



**U.S. GRAINS**  
COUNCIL



**INFORME DE LA CALIDAD  
DE LA COSECHA DE MAÍZ  
2019/2020**



**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 en recolectar y proporcionar muestras durante su muy ocupado tiempo de cosecha.



**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 calificación .....	6
B. Humedad .....	17
C. Composición química .....	20
D. Factores físicos .....	28
E. Micotoxinas .....	43

**51****Condiciones de cultivo y climáticas**

A. Lo más destacado de la cosecha de 2019 .....	51
B. Condiciones de siembra y desarrollo temprano .....	52
C. Condiciones de polinización y llenado del grano .....	54
D. Condiciones de la cosecha .....	56
E. Comparación de 2019 con 2018, 2017 y con el P5A .....	58

**60****Producción, uso y panorama del maíz de EE. UU.**

A. Producción de maíz estadounidense .....	60
B. Uso del maíz e inventarios finales de EE. UU. ....	62
C. Panorama .....	62

**65****Métodos de estudio y análisis estadísticos**

A. Visión general .....	65
B. Diseño del estudio y muestreo .....	66
C. Análisis estadísticos .....	68

**69****Métodos de análisis de pruebas**

A. Factores de calificación .....	69
B. Humedad .....	70
C. Composición química .....	70
D. Factores físicos .....	71
E. Micotoxinas .....	73

**74****Perspectiva histórica**

A. Factores de calificación y humedad .....	74
B. Composición química .....	75
C. Factores físicos .....	76
D. Micotoxinas .....	77

**78****Calificaciones, conversiones y abreviaturas del maíz de EE. UU.****CP****Información de contacto del USGC**

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

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. lo que promueve la continua expansión del comercio.

La temporada de cultivo de 2019 empezó con retraso en la siembra debido a las condiciones climáticas húmedas en abril y mayo. Si consideramos como punto de partida la fecha en la que se había sembrado el 50 por ciento del cultivo de maíz, esta fue la más tardía de los últimos 40 años. A pesar de las condiciones generalmente favorables durante el resto de la temporada de cultivo, se espera que los rendimientos promedio sean menores en comparación con cada una de las tres cosechas anteriores. La siembra tardía y las condiciones climáticas húmedas de octubre también retrasaron la cosecha. En los últimos tiempos, solo las cosechas de 1992 y 2009 lograron el punto de partida del 50 por ciento de maíz cosechado después del de la cosecha de 2019.

A pesar de estos desafíos, el Consejo proyecta que la de este año sea la sexta mayor cosecha de maíz de EE. UU. registrada, con 347 millones de toneladas (13,661 millones de bushels). La cosecha de este año viene después de las tres cosechas de maíz más grandes y de mayor rendimiento en la historia de EE. UU. La amplia oferta que brindan estas grandes cosechas consecutivas permiten que Estados Unidos siga siendo el líder mundial en exportaciones de maíz, que en el año comercial representan aproximadamente el 28.1 por ciento de las exportaciones mundiales de este grano.

El *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2019/2020* 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 2019/2020*, medirá la calidad del maíz en las terminales de exportación en el punto de carga para envíos internacionales, el cual estará listo a principios de 2020.

La serie de informes de calidad del Consejo utiliza una metodología constante y transparente, que permite las comparaciones detalladas a través del tiempo. Esto ayuda a que los compradores tomen decisiones bien informadas y que confíen en la capacidad y seguridad del mercado de maíz de EE. UU.

La creación de este informe, que brinda información oportuna y precisa sobre la calidad de la cosecha de maíz de EE. UU., es un servicio para nuestros apreciados socios comerciales, que sirve como medio para hacer realidad la misión del Consejo de desarrollar mercados, permitir el comercio y mejorar vidas.



Atentamente,

Darren Armstrong  
Presidente, U.S. Grains Council  
Diciembre de 2019

La calidad general de la cosecha de 2019 se vio impactada por la siembra tardía, el retraso de la maduración y el llenado del grano, al igual que por las condiciones de cosecha tardía, como lo reflejan la alta humedad del maíz y la baja densidad. La alta humedad llevó a la necesidad de un mayor secado con aire caliente, lo que aumenta el potencial de grietas por tensión.

La calidad promedio general del maíz de las muestras representativas analizadas en el Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2019/2020 (*Informe de la Cosecha 2019/2020*) del U.S. Grains Council, fue mejor que los requisitos de la calificación U.S. No. 1, lo cual indica que hay una abundante cantidad de este grano de buena calidad de la

cosecha de 2019 que ingresa al canal de comercialización. El informe mostró también que el 54.6% de las muestras cumplió los requisitos de la calificación U.S. No. 1 y el 81.7% con los de la calificación U.S. No. 2.

Con relación al promedio de cada uno de los factores de calidad de las cinco cosechas anteriores (P5A<sup>1</sup>), la cosecha de maíz estadounidense de 2019 ingresa al canal de comercialización con menores promedios de peso específico, granos enteros y concentración de proteína, así como mayores de maíz quebrado y material extraño (BCFM), humedad, daño total, grietas por tensión y concentración de aceite. Los siguientes puntos destacan los resultados clave de la cosecha de 2019.

### Factores de calificación y humedad

- Menor **peso específico** de 57.3 lb/bu (73.8 kg/hl) que en 2018 y el P5A. Si bien el 89.9% de las muestras estuvo por arriba del requerimiento mínimo de la calificación U.S. No. 2, esta proporción es menor a la de 2018 y 2017, en la que el 98.2% y el 99.9% de las muestras, respectivamente, estuvieron igual o por arriba del requerimiento mínimo de la calificación U.S. No. 2.
- Un promedio mayor de **BCFM** (1%) que en 2018 y que en el P5A. Aunque el promedio es mayor que en cosechas anteriores, el 96.8% de las muestras estuvo por debajo del límite de calificación U.S. No. 2.
- Un mayor promedio de **daño total** (2.7%) que en 2018 y que el P5A. Aunque el promedio es mayor que en cosechas anteriores, el 91.5% de las muestras estuvo por debajo del límite de calificación U.S. No. 2. La variabilidad en daño total (desviación estándar = 2.43%) en 2019 también fue mucho mayor que en años anteriores.
- En ninguna de las muestras recibidas se observó **daño por calor**.
- Un mayor contenido de **humedad** (17.5%) y variabilidad (desviación estándar = 2.35%) que en 2018 y que el P5A. Este es el mayor promedio de humedad observado en los nueve años de historia del informe, el cual puede ser el resultado de la particular siembra tardía de la cosecha de 2019. La distribución indica que el 45.7% de las muestras estuvo por arriba del 17% de contenido de humedad, en comparación con el 24.7% y 36.2% de 2018 y 2017, respectivamente. Esta distribución indica que en 2019 más muestras necesitaron de secado artificial que en los dos años anteriores.

**Calificaciones de maíz de EE. UU. y requerimientos de calificaciones**

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

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

## Composición química

- La concentración de **proteína** (8.3% en base seca) fue menor que en 2018 y el P5A.
- La concentración de **almidón** (72.3% en base seca) fue ligeramente menor que en 2018 y el P5A.
- El promedio de concentración de **aceite** (4.1% en base seca) fue mayor que en 2018 y el P5A.

## Factores físicos

- La cosecha de 2019 presentó un mayor porcentaje de **grietas por tensión** (9%) que en 2018 y el P5A, pues el 10.8% de las muestras tienen más del 20% de grietas por tensión, lo que indica una mayor susceptibilidad al rompimiento que en 2018 y 2017. Es probable que el mayor porcentaje de grietas por tensión en 2019 sea el resultado de una maduración tardía del cultivo, de las condiciones húmedas durante la cosecha y del secado artificial extra para reducir la humedad relativamente alta a niveles seguros para el almacenamiento.
- El **peso de 100 granos** (34.60 g) fue menor que en 2018 y que el P5A, lo que indica granos más pequeños que en los dos años anteriores.
- El **volumen del grano** promedio (0.28 cm<sup>3</sup>) fue menor que en 2017, pero el mismo que en 2018 y el P5A.
- El promedio de **densidad verdadera** (1.247 g/cm<sup>3</sup>) de la cosecha de 2019 fue menor que en 2018 y que el P5A. Esto probablemente se deba a la siembra tardía, al retraso en la maduración así como al llenado del grano y las condiciones de la cosecha tardía en 2019.
- El promedio de **granos enteros** (90.8%) fue menor que en 2018 y que el P5A.
- El promedio de **endospermo córneo (duro)** de 81% fue el mismo que en 2018 y 2017.

## Micotoxinas

- Todas las muestras, excepto una, es decir, el 99.4% de las muestras de 2019, resultaron 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 97.8% de éstas resultaron por debajo de 5 ppb.
- En 2019, el 100% de las muestras analizadas resultaron por debajo del nivel de notificación de la FDA de deoxinivalenol (**DON**) de 5 partes por millón (ppm), igual que en 2018 y 2017. Además, el 59.9% de las muestras resultó por debajo del "Límite Inferior de conformidad" del Federal Grain Inspection Service (FGIS) del Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA), una proporción mayor que en 2018 y 2017. Este aumento puede atribuirse a las condiciones climáticas que fueron más propicias para el desarrollo de DON en 2019 que en 2018 y 2017.
- Un total de 156 de las 182 muestras analizadas por **fumonisina**, o el 85.7%, resultó por debajo del nivel guía más estricto de la FDA de 5 ppm.



El Informe de la Cosecha de 2019/2020 ha sido diseñado para ayudar a los compradores internacionales a conocer la calidad inicial del maíz amarillo estadounidense, conforme entra a los canales de comercialización. Este es el noveno estudio anual de la calidad del maíz de EE. UU. al momento de la cosecha. Con nueve años de resultados, surgen patrones del impacto del clima y de las condiciones de cultivo sobre la calidad de este grano estadounidense, conforme sale del campo.

Las condiciones climáticas húmedas en abril y en especial en mayo en regiones clave de Estados Unidos dejaron un comienzo de temporada de cultivo de 2019 sin precedentes. Por donde se le vea, el maíz estadounidense de este año se sembró muy tarde. Si consideramos como punto de partida la fecha en la que se había sembrado el 50 por ciento del maíz, la del 2019 fue la más tardía de los últimos 40 años. Aunque, en general, a lo largo del resto de la temporada de cultivo las condiciones de crecimiento fueron favorables, después de la siembra tardía el avance de la cosecha no volvió a los niveles del P5A (promedio de 5 años). Estando ya retrasada la madurez, las condiciones húmedas de octubre retrasaron aún más la cosecha. En los últimos 40 años, solo dos cosechas superaron el punto de partida del 50% cosechado.

En general, las complejas condiciones de crecimiento de 2019 produjeron una cosecha con una calificación conjunta de condición de buena a excelente que en toda la temporada permaneció igual o mayor al 55%, lo que fue ligeramente menor a las calificaciones promedio de cada uno de los cinco años anteriores. Además, se prevé que los

rendimientos promedio sean menores que cada uno de los cinco años anteriores.

En lo que se refiere a los resultados de los factores de calidad, la humedad, daño, BCFM y grietas por tensión promedio de la cosecha de 2019 estuvieron todos por arriba del P5A, mientras que el peso específico y los granos enteros, ligeramente por debajo de este. A pesar de los resultados ligeramente peores que el P5A en estos factores de calidad, en promedio, la cosecha de 2019 entra al canal de comercialización con características que cumplen o exceden cada uno de los requisitos numéricos para la calificación U.S. No. 1. El informe también mostró que el 54.6% de las muestras cumplió todos los requisitos de la calificación U.S. No. 1 y el 81.7% los factores de la calificación U.S. No. 2.

Los nueve años de datos pondrán los cimientos para evaluar las tendencias y los factores que impactan a la calidad del maíz. Además, los informes acumulativos le permiten 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 2019/2020 se basa en 623 muestras de maíz amarillo tomadas de zonas definidas de entre 12 de los estados productores y exportadores de maíz más importantes. Se recolectaron muestras de producto que entraba a 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.

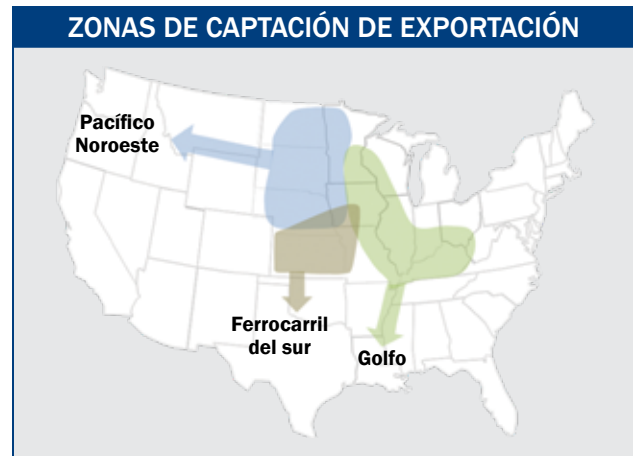


Las zonas de muestreo de los 12 estados están divididas en tres grupos generales diferentes, denominadas Zonas de Captación de Exportación (ECA, por sus siglas en inglés). Estas tres ECA están identificadas por las tres principales rutas hacia los mercados de exportación:

- La ECA Golfo consiste en zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.;
- La ECA del Pacífico Noroeste incluye zonas de exportación de maíz a través de los puertos de Washington, Oregón y California.
- La ECA del Ferrocarril del Sur comprende zonas que generalmente exportan maíz a México por ferrocarril desde terminales portuarias de granos del interior.

Los resultados de las pruebas del análisis de las muestras se notifican en el nivel del promedio general 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, se almacena y se carga y descarga varias veces. Por lo tanto, cambia 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 2019/2020* debe ser considerado con cautela, en conjunto con el *Informe de Calidad de Exportación de 2019/2020* del Consejo, que saldrá a inicios del 2020. Como siempre, la calidad de las exportaciones de maíz se establece en el contrato entre el vendedor y el comprador; los compradores tienen la libertad de negociar cualquier factor que les 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 de Análisis de Calidad” resume los siguientes factores:

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

Además, el *Informe de la Cosecha de 2019/2020* incluye breves descripciones de la cosecha de EE. UU. y las condiciones climáticas; producción, uso y panorama del maíz estadounidense; descripciones detalladas del estudio, análisis estadísticos y analíticos, así como una sección de perspectiva histórica que muestra el promedio de cada factor de calidad de los nueve informes.

## A. FACTORES DE CALIFICACIÓN

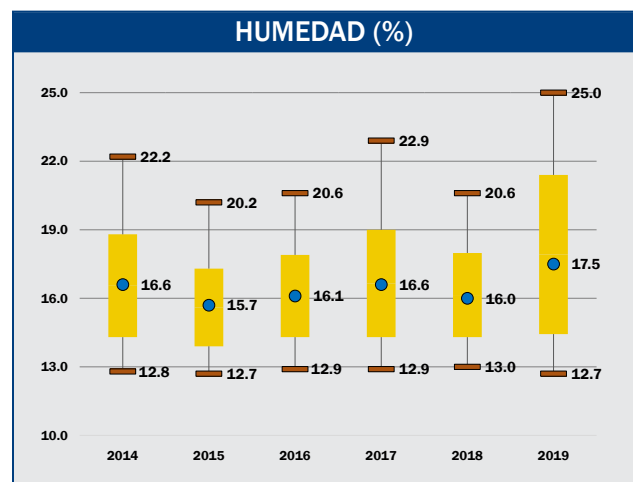
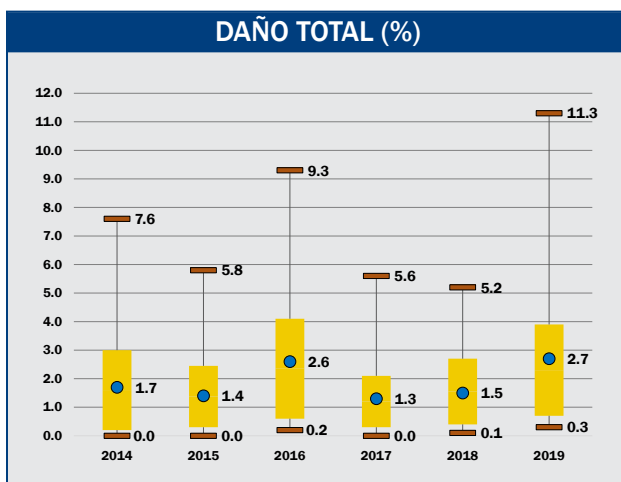
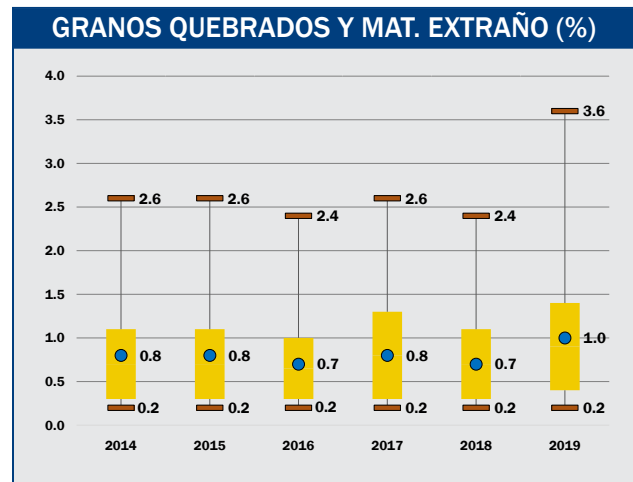
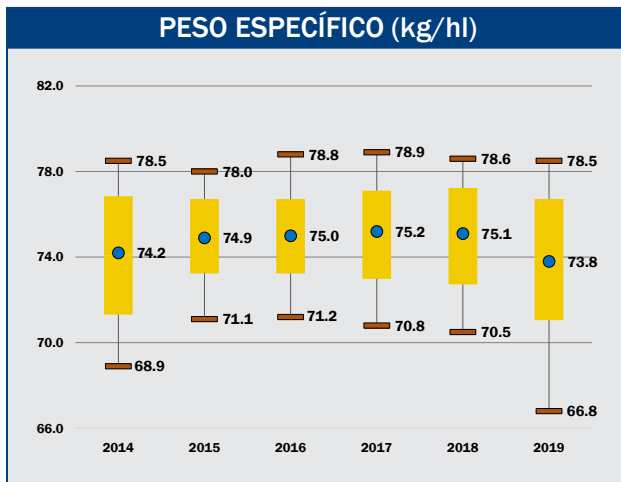
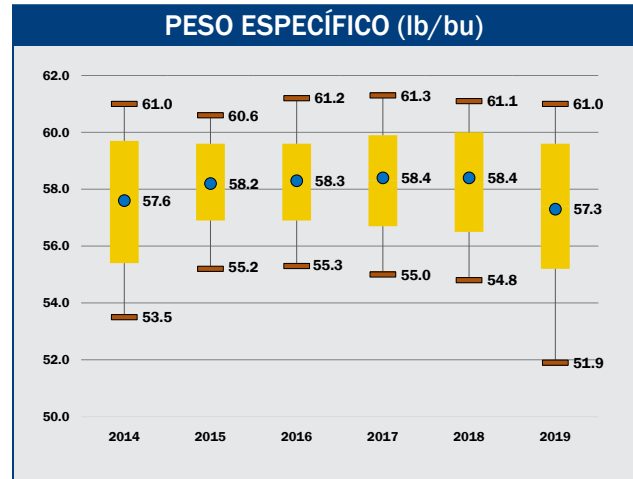
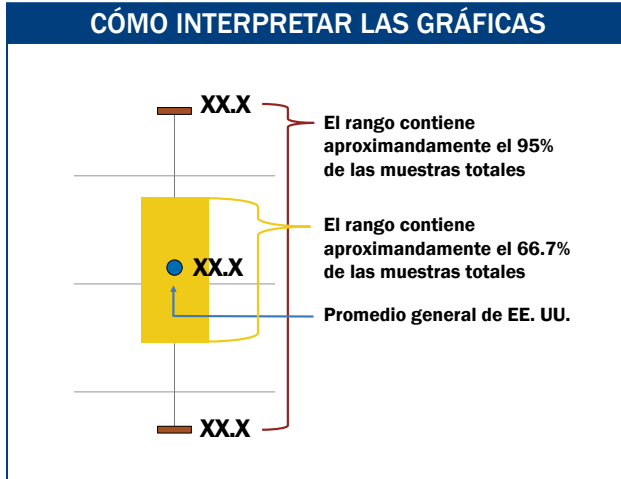
El FGIS del USDA ha establecido calificaciones numéricas, definiciones y normas para la medición de varios atributos de calidad. Los atributos que determinan las calificaciones numéricas del maíz son peso específico, material extraño (BCFM, por

sus siglas en inglés), daño total y daño por calor. En la sección “Calificaciones de maíz estadounidense y conversiones” de este informe se encuentra un cuadro con los requisitos numéricos de estos atributos.

