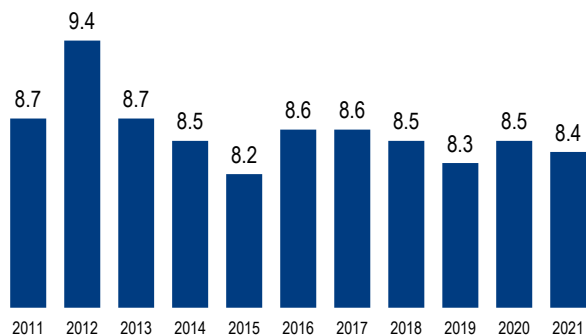


Humedad (%) por año agrícola

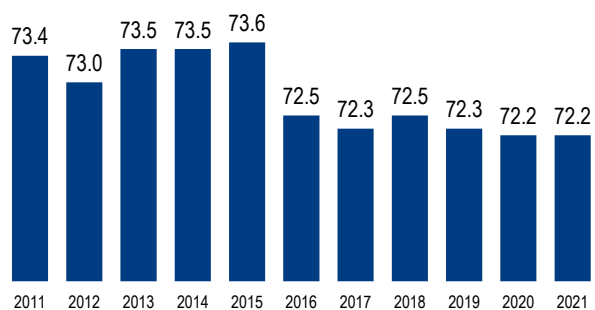


B. COMPOSICIÓN QUÍMICA

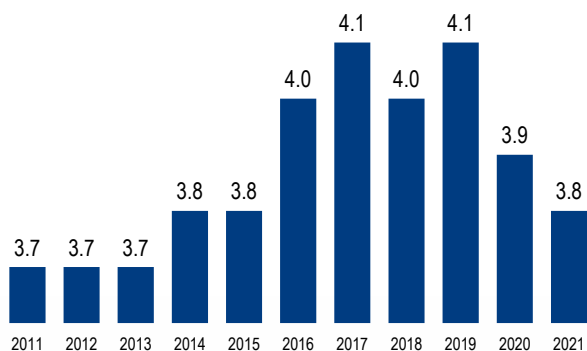
Proteína (% base seca) por año agrícola



Almidón (% base seca) por año agrícola

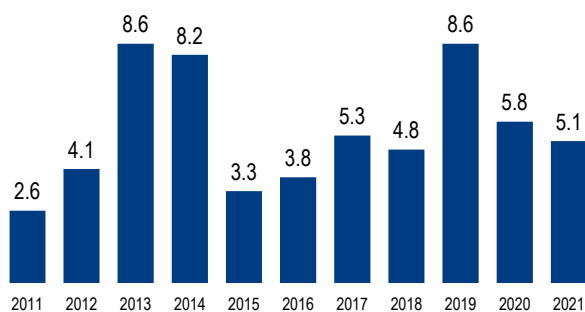


Aceite (% base seca) por año agrícola

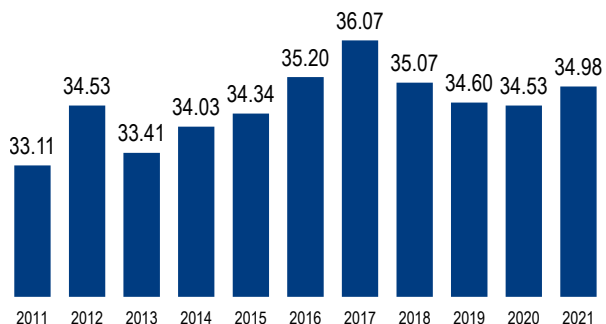


C.FACTORES FÍSICOS

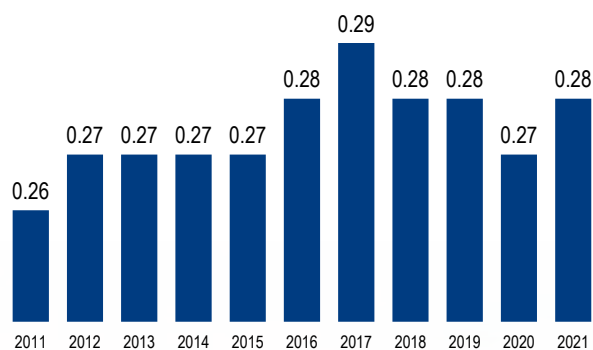
Grietas por estrés (%) por año agrícola



Peso de 100 granos (g) por año agrícola



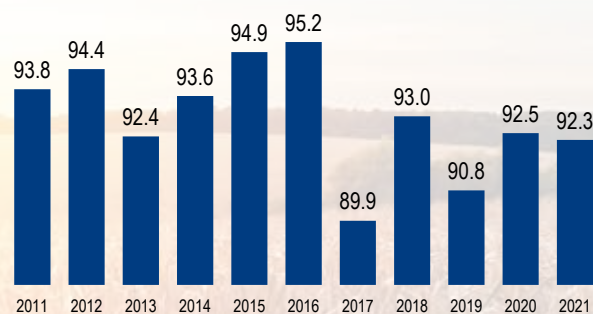
Volumen del grano (cm³) por año agrícola



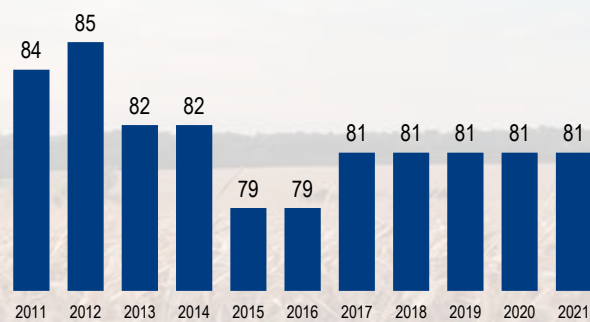
Densidad verdadera (g/cm³) por año agrícola