### RESUMEN: FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

- El promedio general de EE. UU. del peso específico (57.3 lb/bu o 73.8 kg/hl) fue menor que en 2018 y 2017 (ambos de 58.4 lb), y que el promedio de 5 años o P5A (58.2 lb/bu). Como resultado del retraso en la siembra y la maduración, solo el 75.6% de las muestras de 2019 tuvo un peso específico igual o por arriba de 56 lb/bu.
- El promedio general de EE. UU. de BCFM (1%) fue mayor que en 2018 (0.7%), 2017 y que el P5A (ambos de 0.8%) y muy por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (2%).
- En casi todas las muestras de maíz (96.8%) los niveles de BCFM estuvieron igual o por debajo del máximo de 3% permitido para calificación No. 2.
- Entre las tres ECA (zonas de captación de exportación), el promedio de BCFM difirió en no más del 0.4%.
- El promedio de maíz quebrado del promedio general de EE. UU. (0.7%) fue mayor que el año pasado (0.5%), que 2017 y el P5A (ambos de 0.6%).
- El promedio general de EE. UU. de material extraño (0.2%) fue el mismo que el año pasado, 2017 y que el P5A.
- En 2019 el daño total de las muestras del promedio general de EE. UU. promedió 2.7%, más alto que en 2018, 2017 y que el P5A, pero por debajo del límite de calificación U.S. No. 1 (3%). Un total de 73.5% de las muestras contenían 3% o menos de granos dañados.
- La ECA del Golfo tuvo el daño total mayor o empató con el mayor de 2019, 2018, 2017 y el P5A. Los valores promedio de daño total en todas la ECA estuvieron igual o por debajo del límite del U.S. No. 1 (3%).
- No se notificó daño por calor en ninguna de las muestras de 2019, ni en las de 2018, 2017 o del P5A.
- La concentración de humedad promedio general de EE. UU. en 2019 (17.5%) fue más alta que en 2018 (16%), 2017 (16.6%) y que el P5A (16.2%). La variabilidad de la humedad también fue mayor que el P5A y los dos años anteriores.
- Los promedios del contenido de humedad de 2019 de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarriles del Sur fueron 17.6, 18.3 y 16%, respectivamente. Los niveles de humedad promedio de la ECA Ferrocarril del Sur fue el más bajo de entre todas las ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A. Hubo más muestras con alto contenido de humedad en la cosecha de 2019, que en las de 2018 y 2017, con un 45.7% de éstas con más del 17% de humedad, en comparación con el 24.7% en 2018 y 36.2% en 2017. Esta distribución indica que en 2019 se requirió más secado, que en los años previos.
- Debido al mayor contenido de humedad promedio durante la cosecha de 2019 que en 2018 y la mayoría de los años anteriores, se debe tener mayor cuidado para monitorear y mantener los niveles de humedad lo suficientemente bajos para prevenir el posible crecimiento fúngico en el almacenamiento y transporte.

## FACTORES DE CALIFICACIÓN COMPARACIÓN DEL PROMEDIO GENERAL DE SEIS AÑOS



## Peso específico

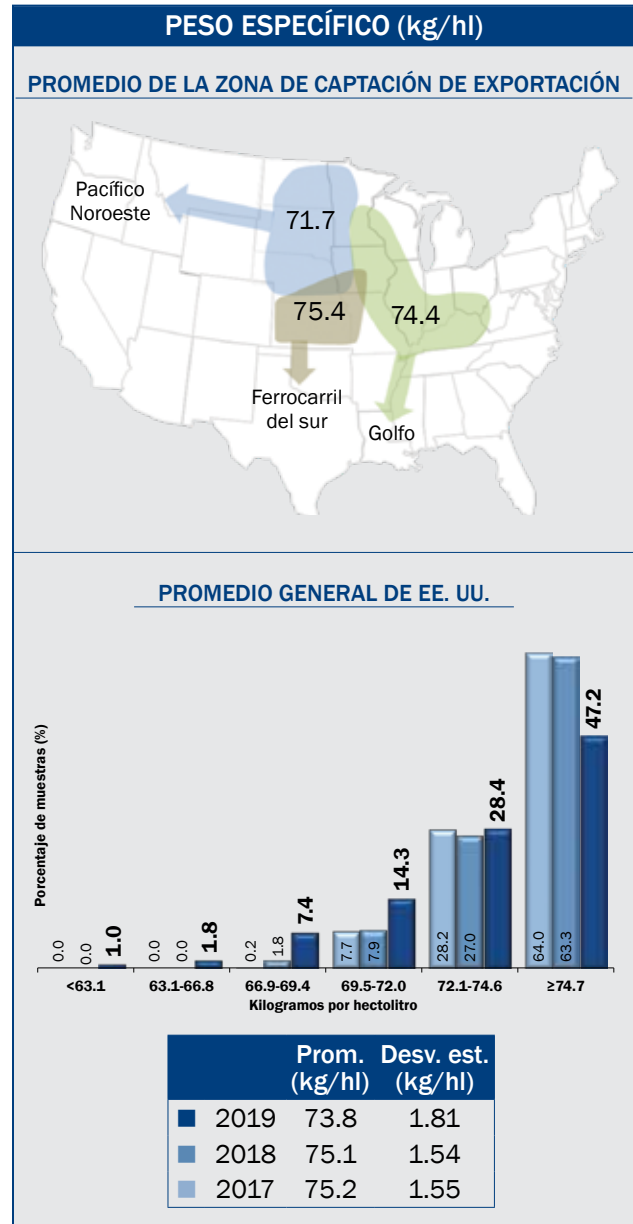
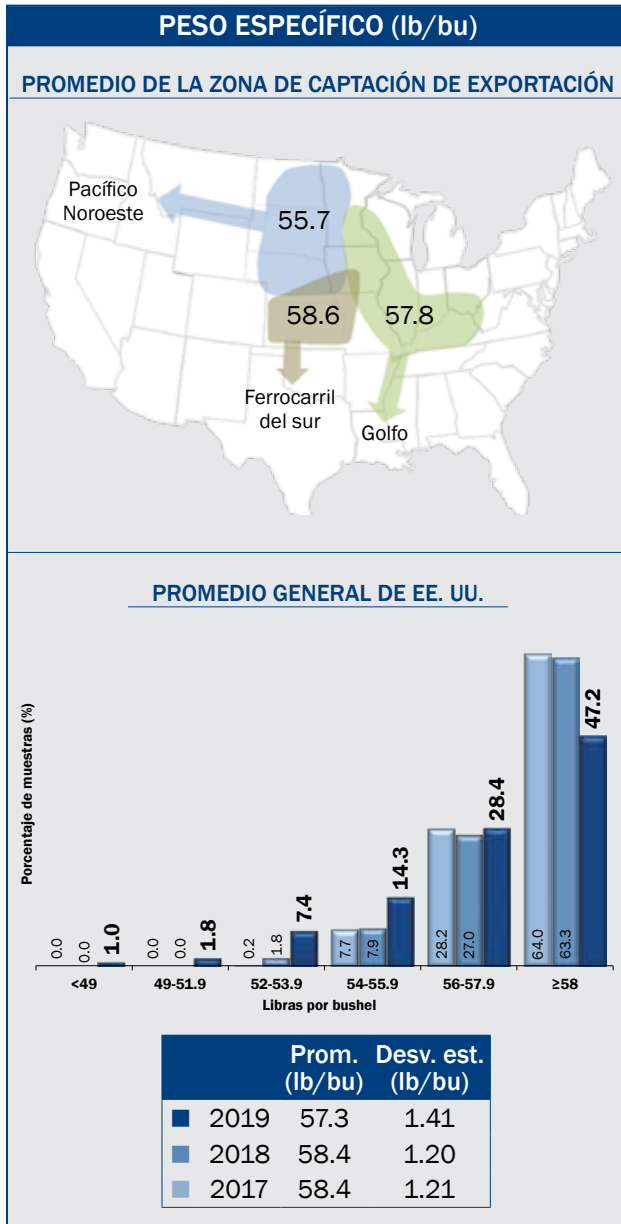
El peso específico (peso por volumen) es una medida de la densidad de masa, que a menudo se utiliza como indicador de la calidad general y de la dureza del endospermo para cocedores alcalinos y molinos en seco. El maíz con alto peso específico ocupa menos espacio de almacenamiento que el mismo peso de 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, también se ve afectado por el contenido de humedad, método de secado,

daño físico al grano (granos quebrados y superficies rasposas), material extraño en la muestra, tamaño del grano, estrés durante la temporada de cultivo y daño microbiológico. Cuando se muestrea y mide en el punto de entrega 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 promedio general de EE.UU. del peso específico de 2019 (57.3 lb/bu o 73.8 kg/hl) fue más bajo que en 2018 y 2017 (ambos de 58.4 lb/bu o 75.2 kg/hl) y que el P5A (58.2 lb/bu o 74.9 kg/hl), pero muy por arriba del mínimo de la calificación U.S. No. 1 (56 lb/bu).
- La desviación estándar del peso específico del promedio general de EE. UU. en 2019 (1.41 lb/bu) fue mayor que en 2018 (1.20 lb/bu), 2017 (1.21 lb/bu) y que el P5A (1.21 lb/bu).
- El rango de valores entre las muestras de la cosecha de 2019 fue 19.3 lb/bu (de 42.6 a 61.9 lb/bu), mayor al rango de 9.8 lb/bu de las muestras de 2018 (de 52.3 a 62.1 lb/bu) y que el rango de 10.6 lb/bu de 2017 (de 52.1 a 62.7 lb/bu).
- Los valores de peso específico de 2019 se distribuyeron con el 75.6% de las muestras igual o por arriba del límite del factor de calificación U.S. No. 1 (56 lb/bu) en comparación con 90.3% en 2018 y 92.2% en 2017. En 2019, el 89.9% de las muestras estuvo por arriba del límite del U.S. No. 2 (54 lb/bu), comparado con el 98.2% en 2018 y el 99.9% en 2017.
- En 2019, la ECA del Golfo (57.8 lb/bu) y la del Ferrocarril del Sur (58.6 lb/bu) tuvieron los promedios más altos de peso específico. La ECA de Pacífico Noroeste (55.7 lb/bu) obtuvo el peso específico más bajo en 2019, 2018, 2017 y en el P5A.
- Además de tener el menor peso específico en 2019, la ECA Pacífico Noroeste también presentó la mayor variabilidad, como lo indica su desviación estándar más alta (1.80 lb/bu) en comparación con las ECA del Golfo (1.27 lb/bu) y la de Ferrocarril del Sur (1.18 lb/bu).

Peso específico mínimo de la calificación de EE.UU.
No. 1: 56 lb
No. 2: 54 lb
No. 3: 52 lb
No. 4: 49 lb
No. 5: 46 lb
Muestra: <46 lb



## Maíz quebrado y material extraño

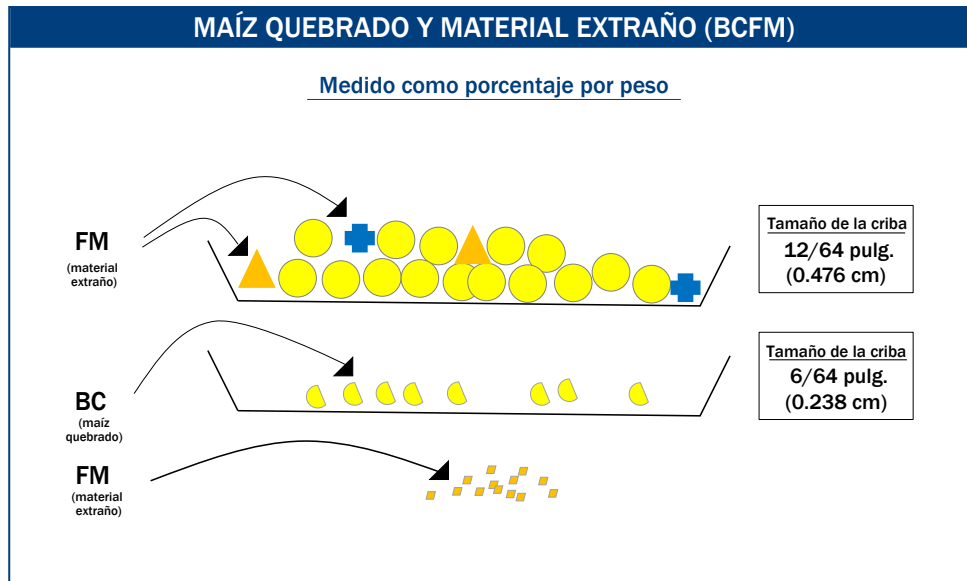
El BCFM es un indicador de la cantidad de maíz limpio y sano que hay para alimentación y procesamiento. A menor porcentaje de BCFM, hay menos material extraño o menos granos quebrados en la muestra. Los niveles más altos de BCFM en las muestras de granja por lo general provienen de las prácticas de cosecha o semillas de malezas en el campo. Los niveles de BCFM por lo regular se incrementan durante el secado y manejo, en función de los métodos utilizados y de la solidez del grano.

El maíz quebrado (BC, por sus 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.

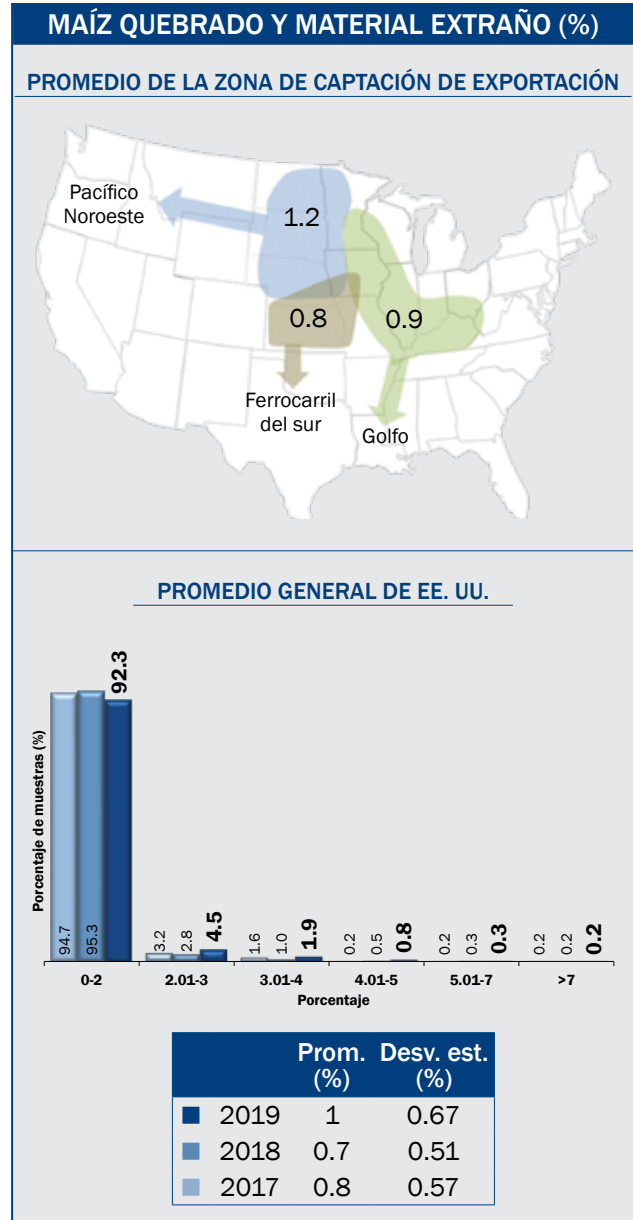
El diagrama que se muestra ilustra la medición del maíz quebrado y de material extraño para los tipos de maíz estadounidense.



## Resultados

- El promedio general de EE. UU. de BCFM en 2019 (1%) fue más alto que en 2018 (0.7%), 2017 y el P5A (ambos de 0.8 %), pero muy por debajo del máximo de la calificación U.S. No. 1 (2%).
- La variabilidad del BCFM en la cosecha de 2019 con base en la desviación estándar (0.67%), fue mayor que en 2018 (0.51%), 2017 (0.57%) y el P5A (0.53%).
- El rango entre los valores BCFM mínimos y máximos en 2019 de 0 a 8.2% (8.2%) fue mayor que en 2018 (7.5%) y que en 2017 (7.3%).
- Las muestras de 2019 se distribuyeron con el 92.3% de las mismas igual o por debajo del máximo nivel de BCFM de la calificación U.S. No. 1 (2%), en comparación con el 95.3% en 2018 y 94.7% en 2017. Los niveles del BCFM en casi todas las muestras (96.8%) estuvieron igual o por debajo del límite máximo del 3% para calificación No. 2.
- Los promedios de BCFM de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur (0.9, 1.2 y 0.8%, respectivamente) estuvieron todos por debajo del límite de la calificación No. 1. La diferencia en promedio de BCFM entre las ECA fue de 0.1 a 0.4% en 2019, comparado con solo del 0 a 0.1% en 2018, 2017 y el P5A.

Límites máximos de BCFM de calificación de EE. UU.
No. 1: 2%
No. 2: 3%
No. 3: 4%
No. 4: 5%
No. 5: 7%
Muestra: >7%



## Maíz quebrado

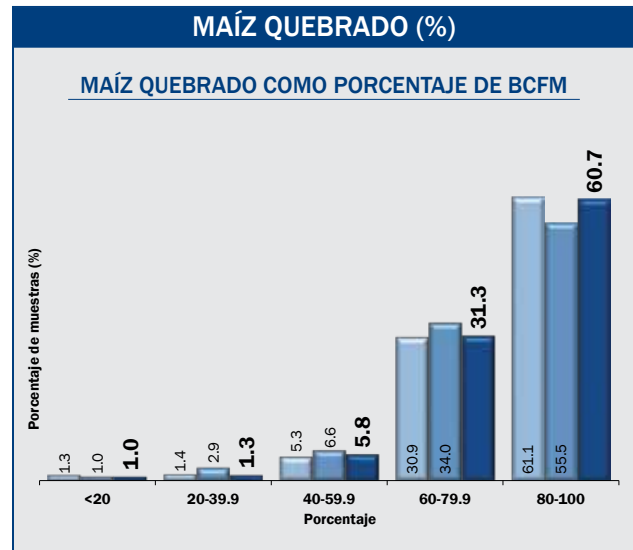
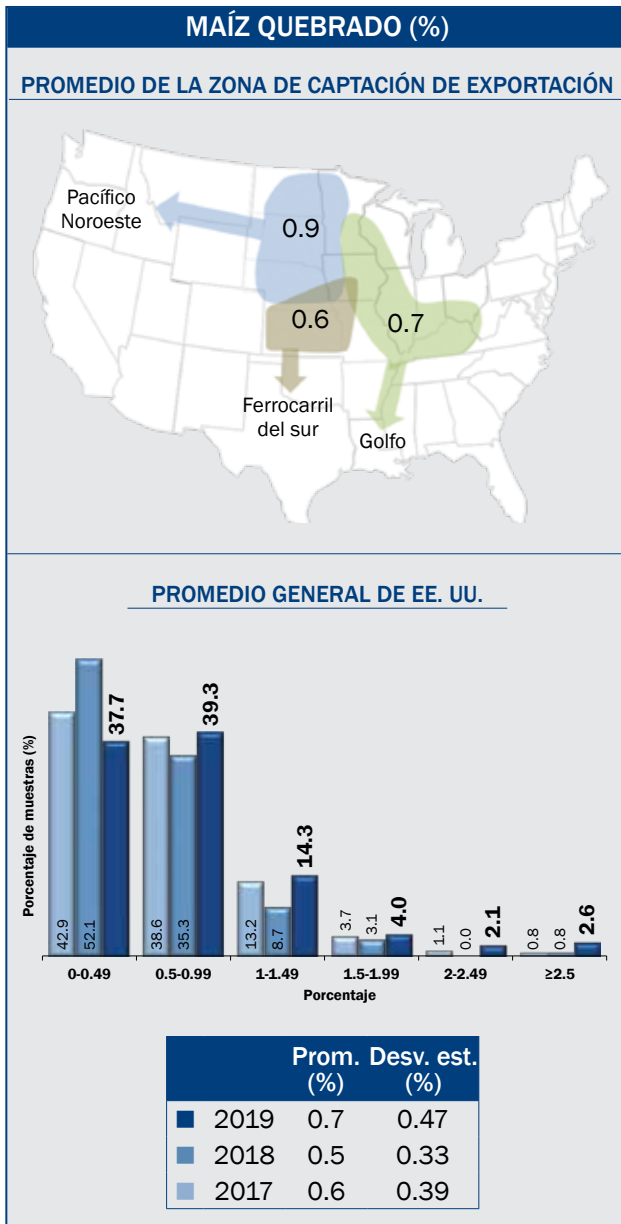
El maíz quebrado en las calificaciones de EE. UU. se basa en el tamaño de partícula y normalmente incluye un pequeño porcentaje de material que no es maíz. El maíz quebrado es más propenso a los hongos y al daño por insectos que los granos enteros, además de que puede ocasionar problemas en su manejo y procesamiento. Cuando el maíz quebrado no se extiende o remueve en el silo de

almacenamiento, tiende a permanecer en el centro del mismo, aunque es más probable que los granos enteros sean atraídos hacia los bordes exteriores. La zona central en el cual 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 promedio general de EE. UU. de maíz quebrado de las muestras fue 0.7% en 2019, mayor que en 2018 (0.5%), 2017 y que el P5A (ambos de 0.6%).
- La variabilidad entre las muestras de maíz quebrado de la cosecha de 2019 fue ligeramente mayor que los años anteriores y el P5A, de acuerdo con las desviaciones estándar. Las desviaciones estándar de 2019, 2018, 2017 y el P5A fueron 0.47, 0.33, 0.39 y 0.37%, respectivamente.
- El rango en los valores de maíz quebrado en 2019 fue de 5.3% (de 0 a 5.3%), más altos que 2018 (3.6%) y 2017 (3.5%).
- Las muestras de 2019 se distribuyeron con un 23% con 1% o más de maíz quebrado, en comparación con el 12.6% en 2018 y el 18.8% en 2017.
- El porcentaje de maíz quebrado fue bastante consistente entre las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur, con promedios de 0.7, 0.9 y 0.6%, respectivamente.
- La tabla de distribución de la siguiente página, con el maíz quebrado como porcentaje del BCFM, muestra que en el 60.7% de las muestras, el BCFM consistió en al menos un 80% de maíz quebrado.





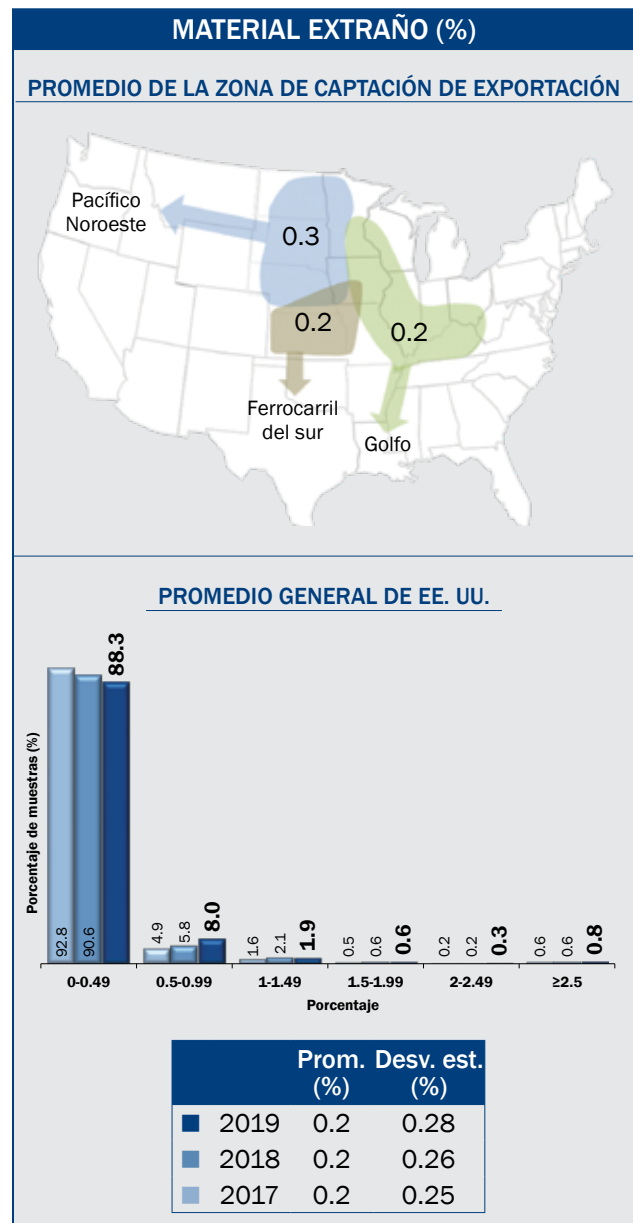
## Material extraño

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 promedio general de EE. UU. de material extraño de las muestras fue 0.2% en 2019, igual que en 2018, 2017 y que el P5A (todos de 0.2%). Las cosechadoras, que están diseñadas para quitar la mayor parte del material fino, parecen funcionar bien, dado el nivel bajo constante de material extraño encontrado en el transcurso de los años.
- La variabilidad, medida con la desviación estándar, entre las muestras del promedio general de EE. UU. en 2019 (0.28%) fue similar a la de 2018 (0.26%), 2017 (0.25%) y a la del P5A (0.23%).
- El material extraño en las muestras de 2019 varió entre 0 y 3.3%: un rango más estrecho que en las muestras de 2018, que fue de 0 a 7.3% y que las de 2017, de 0 a 6.3%.
- En la cosecha de 2019, el 88.3% de las muestras contenía menos del 0.5% de material extraño, ligeramente menor que en 2018 (90.6%) y que en 2017 (92.8%).
- Los porcentajes de material extraño para las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron del 0.2, 0.3 y 0.2%, respectivamente. Todas las ECA presentaron valores promedio de material extraño de 0.2% en 2018, 2017 y el P5A.



## Daño Total

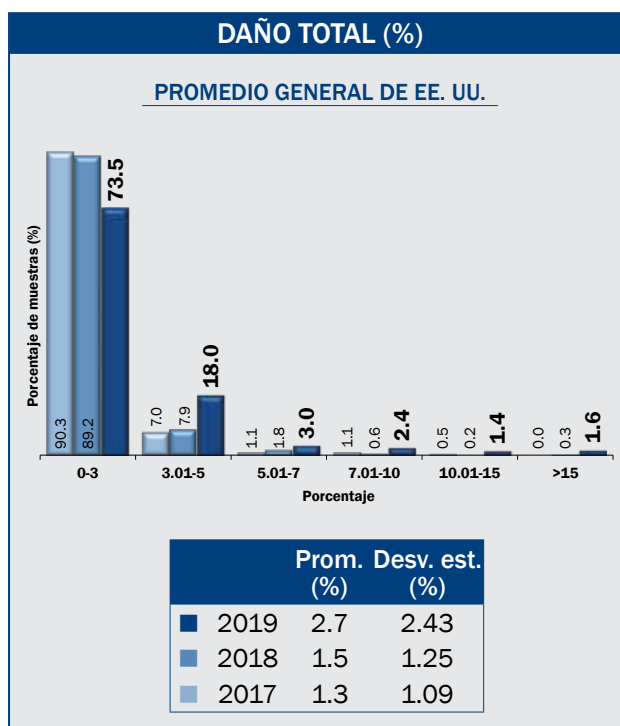
El daño total es el porcentaje de granos y partes del grano que de alguna forma están visualmente dañadas, como el daño por calor, heladas, insectos, germinación, enfermedades, clima, tierra, germen y hongos. La mayor parte de este tipo de daños resultan en algo de decoloración o cambio de textura del 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. Existen varios mohos de campo, tales como *Diplodia*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Gibberella*, que pueden dañar a los granos durante la temporada de cultivo, si las condiciones climáticas son propicias para su desarrollo. Aunque algunos hongos que producen daños pueden también producir micotoxinas, no todos los hongos las producen. Las probabilidades de hongos disminuyen conforme el maíz se seca y enfría a menores temperaturas.

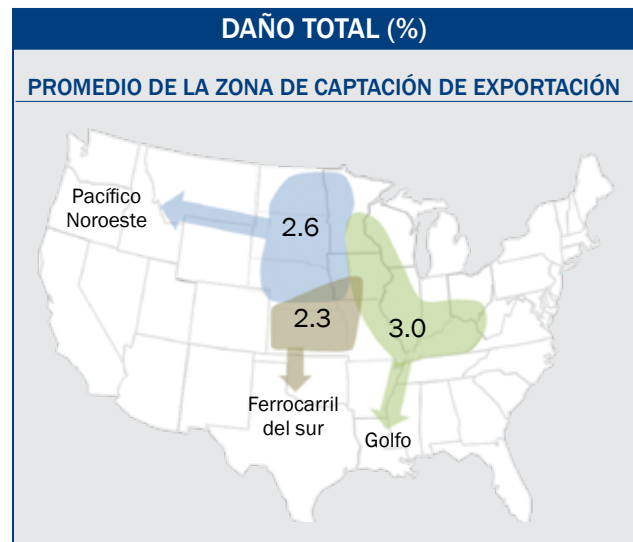
## Resultados

- El daño total del promedio general de EE. UU. en 2019 (2.7%) fue mayor que en 2018 (1.5%), 2017 (1.3%) y que el P5A (1.7%). El promedio de daño total de 2019 estuvo por debajo del límite de calificación U.S No.1 (3%).
- La variabilidad del daño total en la cosecha 2019, de acuerdo con las desviaciones estándar (2.43%), fue mucho mayor que en 2018 (1.25%), 2017 (1.09%) y el P5A (1.26%).
- El rango de daño total en 2019 (de 0 a 50.5%) fue mucho mayor que en 2018 (de 0 a 19.3%) y 2017 (de 0 a 13.6%). El rango excepcionalmente amplio y la alta variabilidad de daño total es probable que se deba a la maduración tardía, secado lento y condiciones prolongadas de la cosecha de 2019.
- El daño total en las muestras de 2019 fue mayor que en los años anteriores; el 73.5% de las muestras tuvo 3% o menos de granos dañados y el 91.5% tuvo 5% o menos, en comparación con 2018 que tuvo 89.2% y 97.1% y 2017 con 90.3% y 97.3%, respectivamente.



- El promedio de daño total de las ECA fue de 3% en la del Golfo, 2.6% para Pacífico Noroeste y 2.3% para Ferrocarril del Sur. La ECA del Golfo tuvo el daño total mayor o empató con el mayor de 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- Los valores promedio de daño total en todas la ECA estuvieron igual o por debajo del límite del U.S. No. 1 (3%).

Límites máximos de daño total de calificación EE. UU.
No. 1: 3%
No. 2: 5%
No. 3: 7%
No. 4: 10%
No. 5: 15%
Muestra: >15%



## Daño por calor

El daño por calor es un subconjunto del daño total, que cuenta con especificaciones separadas en las Normas de Calificaciones de EE. UU. El daño por calor puede estar causado por la actividad

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

## Resultados

- No se notificó daño por calor en ninguna de las muestras de 2019, que son los mismos resultados que en 2018, 2017 y que el P5A.
- 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.

Límites máximos de daño por calor de calificación de EE. UU.
No. 1: 0.1%
No. 2: 0.2%
No. 3: 0.5%
No. 4: 1%
No. 5: 3%
Muestra: >3%

## B. HUMEDAD

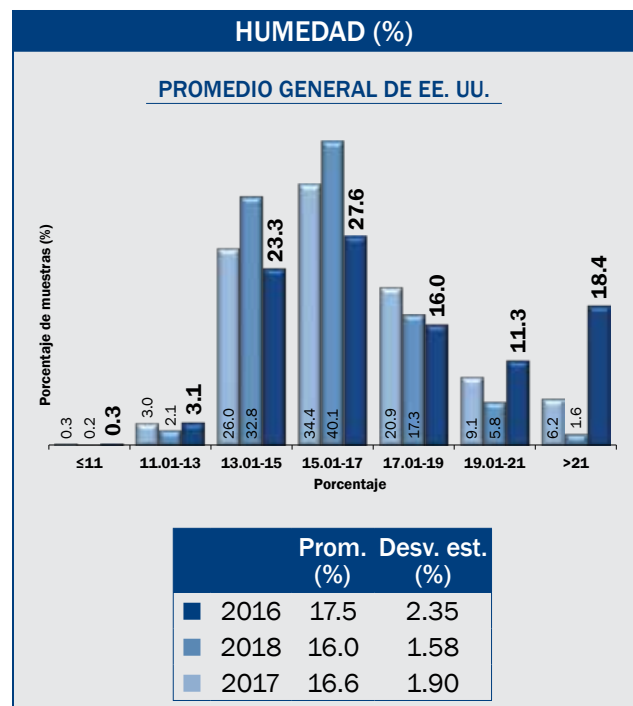
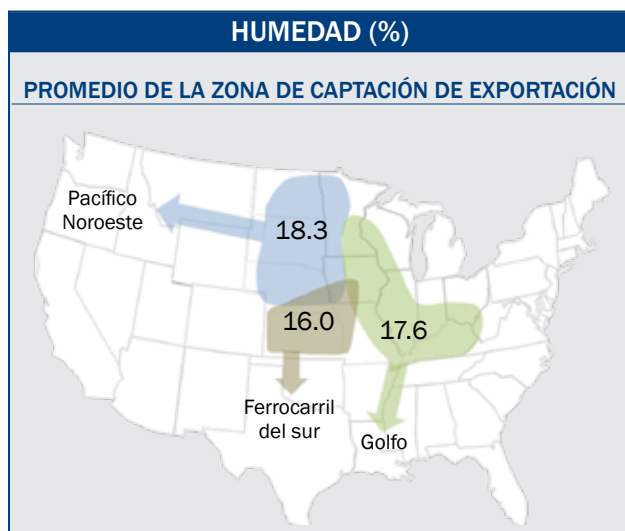
El contenido de humedad se notifica en certificados de calificación oficiales, mientras que por lo regular el nivel máximo se especifica en el contrato. Sin embargo, no es un factor de calificación, por ende, no determina qué calificación numérica le será asignada a la muestra. Es importante el contenido 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. También afecta al peso específico. En general, si el maíz se seca con suavidad, puede aumentar el peso específico de 0.25 a 0.33 lb/bu en 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 tener efecto para reducir el posible aumento del peso específico<sup>1</sup>. El contenido de humedad más alto en la cosecha aumenta la probabilidad

de daño del grano en esa actividad y en el secado. El contenido de humedad y la cantidad de secado que se requieren también afectarán la formación de grietas por tensión y rompimiento. Los granos sumamente húmedos pueden ser precursores de grandes daños por hongos 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 de la cosecha y las condiciones climáticas en esta. Los lineamientos generales de la humedad en el almacenamiento indican que 14% es el nivel máximo recomendado 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.<sup>2</sup>

### Resultados<sup>3</sup>

- El contenido de humedad del promedio general de EE. UU. registrado en el elevador en 2019 fue de 17.5%, lo cual fue mayor que en 2018 (16%), 2017 (16.6%) y que el P5A (16.2%). En los últimos nueve años, el promedio general 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.

- La desviación estándar de humedad del promedio general de EE. UU. en 2019 (2.35%) fue mucho mayor que en 2018 (1.58%), 2017 (1.90%) y que el P5A (1.66%).

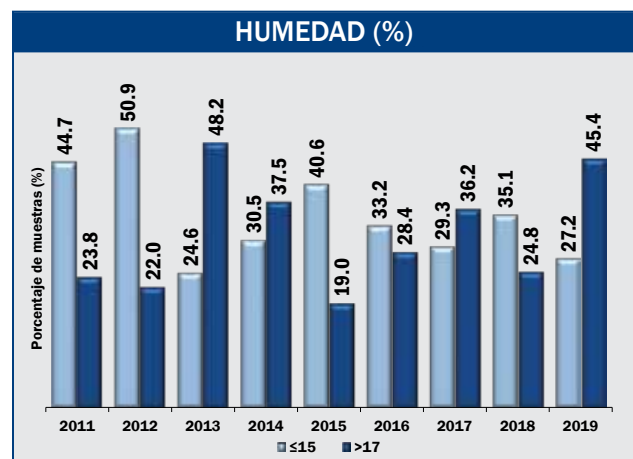
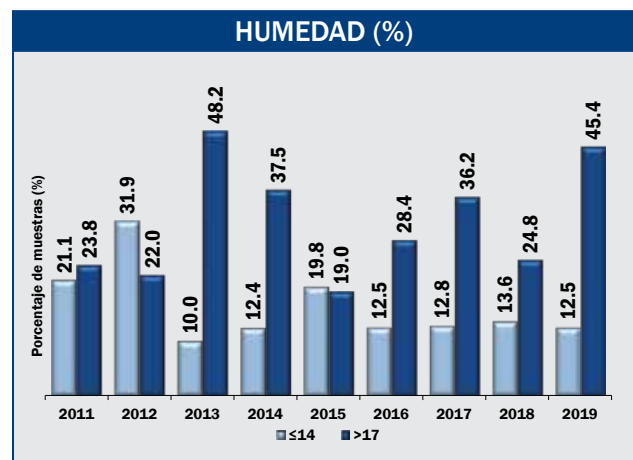
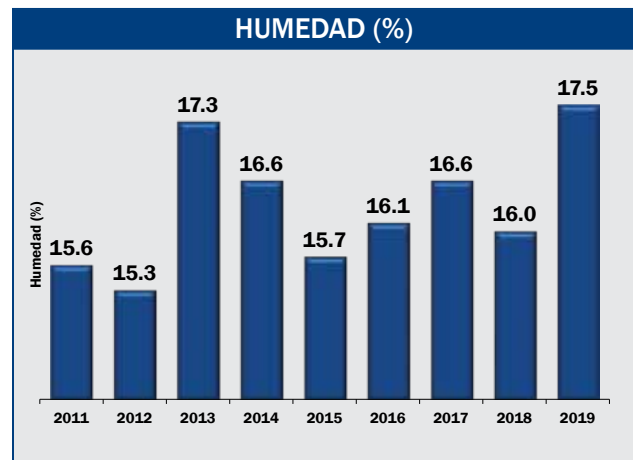


<sup>1</sup>Hellevang, K. (2019) Many Factors Influence Corn Test Weight. NDSU Agricultural Communication Nov 27, 2019, NDSU Extension Service. North Dakota Experiment Station.

<sup>2</sup>WPS-13. 2017. Grain drying, handling and storage handbook. Midwest Plan Service No. 13, tercera edición, Iowa State University, Ames, IA 50011.

<sup>3</sup>Las diferencias entre los histogramas de esta sección se deben únicamente al redondeo.

- El rango en los valores de contenido de humedad en 2019 (de 11 a 30%) fue mayor que 2018 (de 10.1 a 25%) y 2017 (de 9 a 24.4%).
- Hubo más muestras con alto contenido de humedad en 2019 que en 2018 y 2017, con un 45.7% de estas con más del 17% de humedad, en comparación con el 24.7% en 2018 y 36.2% en 2017. En la cosecha de 2019 hubo más muestras con niveles de humedad por arriba de 21% (18.4%) que en 2018 (1.6%) y 2017 (6.2%). Esta distribución indica que la cosecha de 2019 requirió mucho más secado que en las de 2018 o 2017. En la cosecha de 2019, el 12.5% de las muestras contenían 14% o menos humedad, en comparación con el 13.6% en las de 2018 y el 12.8% en las de 2017. Generalmente se considera que los valores de contenido de humedad de 14% o menos es un nivel seguro para un almacenamiento y transporte a largo plazo.
- Los valores de humedad de 2019 se distribuyeron con 27.2% 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.
- Los contenidos de humedad promedio de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 17.6, 18.3 y 16%, respectivamente.
- Los niveles de humedad promedio de la ECA Ferrocarril del Sur fue el más bajo de entre las ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A. Las muestras de la ECA Ferrocarril del Sur por lo regular tienen menor contenido de humedad debido a las condiciones climáticas, en general favorables, para el secado del grano en el campo.
- Los contenidos de humedad en las muestras de 2019 fueron mayores que en 2018 y que el P5A, por ende, debe tenerse cuidado de monitorear y mantener los niveles de humedad lo suficientemente bajos, para prevenir el posible crecimiento fúngico, que puede reducir la vida útil de almacenamiento.



## RESUMEN: FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

	Cosecha 2019					Cosecha 2018			Cosecha 2017			Prom. de 5 años (2014-2018)	
	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	Mín.	Máx.	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.
<b>Promedio general de EE. UU.</b>													
Peso específico (lb/bu)	623	57.3	1.41	42.6	61.9	618	58.4*	1.20	627	58.4*	1.21	58.2	1.21
Peso específico (kg/hl)	623	73.8	1.81	54.8	79.7	618	75.1*	1.54	627	75.2*	1.55	74.9	1.55
BCFM (%)	623	1	0.67	0	8.2	618	0.7*	0.51	627	0.8*	0.57	0.8	0.53
Maíz quebrado (%)	623	0.7	0.47	0	5.3	618	0.5*	0.33	627	0.6*	0.39	0.6	0.37
Material extraño (%)	623	0.2	0.28	0	3.3	618	0.2	0.26	627	0.2	0.25	0.2	0.23
Daño total (%)	623	2.7	2.43	0	50.5	618	1.5*	1.25	627	1.3*	1.09	1.7	1.26
Daño por calor (%)	623	0	0	0	0	618	0	0	627	0	0	0	0
Humedad (%)	613	17.5	2.35	11	30	618	16.0*	1.58	627	16.6*	1.90	16.2	1.66
<b>Golfo</b>													
Peso específico (lb/bu)	594	57.8	1.27	48	61.9	587	58.6*	1.13	612	58.6*	1.18	58.3	1.20
Peso específico (kg/hl)	594	74.4	1.64	61.8	79.7	587	75.4*	1.46	612	75.4*	1.52	75.1	1.54
BCFM (%)	594	0.9	0.61	0	5.1	587	0.7*	0.50	612	0.8*	0.58	0.7	0.53
Maíz quebrado (%)	594	0.7	0.43	0	3.9	587	0.5*	0.32	612	0.6*	0.39	0.6	0.37
Material extraño (%)	594	0.2	0.26	0	3.2	587	0.2	0.26	612	0.2	0.27	0.2	0.23
Daño total (%)	594	3	2.50	0	50.5	587	1.8*	1.41	612	1.6*	1.33	2.1	1.50
Daño por calor (%)	594	0	0	0	0	587	0	0	612	0	0	0	0
Humedad (%)	594	17.6	2.32	11	30	587	16.1*	1.58	612	17.0*	2.06	16.4	1.71
<b>Pacífico Noroeste</b>													
Peso específico (lb/bu)	318	55.7	1.80	42.6	61.9	288	57.5*	1.37	291	57.7*	1.28	57.5	1.24
Peso específico (kg/hl)	318	71.7	2.31	54.8	79.7	288	74.0*	1.77	291	74.2*	1.65	74	1.60
BCFM (%)	318	1.2	0.88	0	8.2	288	0.8*	0.58	291	0.9*	0.55	0.8	0.57
Maíz quebrado (%)	318	0.9	0.60	0	5.3	288	0.6*	0.39	291	0.7*	0.40	0.6	0.40
Material extraño (%)	318	0.3	0.37	0	3.3	288	0.2*	0.24	291	0.2*	0.23	0.2	0.23
Daño Total (%) <sup>2</sup>	318	2.6	3.02	0	50.5	288	0.9*	0.83	291	0.6*	0.49	0.7	0.60
Daño por calor (%)	318	0	0	0	0	288	0	0	291	0	0	0	0
Humedad (%)	318	18.3	2.96	11.5	29.6	288	16.1*	1.75	291	16.1*	1.78	16	1.66
<b>Ferrocarril del Sur</b>													
Peso específico (lb/bu)	324	58.6	1.18	51.9	61.9	355	58.9*	1.19	393	58.8*	1.21	58.5	1.20
Peso específico (kg/hl)	324	75.4	1.52	66.8	79.7	355	75.8*	1.53	393	75.6*	1.56	75.3	1.54
BCFM (%)	324	0.8	0.47	0	3.8	355	0.7	0.44	393	0.8*	0.52	0.7	0.46
Maíz quebrado (%)	324	0.6	0.35	0	3.6	355	0.5	0.28	393	0.7*	0.39	0.6	0.32
Material extraño (%)	324	0.2	0.18	0	2.8	355	0.2	0.25	393	0.2	0.19	0.2	0.20
Daño total (%)	324	2.3	1.27	0	27.9	355	1.8*	1.23	393	1.3*	0.97	1.6	1.20
Daño por calor (%)	324	0	0	0	0	355	0	0	393	0	0	0	0
Humedad (%)	324	16	1.42	11	27.2	355	15.5*	1.35	393	15.8*	1.48	15.7	1.45

\*Indica que el promedio fue significativamente diferente de 2019, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

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

<sup>2</sup>El margen de error (ME) relativo para predecir el promedio de población de la cosecha sobrepasó el ±10%