Granos enteros (%) por año agrícola



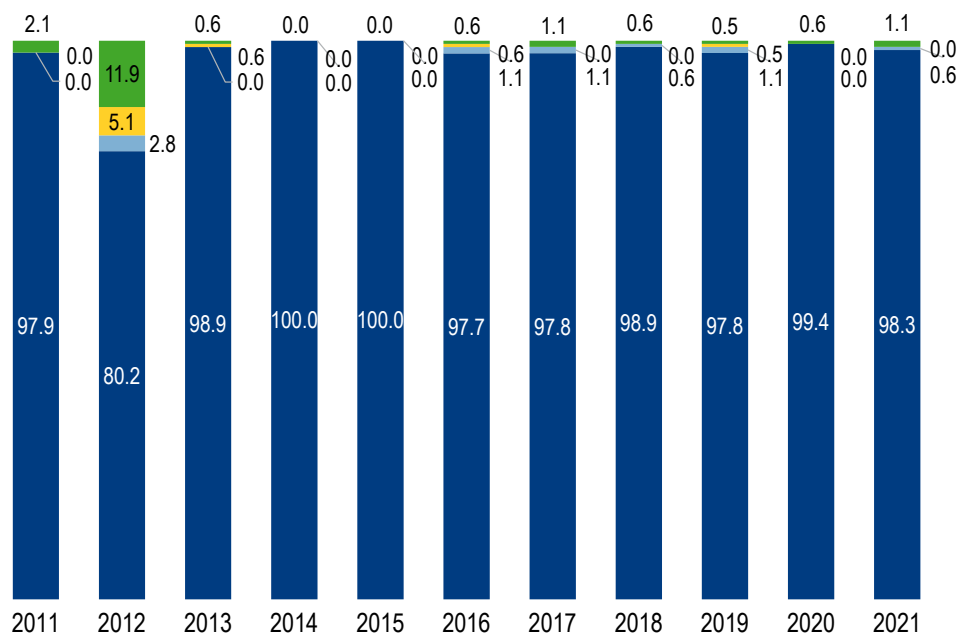
Endospermo duro (%) por año agrícola



D. MICOTOXINAS

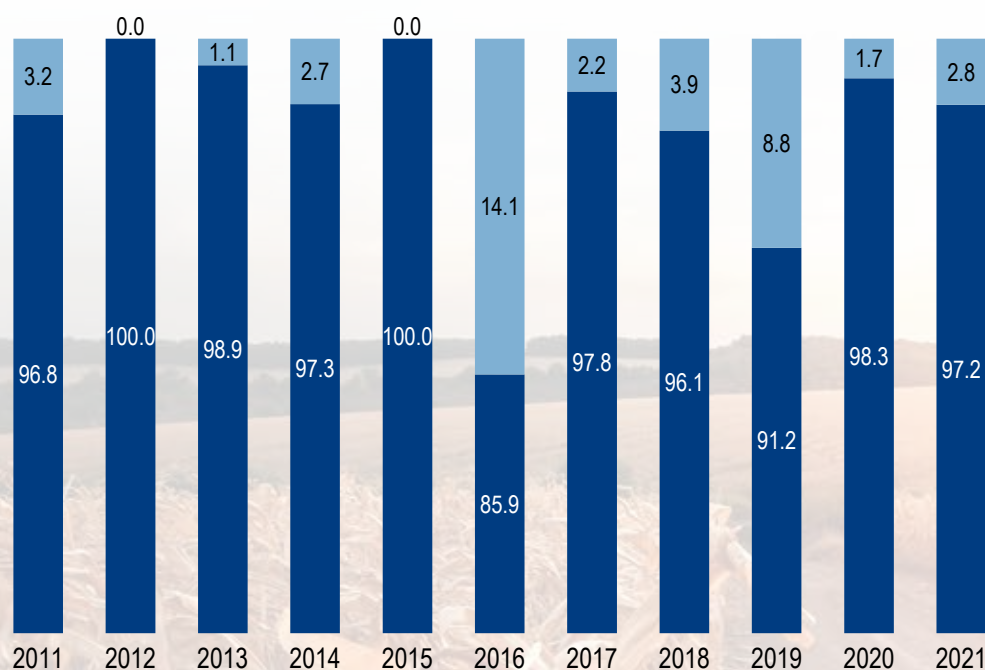
Resultados de aflatoxinas (ppb) por año agrícola

■ <5 ■ 5-9.9 ■ 10-19.9 ■ >20



Resultados de deoxinivalenol (DON o vomitoxina) (ppm) por año agrícola

■ <0.5 ■ 0.5-1.9 ■ 2-4.9 ■ >5



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

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 obje-
table; 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 kg
39.368 bushels = 1 tonelada (métrica)	1 quintal = 100 libras o 45.36 kg
15.93 bushels/acre 1 tonelada (métrica)/hectárea	1 tonelada (métrica) = 2204.6 lb
1 bushels/acre 62.77 kilogramos/hectárea	1 tonelada (métrica) = 1000 kg
1 bushels/acre 0.6277 quintales/hectárea	1 tonelada (métrica) = 22 quintales
56 lb/bushel = 72.08 kg/hectolitro	1 hectárea = 2.47 acres

ABREVIATURAS

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