## C. COMPOSICIÓN QUÍMICA

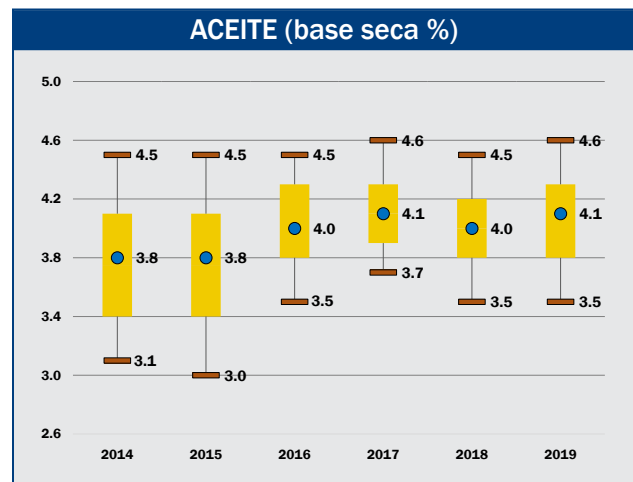
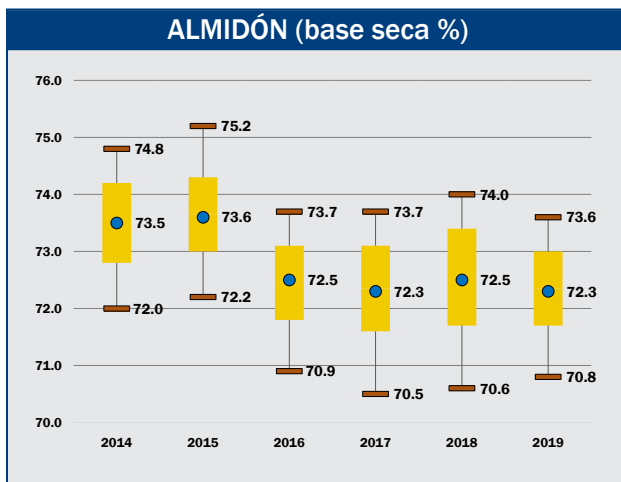
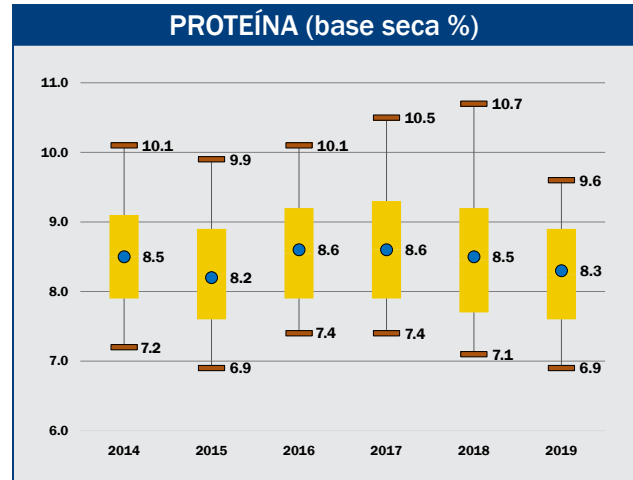
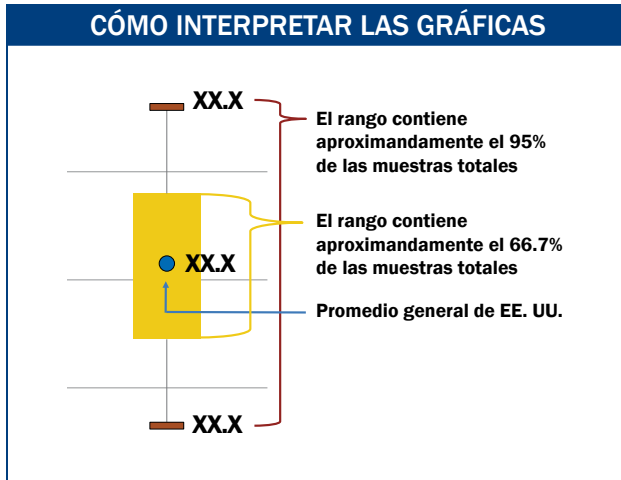
La composición química del maíz consiste principalmente en proteína, almidón y aceite. Aunque estos atributos no son factores de calificación, son de gran interés para el usuario final. Los valores de composición química proporcionan información adicional relacionada con el valor nutritivo para la

alimentación de todos los animales de producción, para la molienda en húmedo y otros procesamientos del maíz. A diferencia de muchos atributos físicos, no es de esperarse que los valores de composición química cambien de forma importante durante el almacenamiento o el transporte.

### RESUMEN: COMPOSICIÓN QUÍMICA

- La concentración de proteína del promedio general de EE. UU. en 2019 (8.3% en base seca) fue menor que en 2018 (8.5%), 2017 (8.6%) y que el P5A (8.5%).
- La ECA del Golfo tuvo las concentraciones de proteína más bajas o iguales entre las otras ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- La concentración de almidón del promedio general de EE. UU. en 2019 (72.3% en base seca) fue menor que en 2018, la misma que en 2017 y más baja que el P5A (72.9%).
- La ECA del Golfo presentó los mayores promedios de concentración de almidón en 2019, 2018, 2017 y el P5A entre todas las ECA.
- La concentración de aceite del promedio general de EE. UU. en 2019 (4.1% en base seca) fue más alta que en 2018 (4%), la misma que en 2017 y mayor que el P5A (3.9%).
- La variabilidad en concentraciones químicas fue similar en 2019, 2018 y 2017 con base en las desviaciones estándar similares de proteína, almidón y aceite.
- Las concentraciones promedio de aceite de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 4, 4.1 y 4%, respectivamente. Los promedios de concentración de aceite han variado en 0.1% o menos entre las ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA COMPARACIÓN DEL PROMEDIO GENERAL DE SEIS AÑOS



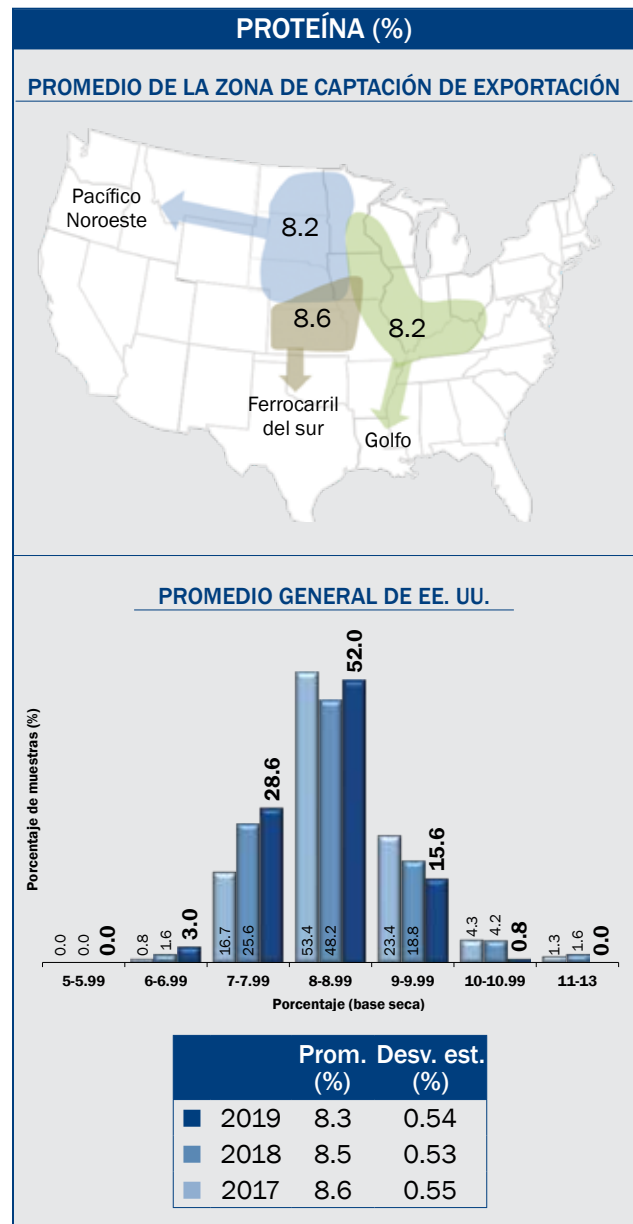
## Proteína

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

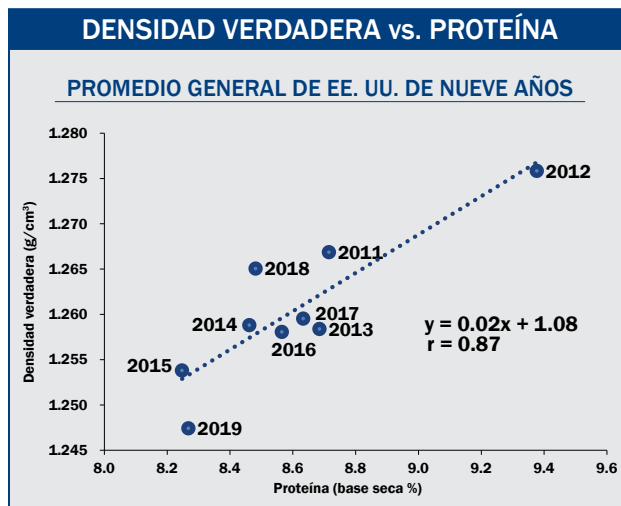
disminución de nitrógeno disponible del suelo y en años con altos rendimientos de cultivo. Por lo general, la proteína es inversamente proporcional a la concentración de almidón. Los resultados se notifican en base seca.

### Resultados

- El promedio de concentración de proteína del promedio general de EE. UU. en 2019 fue de 8.3%, menor que en 2018 (8.5%), 2017 (8.6%) y que el P5A (8.5%).
- La desviación estándar de almidón del promedio general de EE. UU. en 2019 (0.54%) fue similar que en 2018 (0.53%), 2017 (0.55%) y el P5A (0.53%).
- El rango de concentración de proteína en 2019 (de 6.2 a 10.4%) fue similar al de 2018 (de 6.6 a 11.9%) y 2017 (de 6.4 a 12.2%).
- Las concentraciones de proteína en 2019 se distribuyeron en 31.6% por debajo del 8%, 52% entre 8 y 8.99%, y 16.4% por arriba del 9%. La distribución de proteína en 2019 manifiesta un menor número de muestras con niveles altos de proteína que en 2018 y 2017.
- Los promedios de concentración de proteína de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 8.2, 8.2 y 8.6%, respectivamente. La ECA del Golfo presentó la menor proteína o estaba empatada con esta cifra en 2019, 2018, 2017 y el P5A.



- Con base en los promedios generales de EE. UU. de los últimos nueve años, conforme aumenta la concentración de proteína, aumenta 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.



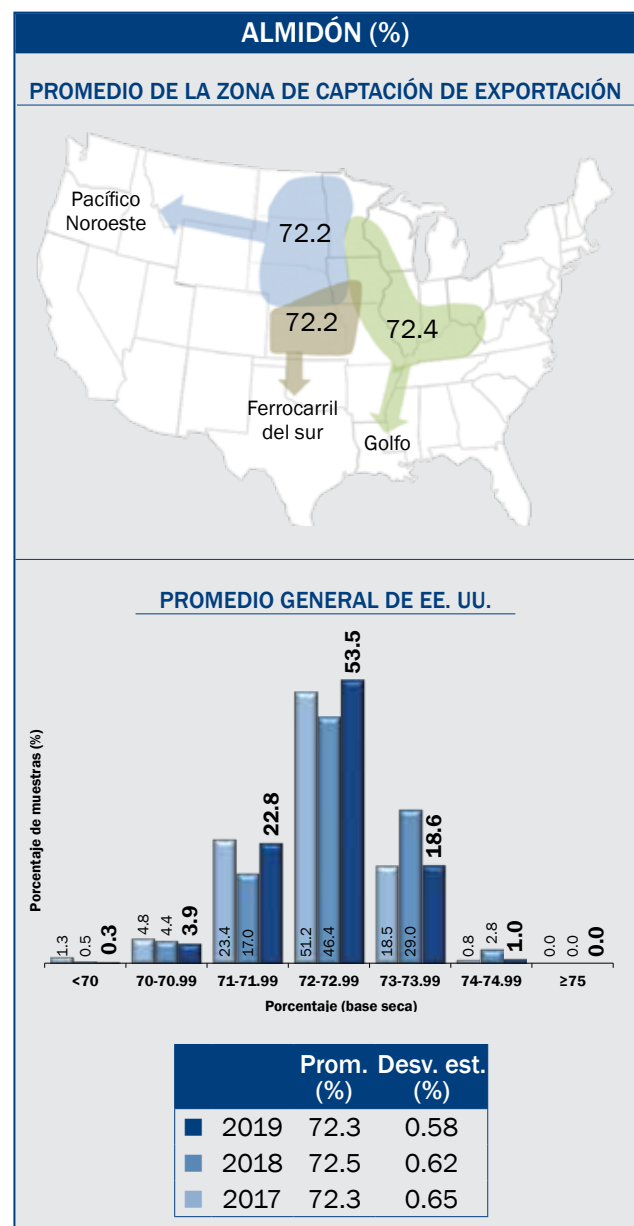
## Almidón

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

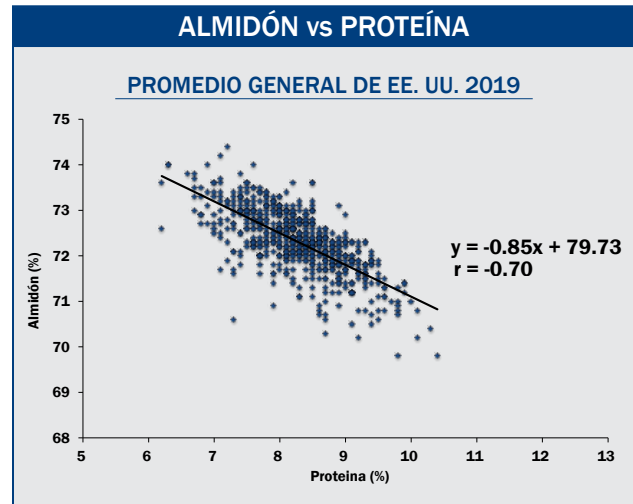
del grano razonablemente moderadas. Por lo general, el almidón está inversamente relacionado a la concentración de proteína. Los resultados se notifican en base seca.

## Resultados

- En 2019, el promedio general de EE. UU. de concentración de almidón (72.3%) fue similar a 2018 (72.5%) y 2017 (72.3%), pero menor que el P5A (72.9%).
- La desviación estándar de almidón del promedio general de EE. UU. en 2019 (0.58%) fue similar que en 2018 (0.62%), 2017 (0.65%) y el P5A (0.62%).
- El rango de concentración del almidón en 2019 (de 69.8 a 74.4%) fue similar al de 2018 (de 68.9 a 74.6%) y 2017 (de 69 a 74.2%).
- Las concentraciones de almidón en 2019 se distribuyeron en 27% de las muestras por debajo de 72%, 53.5% entre 72 y 72.99%, y 19.6% en 73% o más. Esta distribución muestra un menor número de muestras con mayores niveles de almidón que en 2018, pero similares a los de 2017.



- La concentración promedio de almidón de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 72.4, 72.2 y 72.2%, respectivamente. Los promedios de concentración de almidón más altos fueron en la ECA del Golfo en 2019, 2018, 2017 y el P5A. La ECA del Golfo tuvo el mayor contenido de almidón y el menor de proteína o empatado con esta cifra en 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- Ya que el almidón y la proteína son los dos componentes más grandes 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 (- 0.70) entre el almidón y la proteína.



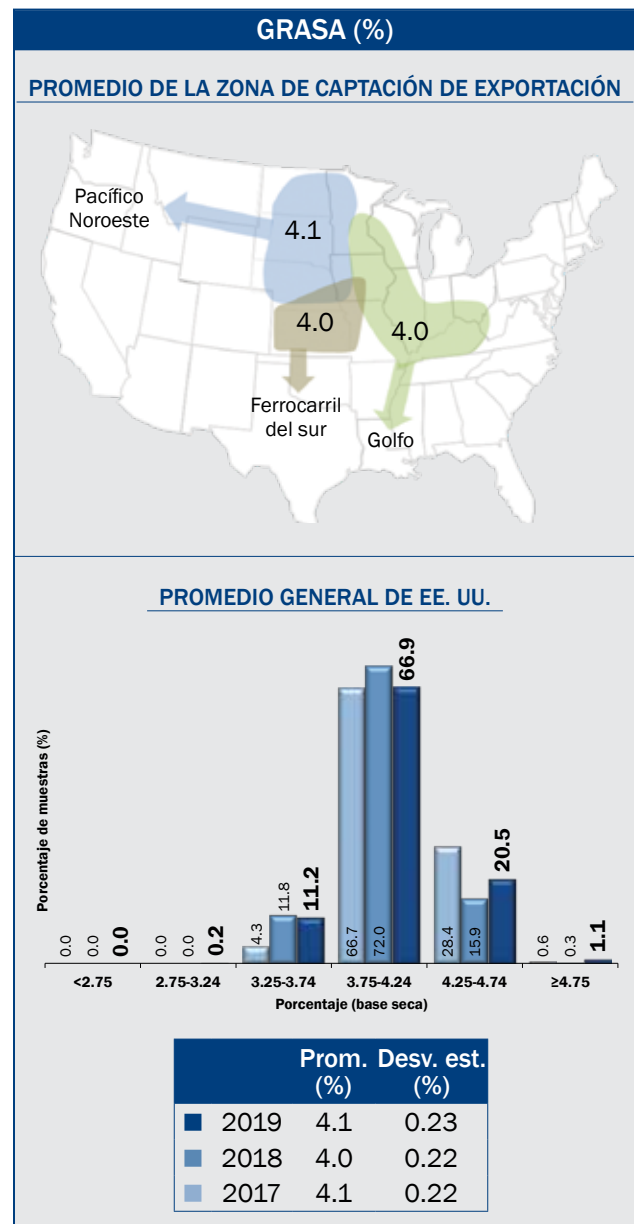
## Aceite

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 se notifican en base seca.

### Resultados

- La concentración de aceite del promedio general de EE. UU. en 2019 (4.1%) fue mayor que en 2018 (4%), la misma que en 2017 y mayor que el P5A (3.9%).
- La desviación estándar de aceite del promedio general de EE. UU. en 2019 (0.23%) fue similar a la de 2018 y 2017 (ambas de 0.22%) y el P5A (0.26%).
- El rango de concentración de aceite en 2019 (de 3.2 a 5%) fue similar al de 2018 (de 3.3 a 5%) y al de 2017 (de 3.3 a 5%).
- Las concentraciones de aceite en 2019 se distribuyeron con 11.4% de las muestras de 3.47% o menos, en 66.9% de las muestras de 3.75% a 4.24% y 21.6% de 4.25% a más alto. Las distribuciones de 2019 y 2017 mostraron un mayor número de muestras con concentraciones de aceite de 4.25% o mayores que en 2018.
- Los promedios de concentración de aceite de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 4.0, 4.1 y 4%. Los promedios de concentración de aceite han variado en 0.1% o menos entre las ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A.



## RESUMEN: FACTORES QUÍMICOS

	Cosecha 2019					Cosecha 2018			Cosecha 2017			Prom. de 5 años (2014-2018)	
	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	Mín.	Máx.	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.
<b>Promedio general de EE. UU.</b>													
Proteína (base seca %)	623	8.3	0.54	6.2	10.4	618	8.5*	0.53	627	8.6*	0.55	8.5	0.53
Almidón (base seca %)	623	72.3	0.58	69.8	74.4	618	72.5*	0.62	627	72.3	0.65	72.9	0.62
Aceite (base seca %)	623	4.1	0.23	3.2	5	618	4.0*	0.22	627	4.1*	0.22	3.9	0.26
<b>Golfo</b>													
Proteína (base seca %)	594	8.2	0.54	6.2	10.4	587	8.3*	0.50	612	8.5*	0.54	8.4	0.52
Almidón (base seca %)	594	72.4	0.58	69.8	74.4	587	72.7*	0.61	612	72.4	0.64	73	0.62
Aceite (base seca %)	594	4	0.24	3.2	5	587	4	0.23	612	4.1*	0.22	4	0.27
<b>Pacífico Noroeste</b>													
Proteína (base seca %)	318	8.2	0.54	6.6	10.1	288	8.6*	0.60	291	8.9*	0.58	8.7	0.57
Almidón (base seca %)	318	72.2	0.58	69.8	73.8	288	72.4*	0.64	291	71.9*	0.68	72.7	0.62
Aceite (base seca %)	318	4.1	0.25	3.5	5	288	4.0*	0.21	291	4.1	0.21	3.9	0.24
<b>Ferrocarril del Sur</b>													
Proteína (base seca %)	324	8.6	0.54	6.2	10.4	355	8.8*	0.55	393	8.8*	0.54	8.6	0.53
Almidón (base seca %)	324	72.2	0.56	69.8	74.2	355	72.3	0.63	393	72.3	0.62	72.8	0.61
Aceite (base seca %)	324	4	0.21	3.3	4.8	355	4.0*	0.21	393	4.1*	0.21	3.9	0.24

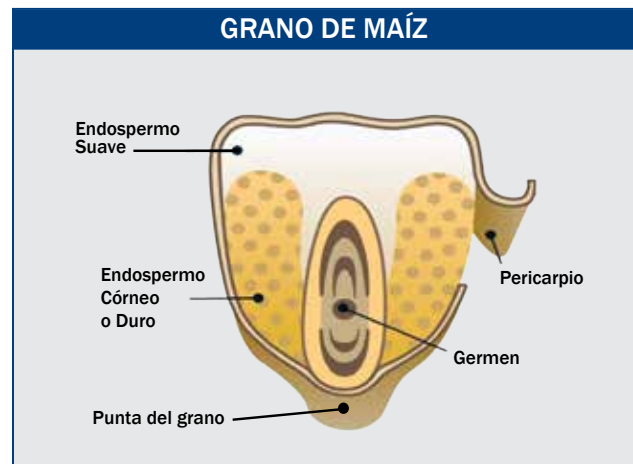
\*Indica que el promedio fue significativamente diferente de 2019, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

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

## D. FACTORES FÍSICOS

Los factores físicos son otros atributos de calidad que no son ni factores de calificación, ni de composición química. Los factores físicos incluyen grietas por tensión, 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, el cual consiste en endospermo suave (también conocido como harinoso u opaco) y el endospermo córneo (también



Fuente: Adaptado de Corn Refiners Association, 2011

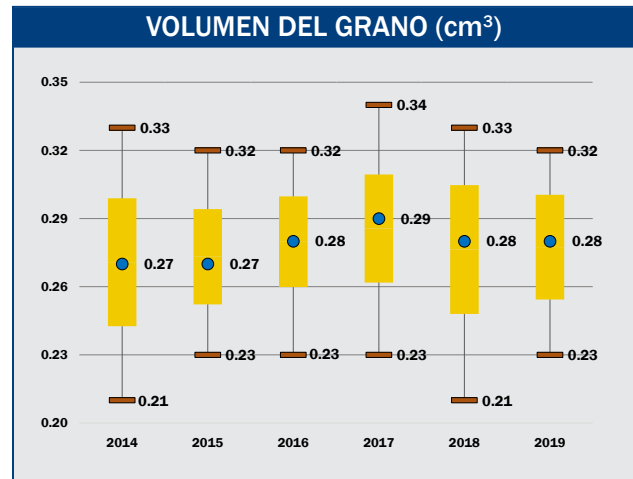
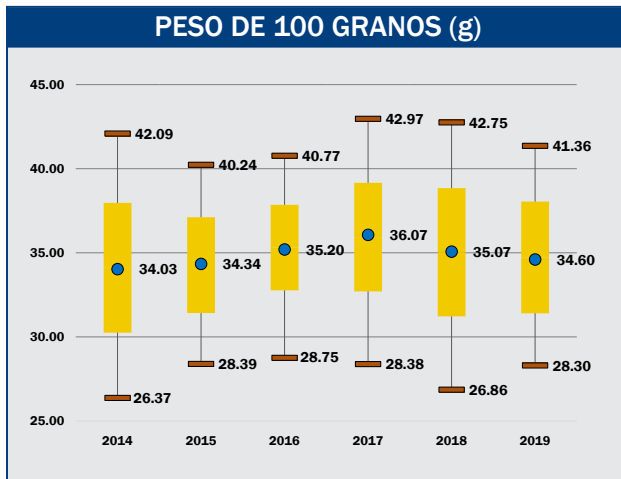
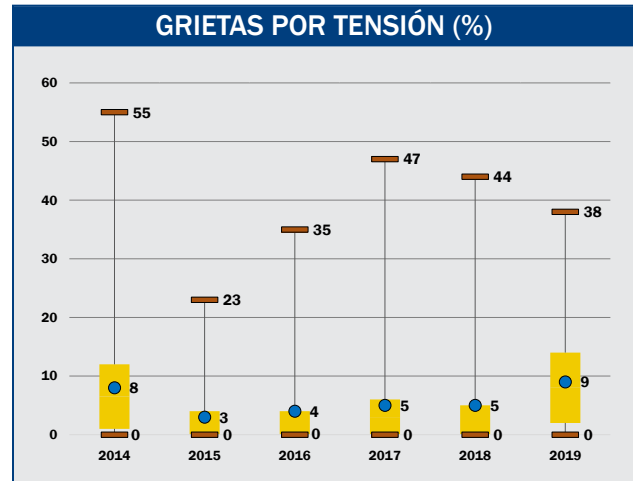
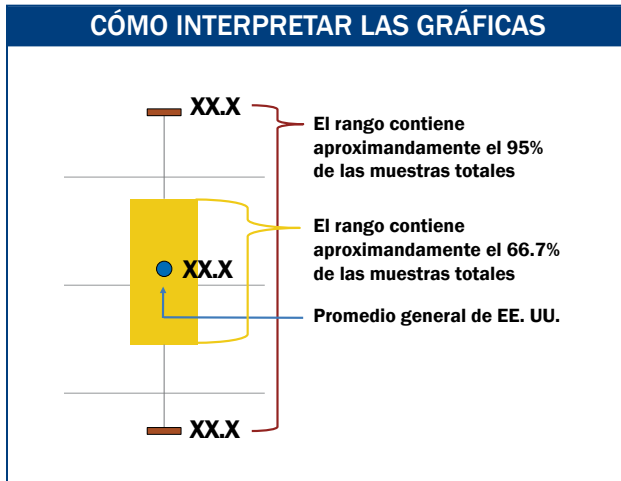
llamado duro o vitroso), como se muestra arriba. El endospermo contiene básicamente almidón y proteína, el germen contiene aceite y algunas proteínas, y el pericarpio y la punta son mayormente fibra.

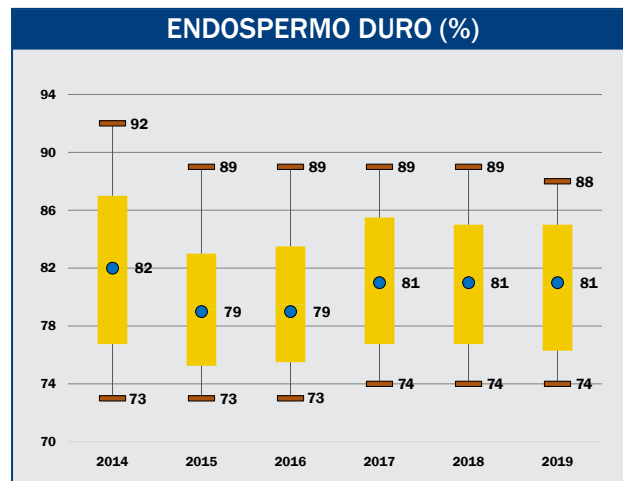
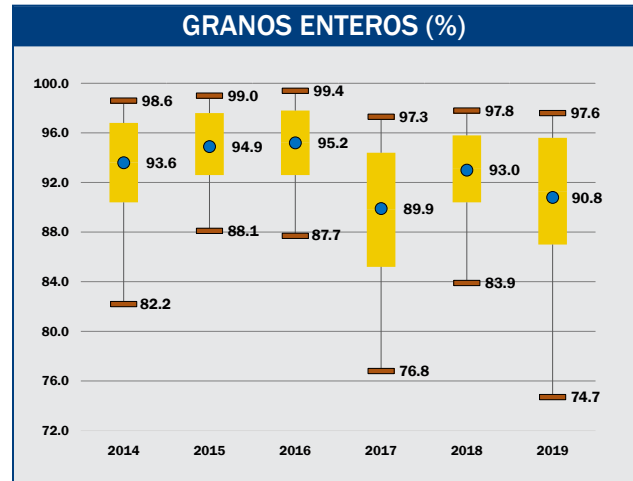
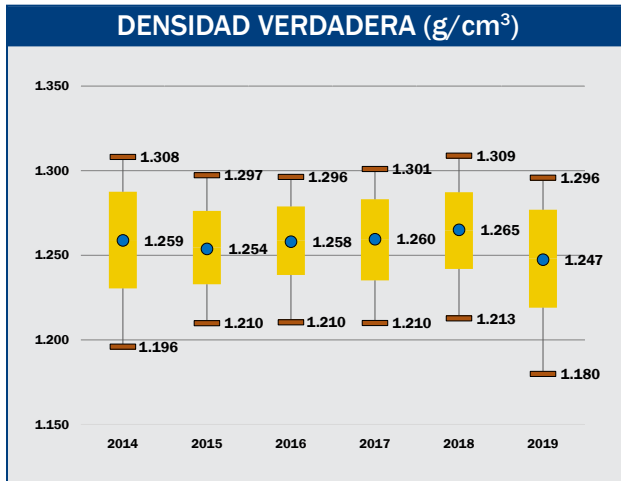


## RESUMEN: FACTORES FÍSICOS

- El promedio general de EE. UU. de grietas por tensión (9%) fue mayor al de 2018, 2017 y el P5A (todos de 5%), lo que indica que la susceptibilidad al rompimiento en 2019 puede ser mayor que la de 2018, 2017 y que el P5A.
- Entre las ECA, las del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur tuvieron promedios de grietas por tensión de 10, 9 y 6%, respectivamente. La ECA Ferrocarril del Sur presentó el menor promedio de grietas por tensión en 2019, 2018, 2017 y el P5A de entre todas las ECA.
- En 2019, el peso de 100 granos del promedio general de EE. UU. (34.60 g) fue más bajo que en 2018 (35.07 g), 2017 (36.07 g) y que el P5A (34.94 g).
- El volumen del grano del promedio general de EE. UU. en 2019 (0.28 cm<sup>3</sup>) fue el mismo que en 2018 y el P5A (ambos de 0.28 cm<sup>3</sup>), pero menor que en 2017 (0.29 cm<sup>3</sup>).
- La ECA Pacífico Noroeste presentó el más bajo de los promedios de peso de 100 granos y el volumen de grano más bajo de las ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- La densidad verdadera de grano del promedio general de EE. UU. promedió 1.247 g/cm<sup>3</sup> en 2019, la cual fue más baja que en 2018, 2017 y que el P5A. La distribución de densidad verdadera del grano por arriba de 1.275 g/cm<sup>3</sup> en 2019 indica un maíz más suave que en 2018 y 2017. De las ECA, la del Pacífico Noroeste tuvo la densidad verdadera más baja y los pesos específicos más bajos en 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- En 2019, el promedio de granos enteros del promedio general de EE. UU. fue 90.8%, menor que en 2018 (93%) y que el P5A (93.3%), pero mayor que el de 2017 (89.9%).
- El de endospermo duro del promedio general de EE. UU. en 2019 (81%) fue el mismo que en 2018 y 2017, pero mayor que el P5A (80%). De entre todas las ECA, la de Ferrocarril del Sur tuvo el mayor promedio de endospermo duro o empató en 2019, 2018, 2017 y el P5A. El promedio de endospermo duro tiende a aumentar en los años con mayor densidad verdadera.

**FACTORES FÍSICOS  
COMPARACIÓN DEL PROMEDIO GENERAL DE SEIS AÑOS**





## Grietas por tensión

Las grietas por tensión 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 tensión no está dañado, de tal forma que el grano puede parecer normal a primera vista, aun cuando estén presentes las grietas por tensión.

Las mediciones incluyen a las “grietas por tensión” (el porcentaje de granos con al menos una grieta) y el índice de grietas por tensión, que es el promedio ponderado de una, dos o múltiples grietas. Ambas mediciones usan la misma muestra de 100 granos intactos sin daño externo. La primera mide sólo el número de granos con grietas por tensión, mientras que la segunda muestra la gravedad del agrietamiento. Por ejemplo, si la mitad de los granos tienen sólo una grieta por tensión, la variable “grietas por tensión” es del 50% y el índice de grietas por tensión es de 50 (50 x 1). Sin embargo, si la mitad de granos tienen múltiples grietas por tensión (más de dos), indica un mayor potencial de problemas de manejo, “grietas por tensión” permanece en el 50%, pero el índice se convierte en 250 (50 x 5). Siempre es preferible tener valores más bajos de dichas mediciones. En los últimos ocho años ambas se han llevado a cabo. Sin embargo, hubo una correlación muy alta entre los dos factores ( $r = 0.99$ ). Por ende, a partir del *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, solo se llevaron a cabo y notificaron las mediciones de las grietas por tensión.

La causa de las grietas por tensión 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. Las grietas internas no se acumulan tanto en el endospermo suave harinoso, como en el endospermo duro; por lo tanto, el maíz con alto porcentaje de endospermo duro es más susceptible a

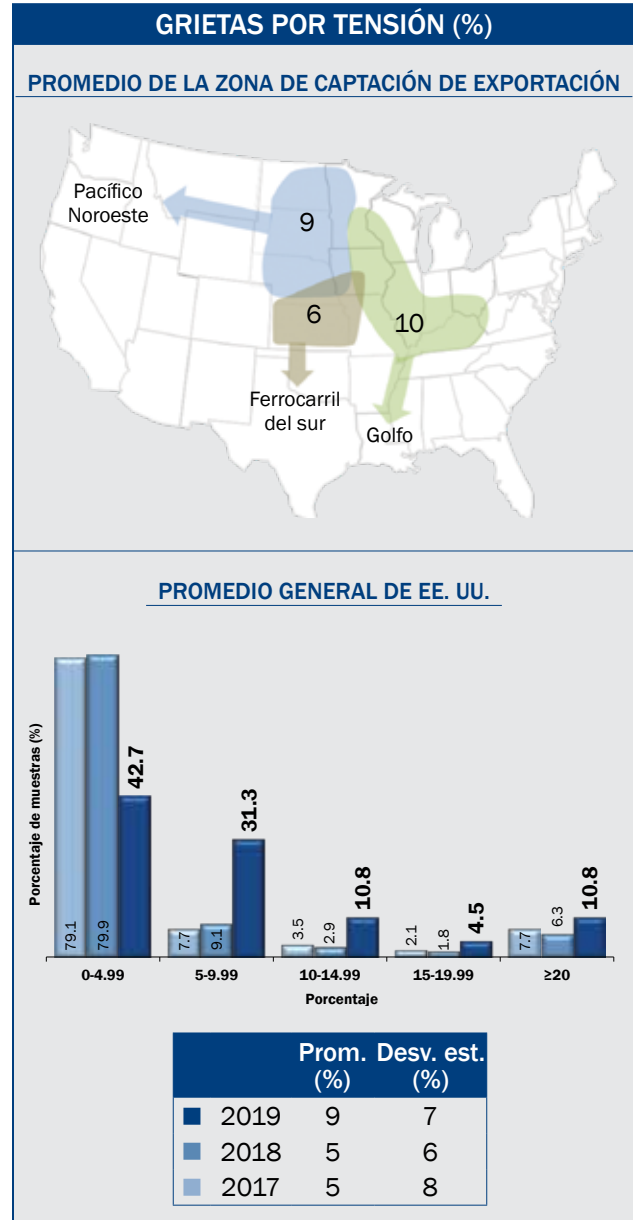
las grietas por tensión, que el grano más suave. La gravedad de las grietas por tensión puede variar en el grano, las cuales pueden ser una, dos o múltiples. El secado a altas temperaturas que elimina rápido la humedad es la causa más común de las grietas por tensión. El impacto de altos niveles de estas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

- General: aumenta la susceptibilidad al rompimiento durante el manejo. Esto puede llevar a que los procesadores tengan que eliminar más maíz quebrado durante las operaciones de limpieza y a una posible reducción de calificación o valor.
- Molienda en húmedo: un rendimiento más bajo de almidón debido a la dificultad de separar el almidón y la proteína. Las grietas por tensión pueden también alterar los requisitos de maceamiento o remojo.
- Molienda en seco: un menor rendimiento de sémola en hojuelas grandes (el principal producto de muchas operaciones de molienda en seco).
- Cocción alcalina: un método de 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 maíz, lo oportuno de la cosecha y la necesidad del secado artificial, lo que va a influir en el grado de grietas por tensión encontrado de región en región. Por ejemplo, la madurez o cosecha tardía ocasionada por factores relacionados con el clima, tales como el retraso en la siembra por lluvias o las temperaturas frías, pueden aumentar la necesidad del secado artificial, por lo que incrementa las posibilidades de que aparezcan grietas por tensión.

## Resultados

- Las grietas por tensión del promedio general de EE. UU. en 2019 promediaron 9%, que es mayor que en 2018, 2017 y el P5A (todas de 5%).
- La desviación estándar de grietas por tensión del promedio general de EE. UU. en 2019 (7%) fue similar a 2018 (6%), 2017 (8%) y el P5A (7%).
- Las grietas por tensión estuvieron del 0 al 95% en 2019, en comparación con el rango de 0 a 88% en 2018 y el de 0 a 90% en 2017.
- El porcentaje de muestras con menos del 10% de grietas por tensión en 2019 (74%), fue menor que en 2018 (89%), y en 2017 (86.8%). También en 2019, el 10.8% de las muestras presentó grietas por tensión por arriba del 20%, lo cual es mayor que en 2018 (6.3%) y en 2017 (7.7%). Las distribuciones de las grietas por tensión indican que el maíz de 2019 debe ser más susceptible al rompimiento que el de 2018 y 2017.
- Los promedios de grietas por tensión en 2019 de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 10, 9 y 6%, respectivamente. De entre las ECA, la de Ferrocarril del Sur tuvo el nivel de grietas por tensión más bajo en 2019, 2018, 2017 y del P5A.
- Gran parte de la cosecha de 2019 se sembró hasta un mes después de lo normal, lo que resultó en una cosecha tardía con condiciones de secado lentas al final de la temporada. Esto ocasionó una mayor humedad durante la cosecha y la necesidad de mayor secado artificial, lo cual resultó en la posibilidad de más grietas por tensión que en años anteriores. Las humedades promedio (17.5%) estuvieron por debajo de las de 2018, 2017 y del P5A.



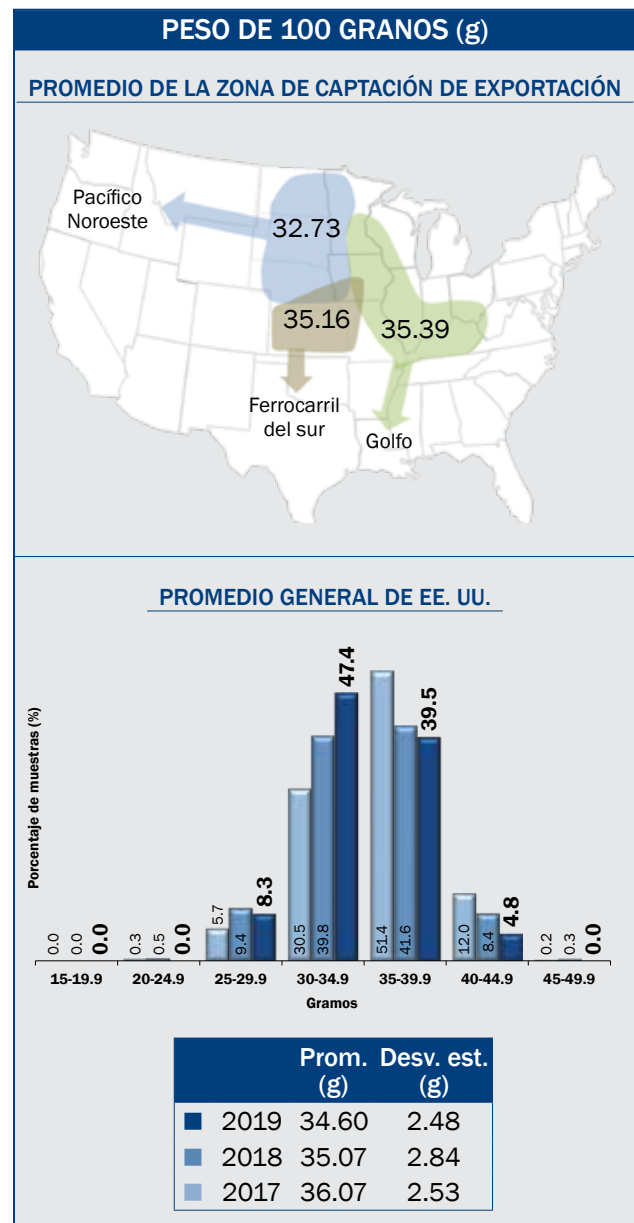
## Peso de 100 granos

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 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 córneo (duro).

### Resultados

- El peso de 100 granos del promedio general de EE. UU. en 2019 promedió 34.60 g, más bajo que en 2018 (35.07 g), 2017 (36.07 g) y que el P5A (34.94 g).
- La variabilidad en el promedio general de EE. UU. de 2019 del peso de 100 granos (desviación estándar de 2.48 g) fue menor que en 2018 (2.84 g), 2017 (2.53 g) y del P5A (2.61 g).
- El rango del peso de 100 granos en 2019 (de 25.11 a 43.93 g) fue menor que en 2018 (de 23.86 a 45.88 g) y 2017 (de 23.06 a 46.44 g).
- Los pesos de 100 granos en 2019 se distribuyeron con 44.3% de las muestras que presentaron un peso de 35 g o mayor, en comparación con el 50.3% en 2018 y 63.6% en 2017. Esta distribución indica que en 2019 se encontró un menor porcentaje de granos grandes que en 2018 y 2017.
- El promedio del peso de 100 granos más bajo fue el de la ECA Pacífico Noroeste (32.73 g), en comparación con la del Golfo (35.39 g) y Ferrocarril del Sur (35.16 g). La ECA Pacífico Noroeste tuvo el promedio más bajo de peso de 100 granos en 2019, 2018, 2017 y el P5A.