OFICINA CENTRAL:

20 F Street NW, Suite 900 • Washington, D.C., 20001, EE. UU.

Teléfono: +1-202-789-0789 • Fax: +1-202-898-0522

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

REPÚBLICA POPULAR CHINA Pekín

Tel 1: +86-10-6505-1314 • Tel 2: +86-10-6505-2320

Fax: +86-10-6505-0236 • china@grains.org

JAPÓN: Tokio

Tel: +81-3-6206-1041 • Fax: +81-3-6205-4960

japan@grains.org • www.grainsjp.org

COREA DEL SUR: Seúl

Tel: +82-2-720-1891 • Fax: +82-2-720-9008

seoul@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

MEDIO ORIENTE, ÁFRICA Y EUROPA: Túnez

Tel: +216-71-191-640 • Fax: +216-71-191-650

tunis@grains.org

SUR DE ASIA: Nueva Delhi

Tel: +202-695-5904 • adcastillo@grains.org

SURESTE DE ASIA: Kuala Lumpur

Tel: +603-2093-6826 • kl@grains.org

TAIWÁN: Taipei

Tel: +886-2-2523-8801 • Fax: +886-2-2523-0189

taipei@grains.org

TANZANIA: Dar es Salaam

Tel: +255-68-362-4650

mngalaba@grains.org

LATINOAMÉRICA: Ciudad de Panamá

Tel: +507-315-1008 • lta@grains.org