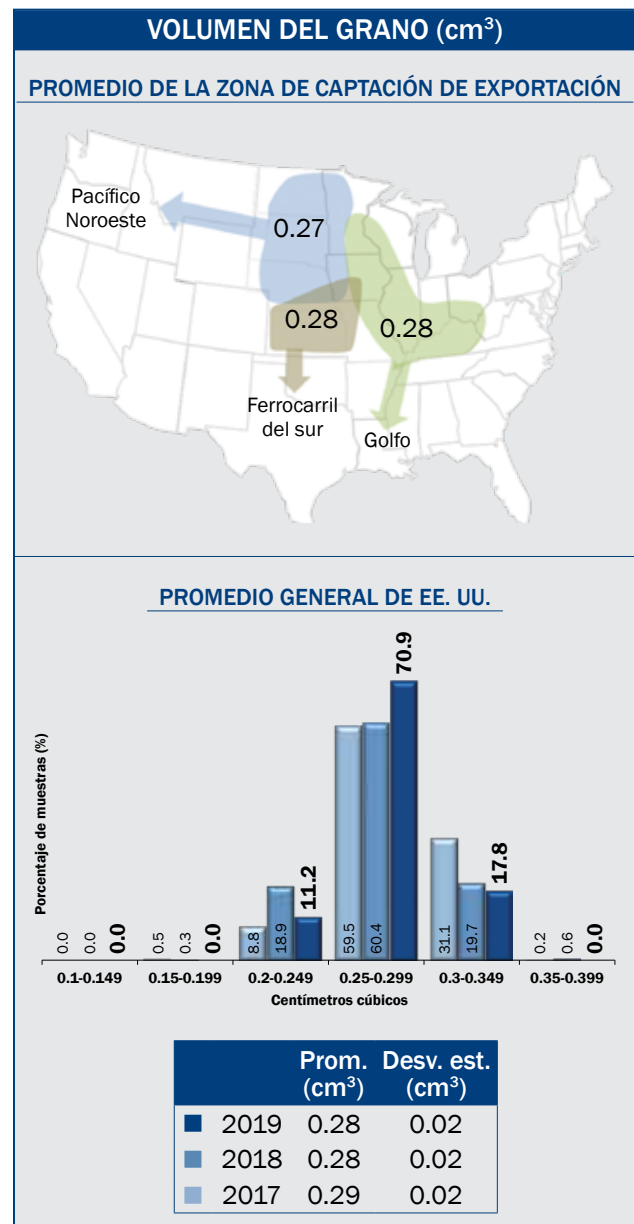
## Volumen del grano

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

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

### Resultados

- El volumen del grano del promedio general de EE. UU. de 0.28 cm<sup>3</sup> en 2019, fue el mismo que en 2018 y que el P5A, pero menor que en 2017 (0.29 cm<sup>3</sup>).
- La variabilidad del volumen del grano fue constante a través de los años. La desviación estándar del volumen del grano del promedio general de EE. UU. fue de 0.02 cm<sup>3</sup> en 2019, 2018, 2017 y P5A.
- El rango de volumen del grano en 2019 (de 0.22 a 0.34 cm<sup>3</sup>) fue similar a 2018 (de 0.19 a 0.36 cm<sup>3</sup>) y 2017 (de 0.18 a 0.36 cm<sup>3</sup>).
- Los volúmenes de grano en 2019 se distribuyeron de tal forma, que el 17.8% de las muestras presentó un volumen de grano de 0.30 cm<sup>3</sup> o mayor, en comparación con 2018 (20.3%) y 2017 (31.3%). Esta distribución indica que hubo un menor porcentaje de granos grandes en 2019, en comparación con 2018 y 2017.
- El volumen de grano de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur promediaron 0.28, 0.27 y 0.28 cm<sup>3</sup>, respectivamente. De entre todas las ECA, la de Pacífico Noroeste tuvo el menor promedio de volumen de grano en 2019, 2018, 2017 y el P5A.



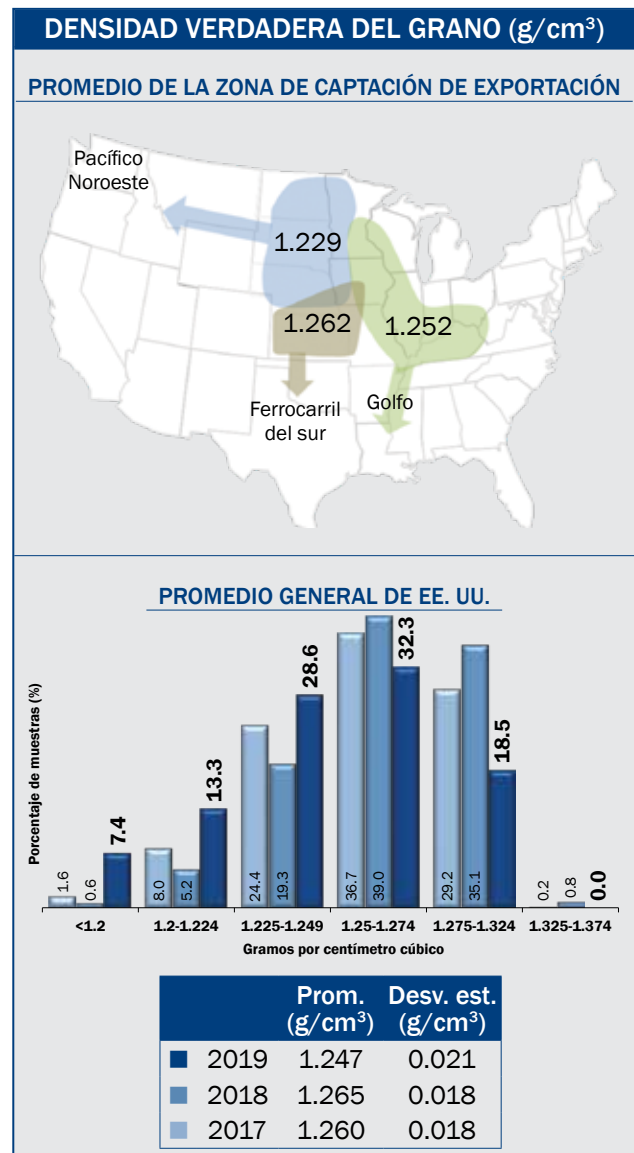
## Densidad verdadera del grano

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/cm<sup>3</sup>. La densidad verdadera es un indicador relativo de la dureza del grano, el cual es útil para el procesamiento alcalino y la molienda en seco. La densidad verdadera puede afectarse por la genética del híbrido del maíz y por el entorno de cultivo. El maíz con una mayor densidad es típicamente menos susceptible al rompimiento durante el manejo, que el maíz de densidad más baja, pero

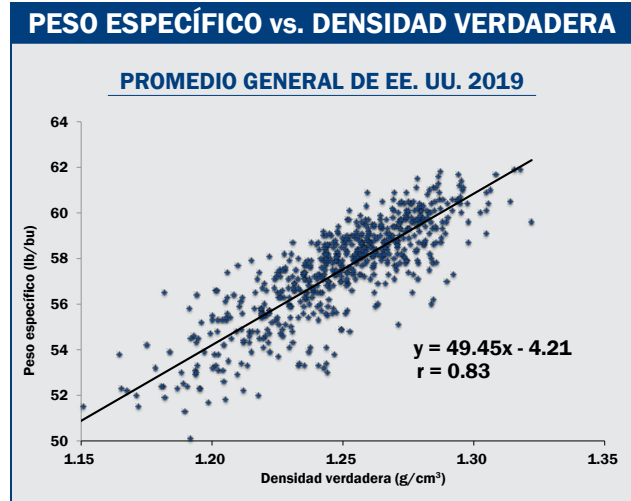
está también más en riesgo de desarrollar grietas por tensión si se emplea secado a altas temperaturas. Las densidades verdaderas por encima de 1.30 g/cm<sup>3</sup> indican un maíz muy duro, lo cual es normalmente deseable para la molienda en seco y para el procesamiento alcalino. Las densidades verdaderas cercanas y por debajo del nivel de 1.275 g/cm<sup>3</sup> tienden a ser más suaves y se procesan bien en la molienda en húmedo y para uso en alimentos balanceados.

### Resultados

- En 2019 el promedio de densidad verdadera del grano (1.247 g/cm<sup>3</sup>) del promedio general de EE. UU. fue más bajo que en 2018 (1.265 g/cm<sup>3</sup>), 2017 (1.260 g/cm<sup>3</sup>) y que el P5A (1.259 g/cm<sup>3</sup>). A lo largo de los últimos nueve años, la densidad verdadera ha tendido a ser más alta en años con mayor proteína.
- La variabilidad, con base en la desviación estándar en 2019 (0.021 g/cm<sup>3</sup>) fue mayor que en 2018, 2017 y el P5A (todos de 0.018 g/cm<sup>3</sup>).
- Las densidades verdaderas en 2019 fueron de 1.116 a 1.322 g/cm<sup>3</sup> en comparación con 2018 (de 1.167 a 1.374 g/cm<sup>3</sup>) y que 2017 (de 1.135 a 1.332 g/cm<sup>3</sup>).
- Alrededor del 18.5% de las muestras de 2019 presentaron densidades verdaderas iguales o por arriba de 1.275 g/cm<sup>3</sup> en comparación con el 35.9% en 2018 y 29.4% en 2017. Debido a que el maíz con valores por arriba de 1.275 g/cm<sup>3</sup> se considera a menudo que representa un maíz duro y aquel con valores por debajo de 1.275 g/cm<sup>3</sup> se considera que representa al maíz suave, esta distribución de granos indica un maíz más suave en 2019 que en 2018 y 2017.



- Las densidades verdaderas del grano de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur promediaron 1.252, 1.229 y 1.262 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. El promedio de la ECA Pacífico Noroeste de densidad verdadera y peso específico fue más bajo, que el valor de las otras ECA en 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- 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). Aunque el peso específico se ve influido por la densidad verdadera, como lo muestra la figura adyacente (que resulta en un coeficiente de correlación de 0.83), está también afectado por el contenido de humedad, el daño del pericarpio (granos enteros), el rompimiento y otros factores. En 2019, el peso específico fue de 57.3 lb/bu, el cual fue menor que en 2018 y 2017 (ambos de 58.4 lb/bu). Por ende, en 2019, tanto el promedio de densidad verdadera como el de densidad de masa fue menor que el de los dos años anteriores y el P5A.



## Granos enteros

---

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

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

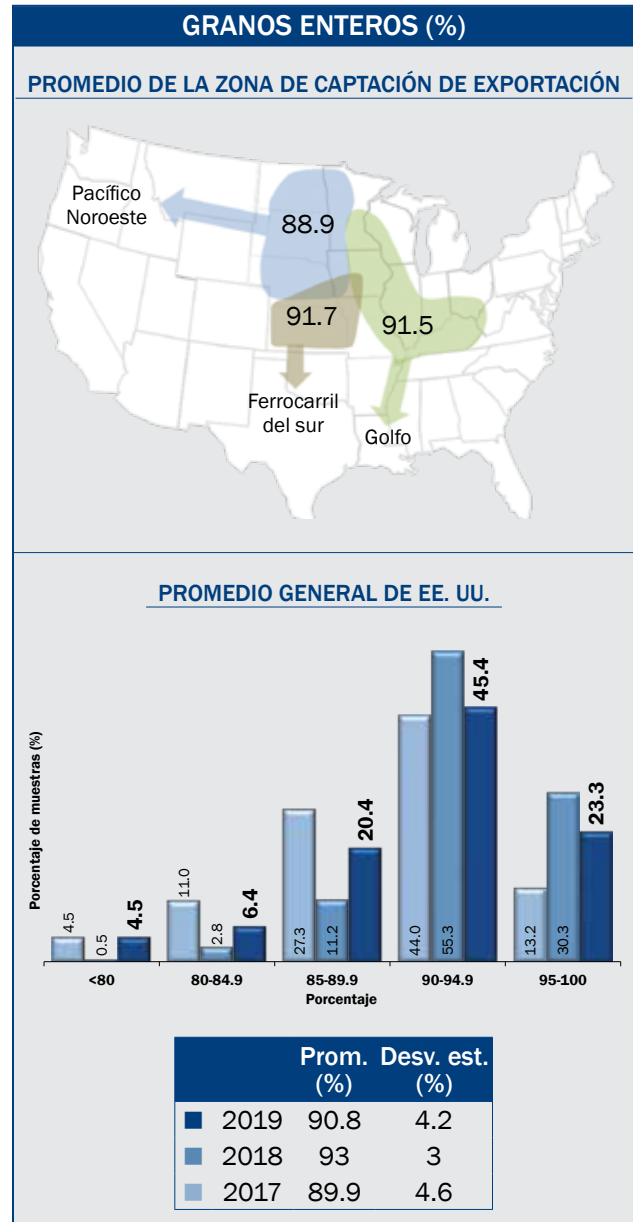
En segundo lugar, los granos enteros intactos son menos susceptibles a hongos en el almacenamiento y al rompimiento durante el manejo. Aunque el endospermo duro se presta a la conservación de más granos enteros que el maíz suave, el factor principal en la entrega de granos enteros es la cosecha y el manejo. Esto comienza con el ajuste adecuado de la cosechadora seguido de 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 al impacto<sup>4</sup>. Además, la cosecha con contenido de humedad más alto (por ejemplo, mayor a 25%) normalmente llevará a un pericarpio suave y a más daño del mismo, que cuando se cosecha a niveles de humedad más bajos.

---

<sup>4</sup>Foster, G. H. y L. E. Holman. 1973. *Grain Breakage Caused by Commercial Handling Methods*. USDA. ARS Marketing Research Report Number 968.

## Resultados

- En 2019, el promedio de granos enteros del promedio general de EE. UU. fue de 90.8%, menor que en 2018 (93%) y que el P5A (93.3%), pero mayor que el de 2017 (89.9%).
- La desviación estándar de los granos enteros en 2019 (4.2%) fue mayor que en 2018 (3%) y que el P5A (3.3%), pero menor que en 2017 (4.6%).
- El rango de granos enteros en 2019 (de 25.4 a 99.6%) fue mucho mayor que en 2018 (de 66 a 98.6%) y que en 2017 (de 67 a 99.2%).
- De las muestras de 2019, el 68.7% presentó un 90% o más de granos enteros, en comparación con 2018 (85.6%) y 2017 (57.2%). Esta distribución indica que 2019 presentó un porcentaje más bajo de granos enteros que las muestras de 2018.
- Los promedios de granos enteros de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fueron 91.5, 88.9 y 91.7%, respectivamente.

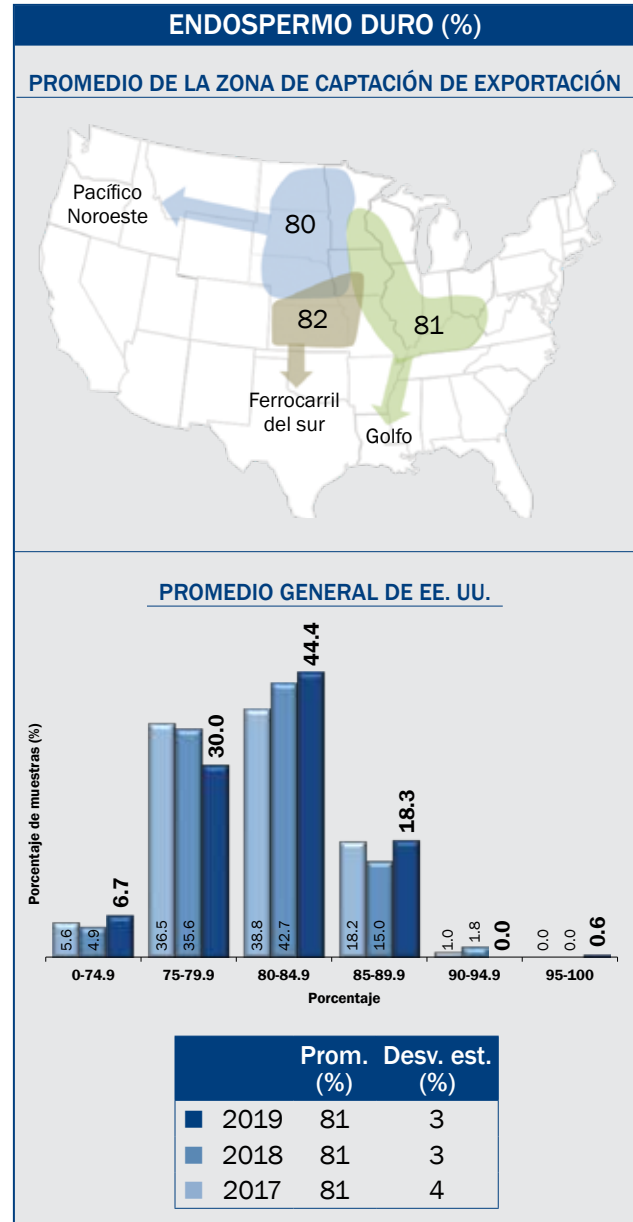


## Endospermo duro

Las pruebas de endospermo duro o córneo miden el porcentaje de este endospermo del total del grano, con un valor posible de 70 a 100%. Entre más grande sea la cantidad de endospermo duro con relación al 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 la 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 de rompimiento, a la utilización/eficiencia alimentaria y la digestibilidad del almidón.

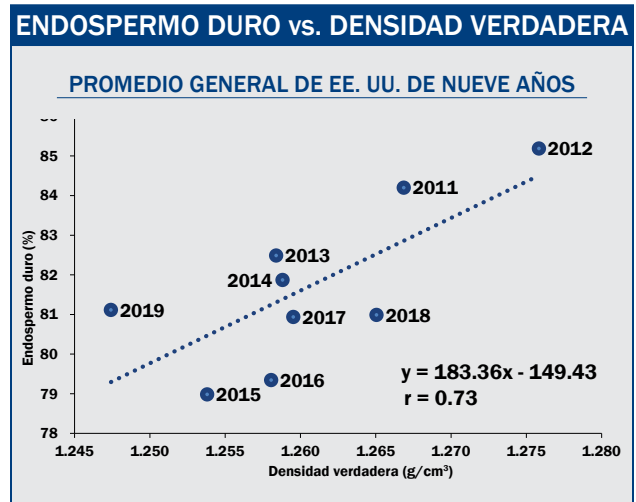
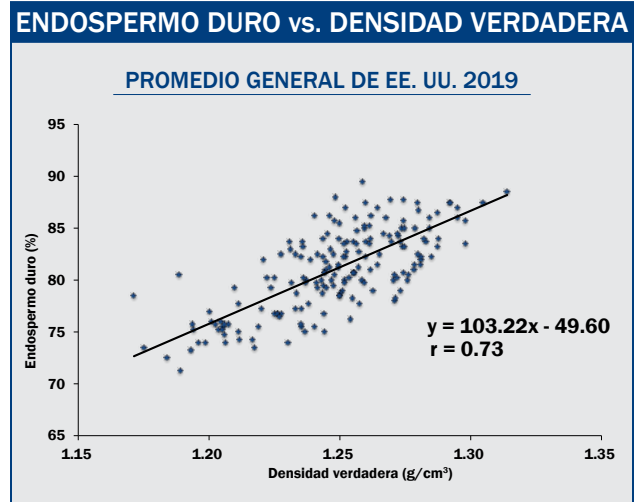
Como prueba de la dureza general, no existe un valor bueno o malo del endospermo duro. Solo existe la preferencia de rangos en particular de los diferentes usuarios finales. Muchos procesadores de molienda en seco y cocción alcalina preferirían un endospermo duro mayor al 85%, mientras que los de molienda 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. En todas las muestras analizadas de los ocho informes anteriores, el margen de error relativo de este factor de calidad nunca ha sobrepasado el 0.4%. Por ende, la reducción del número de muestras a las que se les determina endospermo duro probablemente mantendrá la precisión de los estimados de este factor de calidad muy por debajo del nivel objetivo de  $\pm 10\%$ . Para mayor información sobre el cálculo del margen del error relativo de los factores de calidad, véase la sección “Métodos de estudio y análisis estadísticos”.



## Resultados

- El promedio general de EE. UU. de endospermo duro en 2019 (81%) fue el mismo que en 2018 y 2017 (ambos de 81%) y mayor que el P5A (80%).
- La desviación estándar del promedio general de EE. UU. del endospermo duro en 2019 y 2018 fue del 3%, pero más baja que en 2017 y que el P5A (ambas de 4%).
- El rango de endospermo duro de 2019 (de 71 a 96%) fue similar al de 2018 (de 72 a 92%) y 2017 (de 71 a 92%).
- De las muestras de 2019, el 63.3% tenía más del 80% de endospermo duro, lo cual fue un porcentaje más alto que en 2018 (59.5%) y 2017 (58%). Esto indica que 2019 tuvo más granos con endospermo duro que los dos años anteriores.
- El promedio de endospermo duro de las ECA del Golfo, Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur fue de 81, 80 y 82%, respectivamente. De entre todas las ECA, la de Ferrocarril del Sur tuvo el mayor promedio de endospermo duro o empató en 2019, 2018, 2017 y el P5A.
- La primera figura muestra una relación débil pero positiva ( $r = 0.73$ ) entre el endospermo duro y la densidad verdadera de las muestras de 2019.
- La siguiente figura muestra el promedio general de EE. UU. de los valores de endospermo duro y de densidad verdadera a lo largo de los últimos nueve años. Esto ilustra que el promedio general de EE. UU. del endospermo duro aumenta con la densidad verdadera (con un coeficiente de correlación de  $r = 0.73$ ). De esta forma, el endospermo duro tiende a ser mayor en años en los que es mayor el promedio de densidad verdadera.



**RESUMEN: FACTORES FÍSICOS**

	Cosecha 2019					Cosecha 2018			Cosecha 2017			Promedio de cinco años (2014-2018)	
	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	Mín.	Máx.	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	No. de muestras <sup>1</sup>	Prom.	Desv. est.	Prom.	Desv. est.
<b>Promedio general de EE. UU.</b>													
Grietas por tensión (%)	623	9	7	0	95	618	5*	6	627	5*	8	5	7
Peso de 100 granos (g)	623	34.60	2.48	25.11	43.93	618	35.07*	2.84	627	36.07*	2.53	34.94	2.61
Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )	623	0.28	0.02	0.22	0.34	618	0.28	0.02	627	0.29*	0.02	0.28	0.02
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	623	1.247	0.021	1.116	1.322	618	1.265*	0.018	627	1.260*	0.018	1.259	0.018
Granos enteros (%)	623	90.8	4.2	25.4	99.6	618	93.0*	3	627	89.9*	4.6	93.3	3.3
Endospermo duro (%)	180	81	3	71	96	618	81	3	627	81	4	80	4
<b>Golfo</b>													
Grietas por tensión (%)	594	10	9	0	95	587	4*	5	612	6*	8	5	7
Peso de 100 granos (g)	594	35.39	2.60	26.61	43.93	587	35.74*	2.86	612	36.94*	2.45	35.55	2.63
Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )	594	0.28	0.02	0.22	0.34	587	0.28	0.02	612	0.29*	0.02	0.28	0.02
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	594	1.252	0.019	1.116	1.322	587	1.266*	0.017	612	1.262*	0.018	1.261	0.018
Granos enteros (%)	594	91.5	3.8	58	99.6	587	93.1*	3	612	90.0*	4.7	93.4	3.3
Endospermo duro (%)	170	81	3	71	96	587	81	3	612	81	4	80	4
<b>Pacífico Noroeste</b>													
Grietas por tensión (%) <sup>2</sup>	318	9	7	0	58	288	7*	8	291	5*	7	5	6
Peso de 100 granos (g)	318	32.73	2.19	25.11	42.33	288	32.97	2.67	291	33.39*	2.68	32.86	2.48
Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )	318	0.27	0.02	0.22	0.34	288	0.26*	0.02	291	0.27	0.02	0.26	0.02
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	318	1.229	0.025	1.116	1.316	288	1.257*	0.018	291	1.249*	0.018	1.251	0.018
Granos enteros (%)	318	88.9	5.2	25.4	99	288	92.9*	3.1	291	89.4	4.8	93.1	3.5
Endospermo duro (%)	95	80	3	73	90	288	81*	3	291	81*	4	80	3
<b>Ferrocarril del Sur</b>													
Grietas por tensión (%)	324	6	5	0	95	355	3*	4	393	4*	6	4	5
Peso de 100 granos (g)	324	35.16	2.54	27.21	42.74	355	35.59*	2.98	393	36.26*	2.65	35.42	2.69
Volumen del grano (cm <sup>3</sup> )	324	0.28	0.02	0.22	0.34	355	0.28	0.02	393	0.29*	0.02	0.28	0.02
Densidad verdadera (g/cm <sup>3</sup> )	324	1.262	0.018	1.182	1.322	355	1.274*	0.019	393	1.265*	0.018	1.264	0.018
Granos enteros (%)	324	91.7	3.8	58	99.6	355	92.8*	2.7	393	90*	4.3	93.3	3.1
Endospermo duro (%)	91	82	3	73	96	355	82	3	393	81*	3	81	4

<sup>1</sup>Indica que el promedio fue significativamente diferente de 2019, con base en una prueba t bilateral a un nivel de significancia del 95%.

<sup>2</sup>Debido a que los resultados de las ECA son estadísticas compuestas, la suma de los números de muestras de las tres ECA es mayor que el promedio general de EE. UU.

<sup>3</sup>El margen de error (ME) relativo para predecir el promedio de población de la cosecha sobrepasó el  $\pm 10\%$

## E. MICOTOXINAS

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos por hongos que existen naturalmente en los granos. Al consumirse a niveles altos, las micotoxinas pueden causar enfermedades en humanos y animales. Las aflatoxinas, DON y fumonisina se consideran tres de las micotoxinas más comunes que se encuentran en el maíz.

Como en los *Informes de Cosecha* anteriores, se les determinó aflatoxinas y DON a un subconjunto de muestras de la cosecha de 2019. Para el *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, se añadió la fumonisina a la lista de micotoxinas determinadas. Ahora, el *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, incluye tres micotoxinas; aflatoxinas, DON y fumonisina. Ya que la producción de micotoxinas está muy influenciada por las condiciones de cultivo, el objetivo del *Informe de la Cosecha* es estrictamente notificar los casos en los que se detectan aflatoxinas, DON o fumonisina en el maíz al cosechar.

La revisión de micotoxinas del *Informe de la Cosecha* no pretende predecir la presencia o el

nivel en el cual pueden aparecer las micotoxinas en las exportaciones de maíz de EE. UU. Debido a las múltiples etapas que tiene el canal de comercialización de granos en EE. UU. y a las leyes y normas que guían a la industria, son menores los niveles en los que aparecen las micotoxinas en las exportaciones de maíz de lo que primero podría aparecer en este grano conforme sale del campo. Además, este informe no pretende implicar que esta evaluación capturará todas las instancias de micotoxinas de los 12 estados o las tres ECA estudiadas. Los resultados del *Informe de la Cosecha* deben usarse sólo como un indicador del potencial de presencia de micotoxinas en el maíz conforme la cosecha sale del campo. Debido a que el Consejo acumula varios años de los *Informes de la Cosecha*, se verán los patrones de la presencia de micotoxinas en el maíz al cosechar, año con año. El *Informe de la Calidad del Maíz de Exportación de 2019/2020* 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 exportación de EE. UU. de 2019/2020.



## Antecedentes: micotoxinas en general

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

Los **niveles de acción** especifican límites precisos de contaminación por encima de los cuales el organismo gubernamental está preparado para hacer valer medidas reglamentarias. Los niveles de acción son una señal para la industria de que la FDA cree tener información científica que da sustento a las medidas reglamentarias o judiciales, si una toxina

o contaminante estuviera presente en niveles que excedan el nivel de acción, si el organismo gubernamental decide así hacerlo. Si se analizan suplementos alimenticios importados o nacionales de acuerdo con métodos válidos y se encuentra que exceden los niveles de acción correspondientes, se les considera adulterados y la FDA puede decomisarlos y retirarlos del comercio interestatal.

Los **niveles de notificación** 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 da 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 reglamentos, este no es el propósito fundamental del nivel de recomendación.

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

## Antecedentes: 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 sólo algunos granos de la mazorca y a menudo los penetran a través de heridas producidas por insectos. Bajo condiciones de sequía, también crece en la inflorescencia femenina hacia los granos individuales.

Existen cuatro tipos de aflatoxinas que se encuentran de forma natural en los alimentos: aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, 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 a 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 como resultado de 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 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.

Al menos que lo exima el contrato, de acuerdo con la ley, el FGIS debe determinarle aflatoxinas al maíz exportado de Estados Unidos. El maíz por arriba del nivel de acción de la FDA de 20 ppb no se puede exportar, a menos que se cumplan otras condiciones estrictas. Esto resulta en niveles relativamente bajos de aflatoxinas en el grano de exportación.

Nivel de acción de aflatoxinas	Criterios
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 reproductor, cerdos reproductores y aves maduras
200 partes por billón	Cerdos en finalización de 100 libras o más
300 partes por billón	Ganado de engorda en finalización

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

## Antecedentes: 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 notable decoloración roja en los granos en la mazorca. El hongo puede también continuar creciendo y pudrir mazorcas cuando el maíz se deja en pie en el campo. La contaminación del maíz por micotoxinas causada por *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.

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

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

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

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



## Antecedentes: fumonisina

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

antes de la cosecha. Los insectos desempeñan un papel importante en la contaminación con fumonisinas, ya que actúan como un agente que ocasiona heridas que les da acceso al grano. Las condiciones de temperatura y lluvias están relacionadas con el crecimiento fúngico y la contaminación por fumonisinas. En general, esta contaminación se 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. Los niveles de notificación de la FDA se muestran a continuación.

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

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

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

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 el desarrollo de aflatoxinas totales, DON y fumonisinas en la cosecha de maíz de EE. UU. El criterio de muestreo, descrito en la sección “Métodos de Estudio y

Análisis Estadísticos”, resultó en un número total de 182 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”.

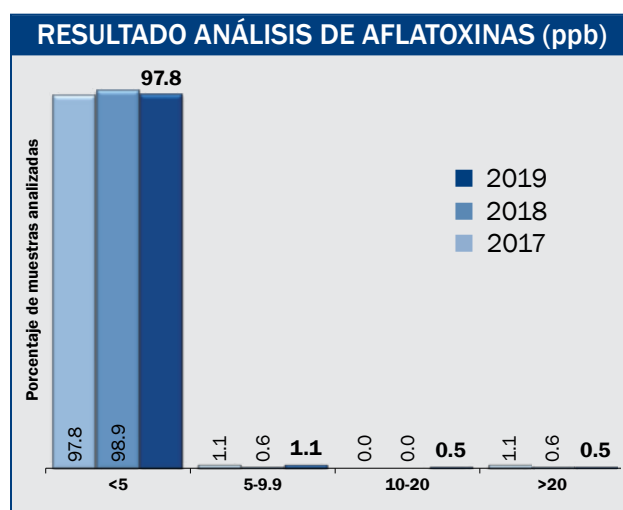
### Resultados: aflatoxinas

En 2019 se analizaron aflatoxinas en un total de 182 muestras, en comparación con 181 y 180 muestras en 2018 y 2017, respectivamente. Los resultados del estudio de 2019 son los siguientes:

- No se presentaron niveles detectables de aflatoxinas (por debajo del límite inferior de conformidad del FGIS de 5 ppb) en 178 muestras o el 97.8% de las 182 muestras. Esto está cerca del porcentaje de muestras analizadas con niveles no detectables de aflatoxinas en 2018 (98.9%) y 2017 (97.8%).
- Dos muestras (2) o 1.1% de las 182 muestras mostraron niveles de aflatoxinas mayores o iguales a 5 ppb, pero menores a 10 ppb. Este porcentaje es casi idéntico a 2018 (0.6%) y 2017 (1.1%).
- Una muestra (1) o 0.5% de las 182 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 2018 (0%) y 2017 (0%).
- Una muestra (1) o 0.5% de las 182 muestras mostró niveles de aflatoxinas mayores al nivel de acción del FDA de 20 ppb. Este porcentaje es casi idéntico a 2018 (0.6%) y 2017 (1.1%).

- Estos resultados indican que 181 muestras o el 99.4% de los resultados de los análisis de las 182 muestras en 2019, estuvieron por debajo o igual al nivel de acción de la FDA de 20 ppb, comparado con el 99.5% de las muestras analizadas en 2018 y 98.9% en 2017.

El porcentaje relativamente alto de muestras analizadas por debajo del límite inferior de conformidad del FGIS de 5 ppb (97.8%) puede deberse, en parte, a las condiciones climáticas menos propicias para el desarrollo de aflatoxinas en 2019 (para más información de las condiciones de cultivo de 2019, véase la sección “Condiciones del Cultivo y del Clima”).

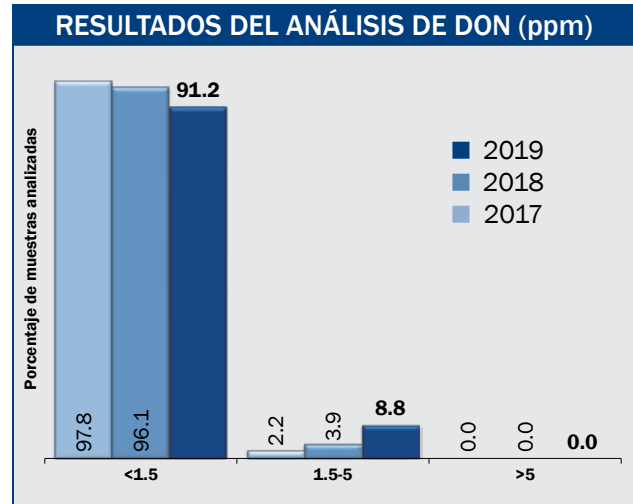


## Resultados: deoxinivalenol (DON o vomitoxina)

Se analizó DON en un total de 182 muestras en 2019, en comparación con 181 y 180 muestras en 2018 y 2017, respectivamente. Los resultados del estudio de 2019 son los siguientes:

- El 91.2% de las 182 muestras, o sea 166, resultó menor a 1.5 ppm. Este porcentaje de 2019 es menor que en 2018 (96.1%) y 2017, cuando el 97.8% de las muestras analizadas resultaron por debajo de 1.5 ppm.
- El 8.8%, 16 muestras de las 182, resultó mayor que o igual a 1.5 ppm, pero menores o igual que el nivel de notificación de la FDA de 5 ppm. Este porcentaje de 2019 es mayor que en 2018 (3.9%) y 2017 (2.2%).
- Cero (0) muestras o el 0% de las 182 muestras analizadas resultó por arriba del nivel de notificación de la FDA de 5 ppm, que fue el mismo que en 2018 y 2017.

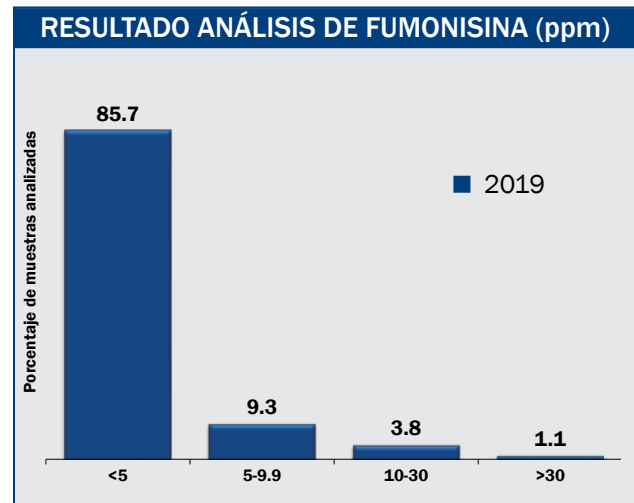
El menor porcentaje de muestras en 2019 por debajo 1.5 ppm que en los dos estudios previos, se puede atribuir a las condiciones climáticas más húmedas de lo normal que en este año fueron más propicias para el desarrollo de DON.



### Resultados: fumonisina

En 2019 se determinó fumonisina a un total de 182 muestras en conjunto. Este es el primer año que se determina esta micotoxina en las muestras. Por lo tanto, no hay un comparativo de los resultados de años anteriores. Los resultados del estudio de 2019 son los siguientes:

- Un total de 155 muestras o el 85.6% de las 182 muestras analizadas resultaron por debajo de 5 ppm, el límite inferior de notificación para animales (equinos y conejos).
- Un total de 17 muestras o 9.4% de las 182 muestras resultó mayor que o igual a 5 ppm, pero menos de 10 ppm.
- El 3.9% o 7 de las 182 muestras resultaron mayores que o iguales a 10 ppm, pero no mayores a 30 ppm.
- De las 182 muestras, un total de 2 o 1.1% resultaron mayores que 30 ppm, que es el nivel de notificación para animales reproductores rumiantes, de aves y visón.

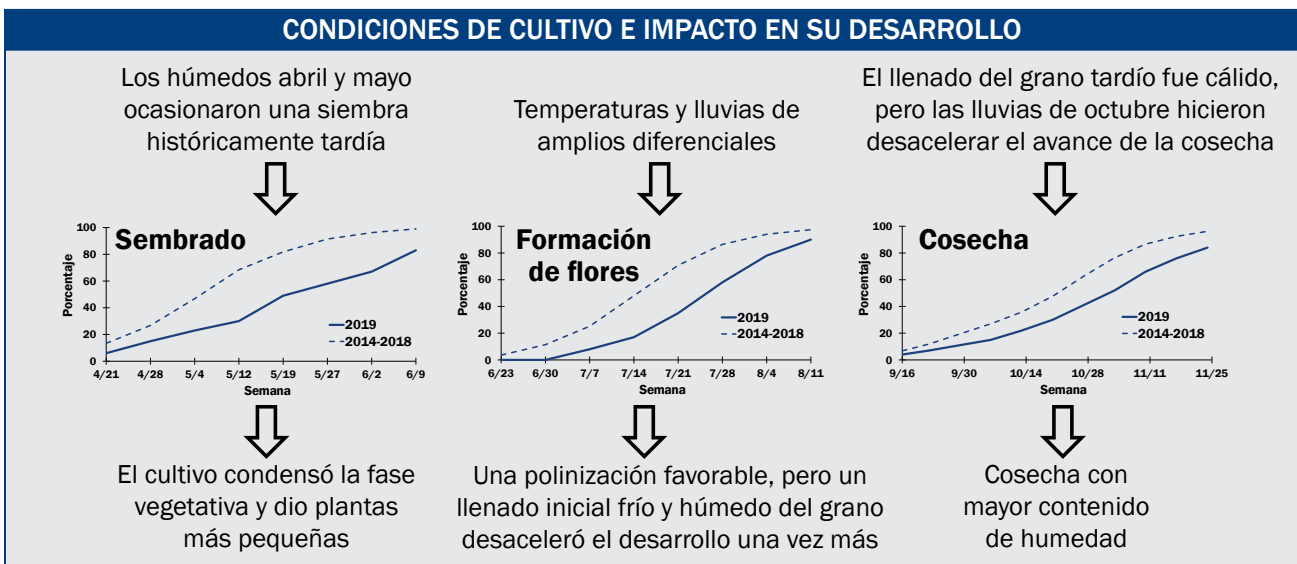


## A. LO MÁS DESTACADO DE LA COSECHA DE 2019

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, 2019 se caracterizó por un período vegetativo tardío y lento (período de crecimiento entre la germinación y la polinización), seguido de un amplio período de polinización y después de un período de llenado del grano con clima variado, para terminar con una cosecha lenta e intermitente. Esta cosecha en promedio tuvo un récord de siembra tardío y sufrió una dura temporada de cultivo, con una calificación 'de buena a excelente' en condiciones de cultivo<sup>1</sup>, muy por debajo del P5A (promedio de 5 años). Aunque se predice un rendimiento modesto para 2019, los promedios de peso específico, peso de 100 granos, densidad verdadera y concentración de proteína de la cosecha fueron menores al P5A, mientras que los de grietas por tensión, maíz quebrado y daño total fueron mayores al P5A. Los siguientes puntos destacan los eventos clave de la temporada de cultivo de 2019:

- Las temperaturas frías y el exceso de lluvias retrasaron y alargaron la temporada de cultivo, hasta seis semanas por detrás del P5A en Illinois y la ECA (zona de captación de exportación) del Golfo. Pero la siembra tardía favoreció el rápido brote de la planta.
- La polinización (etapa de florecimiento) sucedió de una a dos semanas después que el P5A. En la ECA Pacífico Noroeste, el clima de julio fue de húmedo a cálido, en la ECA Ferrocarril del Sur de frío a seco y la ECA del Golfo fue cálida y seca.
- En el Cinturón de Maíz de Estados Unidos, el desarrollo temprano del grano en agosto fue mayormente frío y húmedo, lo que promovió la acumulación de aceite, pero la parte este de la ECA del Golfo fue cálida y seca.
- La segunda mitad del llenado del grano en septiembre fue relativamente cálida para toda la zona, pero húmeda al norte de las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste, aunque seca en la ECA Ferrocarril del Sur lo que favoreció el nivel de endospermo duro.
- La cosecha de maíz de este año tuvo el récord de maduración más lento, lo que retrasó el inicio de la cosecha. Estos retrasos, aunados a la lluvia y nieve de octubre y noviembre, obligaron a que los productores cosecharan el maíz a niveles de humedad mayores a lo ideal, lo que aumentó el maíz quebrado junto con la disminución del peso específico.

Las siguientes secciones describen cómo el clima de la temporada de cultivo de 2019 impactó al rendimiento del maíz y la calidad del grano en el Cinturón de Maíz de EE. UU.



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

## **B. CONDICIONES DE SIEMBRA Y DESARROLLO TEMPRANO**

### *Un mes de mayo frío y húmedo produjo una siembra tardía y larga*

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 que haya algo de sequedad durante la siembra y al inicio del desarrollo, ya que 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.

En general en 2019, la siembra se realizó en múltiples fases en el Cinturón de Maíz de EE. UU., con muchas zonas resembradas o sin sembrar debido a

las condiciones de humedad. No hubo siembra temprana. Durante el crecimiento vegetativo, las condiciones estuvieron mayormente húmedas y frías, lo que resultó en un tamaño de planta más pequeño y más corto que el promedio.

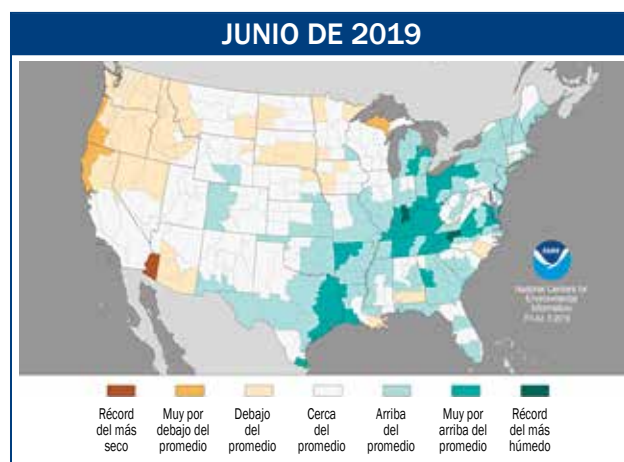
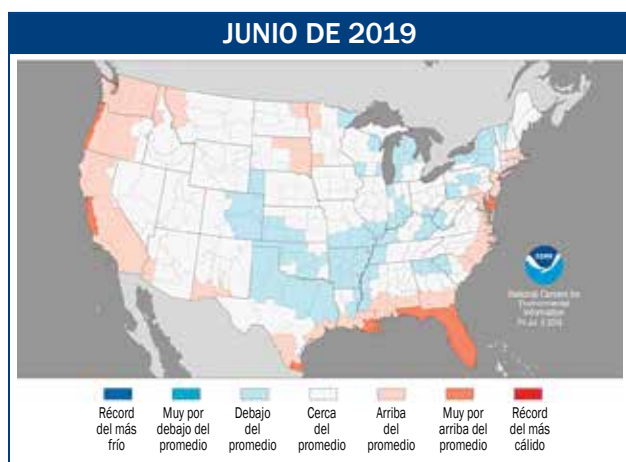
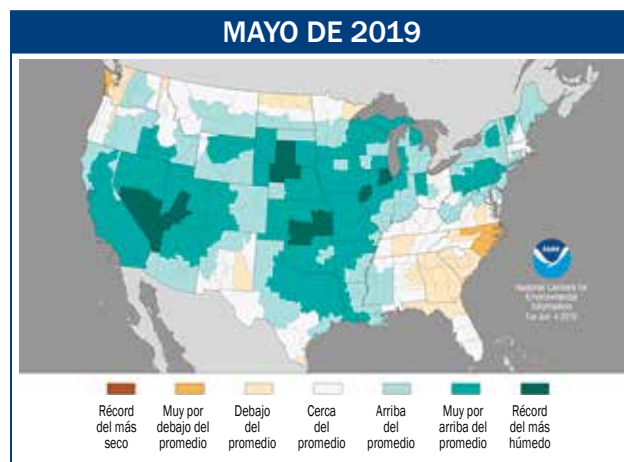
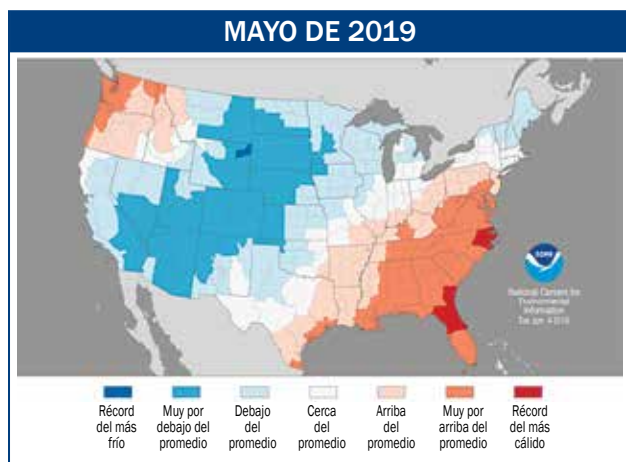
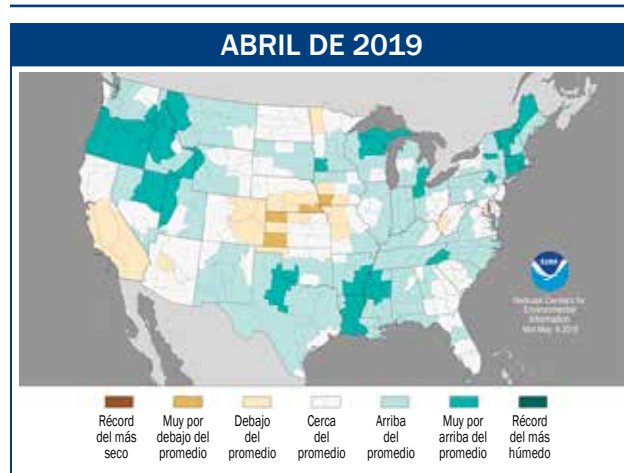
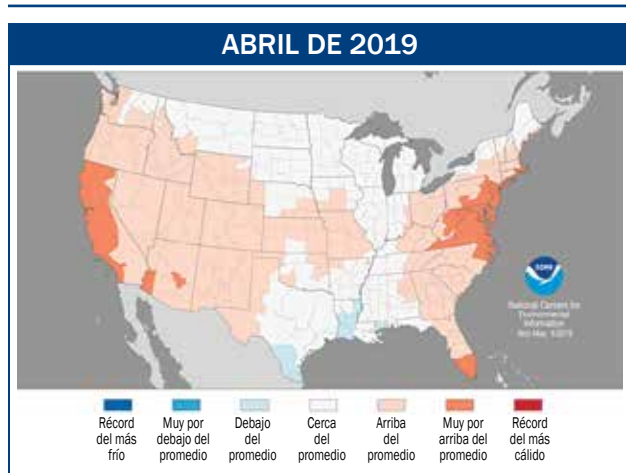
En la ECA Pacífico Noroeste, las plantas jóvenes experimentaron lluvia excesiva, inundaciones y temperaturas frías, lo que llevó a estrés en la planta. El mes de junio siguió siendo frío pero más seco.

La ECA del Golfo estuvo muy húmeda en abril, igual que en mayo, con retrasos de unos días en la siembra en el lejano Sur, hasta más de un mes en la región central (Illinois). El mes de junio siguió siendo frío y húmedo, lo que impidió el crecimiento óptimo.

Durante la siembra, la ECA Ferrocarril del Sur también estuvo fría y húmeda, con retraso de una semana en promedio. A principios del crecimiento vegetativo fue un poco más seca con temperaturas promedio, lo cual minimizó el estrés en la planta.

## CATEGORÍAS DIVISIONALES DE TEMP. PROMEDIO (Período: 1895-2019)

## CATEGORÍAS DIVISIONALES DE PRECIPITACIONES (Período: 1895-2019)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

## C. CONDICIONES DE POLINIZACIÓN Y LLENADO DEL GRANO

*El llenado del grano favoreció un nivel alto de aceite y endospermo duro*

La polinización del maíz generalmente sucede en julio, y para ese momento, las temperaturas por arriba del promedio o la falta de lluvia normalmente reducen el número de granos. Las condiciones climáticas durante al inicio del período de llenado del grano en julio y agosto son críticas para determinar su composición final. Durante la polinización, la lluvia moderada y las temperaturas más frías que el promedio, en especial durante la noche, llevaron a niveles más altos de almidón y aceite, y a mayores rendimientos. Menos lluvias y altas temperaturas, en especial durante la segunda mitad 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 2019, las plantas acortaron su período vegetativo, lo que aceleró la polinización para que se diera más cerca del P5A. El clima durante la polinización y el llenado del grano varió entre estrés por calor y frío, con regiones que experimentaron rangos variados de precipitación que iban de sequía en el sureste del Cinturón de Maíz a inundaciones en las ECA del Golfo norte y Pacífico Noroeste. Las temperaturas frescas de agosto retardaron una vez

más la maduración del desarrollo del grano, pero en septiembre cambió a un calor récord para el llenado del grano tardío, lo que promovió mayores niveles de endospermo duro.

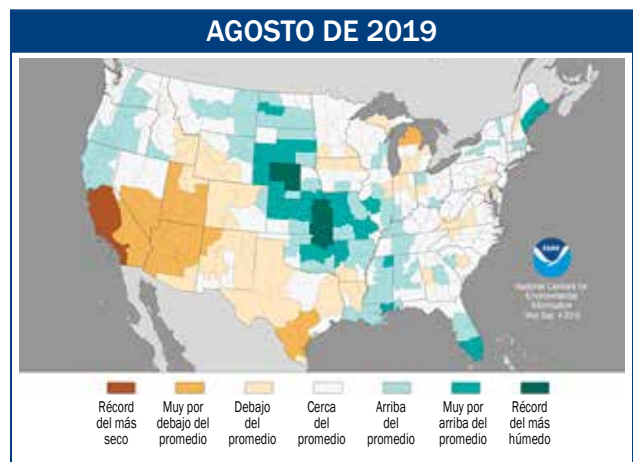
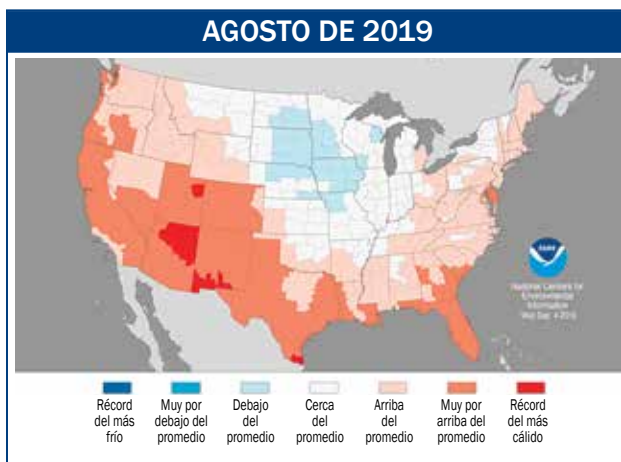
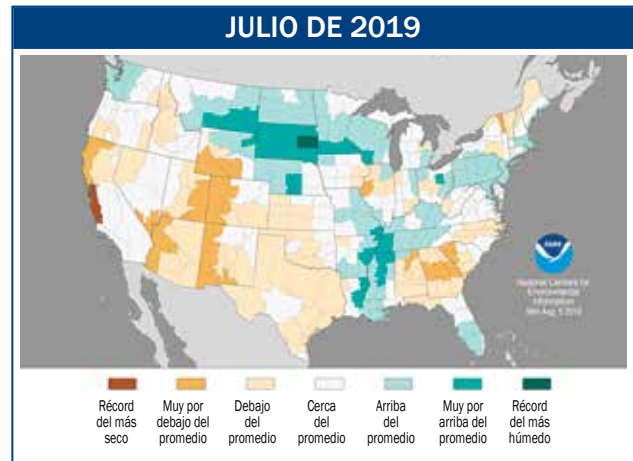
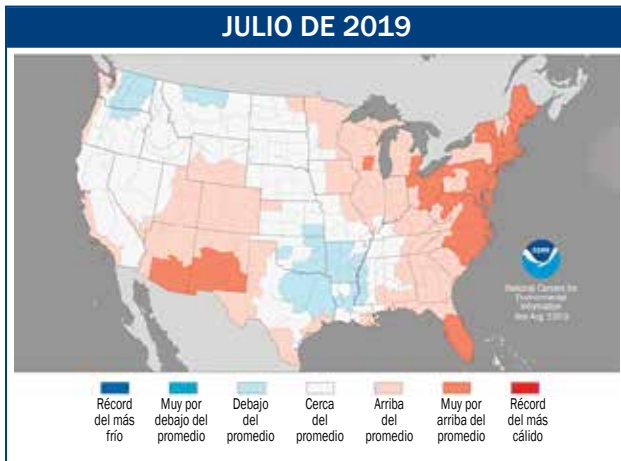
En la ECA Pacífico Noroeste, julio y agosto tuvieron temperaturas de húmedas a frías durante la polinización y el llenado inicial del grano, lo que favoreció la acumulación de aceite. Sin embargo, las abundantes lluvias hicieron que las concentraciones de proteína fueran menores al P5A.

En contraste, en julio durante la polinización, la ECA del Golfo fue relativamente cálida y seca, con un llenado inicial del grano en agosto que se volvió más frío, con mayores lluvias en las zonas del sur. En septiembre, el estrés por calor estuvo acompañado de una sequía en la parte sur de la ECA, mientras que las zonas del norte recibieron lluvia en exceso.

En general, la ECA del Ferrocarril del Sur estuvo seca y fría para la polinización. La ECA recibió abundantes lluvias en agosto antes del récord de calor en septiembre. Las condiciones de desarrollo en la ECA Ferrocarril del Sur fueron propicias para el peso específico y la concentración de aceite.

## CATEGORÍAS DIVISIONALES DE TEMP. PROMEDIO (Período: 1895-2019)

## CATEGORÍAS DIVISIONALES DE PRECIPITACIONES (Período: 1895-2019)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

## D. CONDICIONES DE LA COSECHA

### *Cosecha lenta y húmeda*

Grano de maíz en rangos de madurez entre el 25 y 40% de humedad. Al final de la temporada de desarrollo, la tasa de secado del grano al nivel ideal entre 15 y 20% de humedad, depende del sol, temperatura, humedad y humedad 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. También, si se cosecha prematuramente, los granos de humedad más alta pueden ser susceptibles a mayores grietas por tensión y a un mayor rompimiento, que el grano más seco.

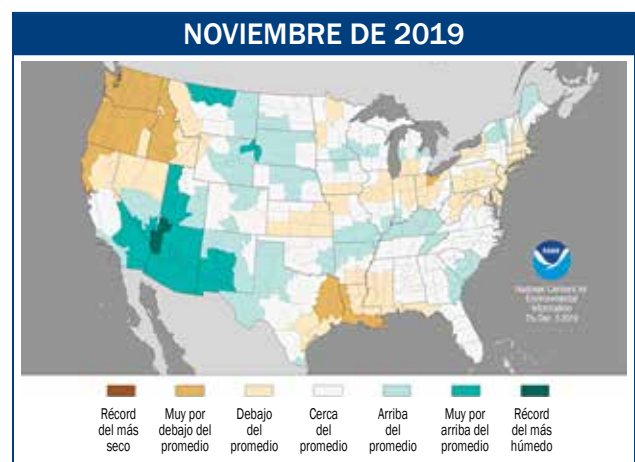
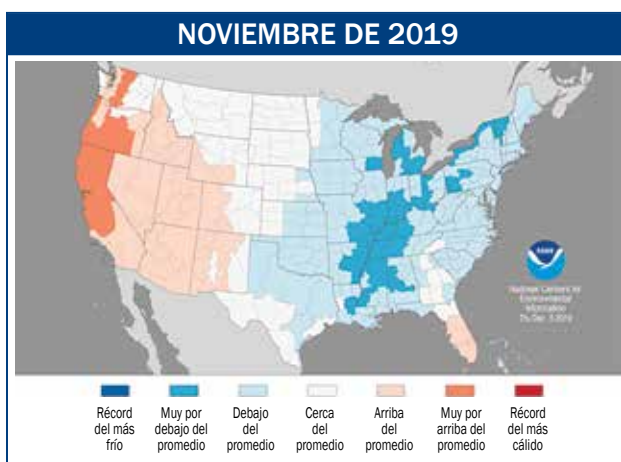
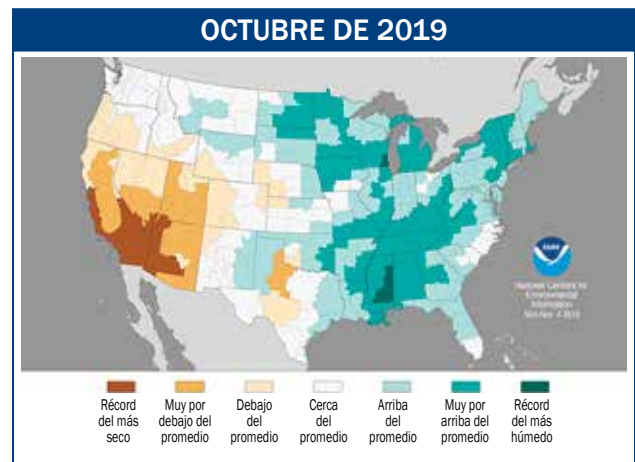
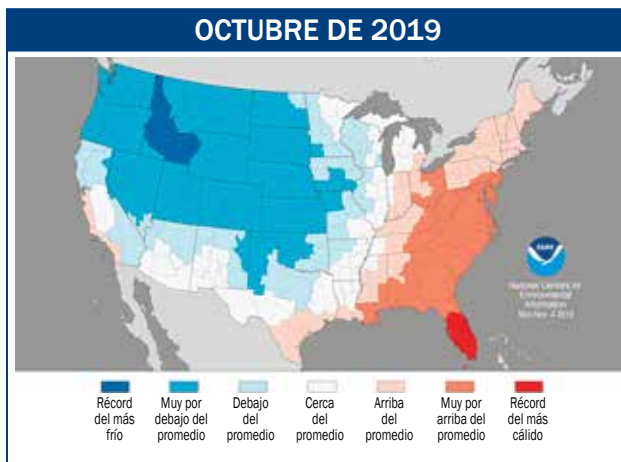
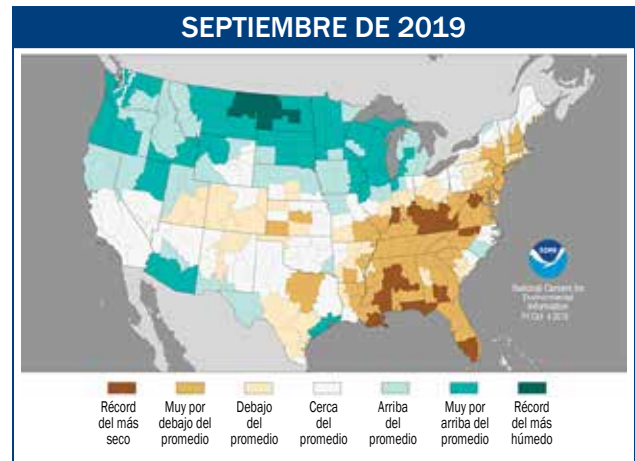
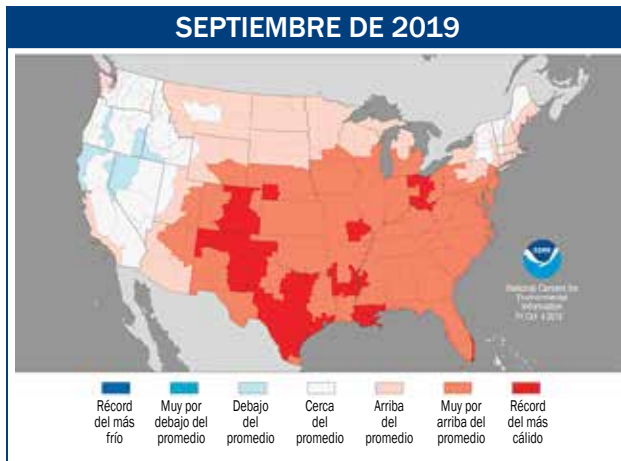
Normalmente, a principios de octubre se cosecha el 20% del maíz estadounidense. Sin embargo, en 2019 menos de la mitad del cultivo había madurado a estas alturas y solo se había cosechado aproximadamente el 10%. Por ende, cuando regresaron las lluvias en octubre, un porcentaje mayor al promedio del cultivo seguía en los campos, en especial en las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste, lo que desaceleró la cosecha. Aunque antes de las heladas y nevadas típicas, la mayor parte de la cosecha había madurado, el clima frío y húmedo no ayudó al secado natural del grano. Por lo tanto, en las ECA del Golfo y Pacífico Noroeste el maíz se cosechó con niveles más altos de humedad que el promedio, lo que afectó los pesos específicos iniciales en ambas y ocasionó un maíz quebrado mayor al promedio.

Poco después de la polinización, el hongo de la mazorca *Fusarium* (pudrición de mazorca *Gibberella*) crece por las condiciones frescas y/o húmedas. Julio de 2019 fue cálido durante la polinización, pero en gran parte del Cinturón de Maíz fue frío y húmedo en el desarrollo inicial del grano, lo que incrementa las posibilidades de infección de *Fusarium*. La micotoxina fumonisina que produce el *Fusarium* se asocia a períodos prolongados de fuertes lluvias y alta humedad relativa durante el llenado del grano, junto a temperaturas entre 10 y 30 grados centígrados, con fluctuaciones que fomentan la producción de dicha micotoxina. En el llenado del grano, la cosecha de 2019 no tuvo las fluctuaciones necesarias en la temperatura durante el día. Los días y las noches fueron frías para el llenado inicial del grano, que luego cambiaron a cálidas en las etapas posteriores. A menudo, la micotoxina vomitoxina deoxinivalenol (DON) que también la produce el *Fusarium*, está relacionada con el retraso de la cosecha o el almacenamiento de maíz de humedad alta. El cultivo de 2019 tuvo una cosecha muy retrasada de maíz relativamente alto en humedad, aunque el secado artificial minimizará la acumulación de DON.

Además, las temperaturas calientes, pocas lluvias y condiciones de sequía seguidas por períodos de alta humedad favorecen la producción de aflatoxinas por parte de la familia de hongos *Aspergillus*. Aunque durante el llenado del grano tardío, estuvo caliente en la zona productora de maíz, la mayor parte de la cosecha de 2019 tuvo un abundante suministro de agua. Por ende, con base en el clima, este año las aflatoxinas no van a dar problemas.

## CATEGORÍAS DIVISIONALES DE TEMP. PROMEDIO (Período: 1895-2019)

## CATEGORÍAS DIVISIONALES DE PRECIPITACIONES (Período: 1895-2019)



Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

Fuente: NOAA/Regional Climate Centers

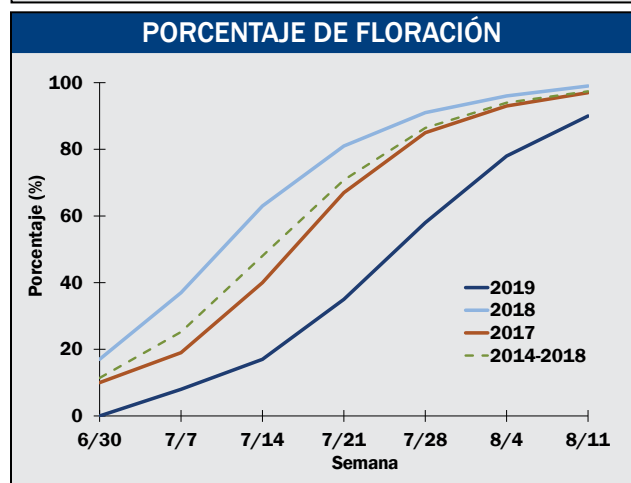
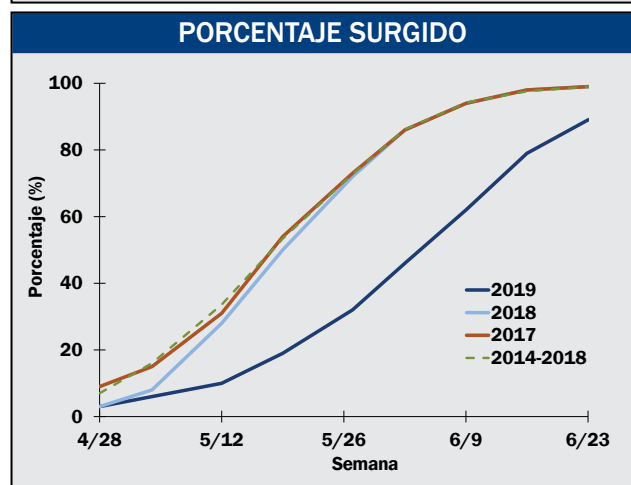
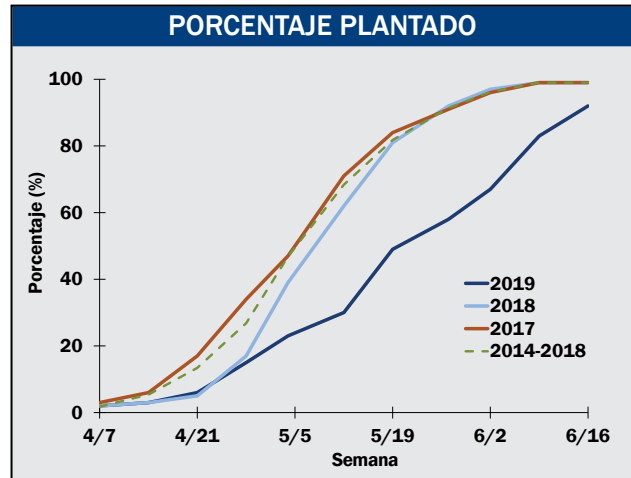
## E. COMPARACIÓN DE 2019 CON 2018, 2017 Y CON EL P5A

### *La cosecha de 2019 se desarrolló lentamente bajo estrés*

La cosecha en 2017 requirió una gran proporción de resiembra debido a una primavera húmeda. El clima frío de 2018 retrasó ligeramente la siembra con respecto al ritmo del P5A. En contraste, la siembra del cultivo de 2019 se retrasó en gran parte de mayo a junio, en la que en una gran superficie se evitó la siembra debido a las condiciones húmedas.

El clima cálido en 2017 y 2018 llevó al brote cercano al P5A, mientras que se rezagó en dos o tres semanas en 2019. El crecimiento vegetativo en 2017 y 2018 fue más rápido que el P5A, motivado por el clima cálido.

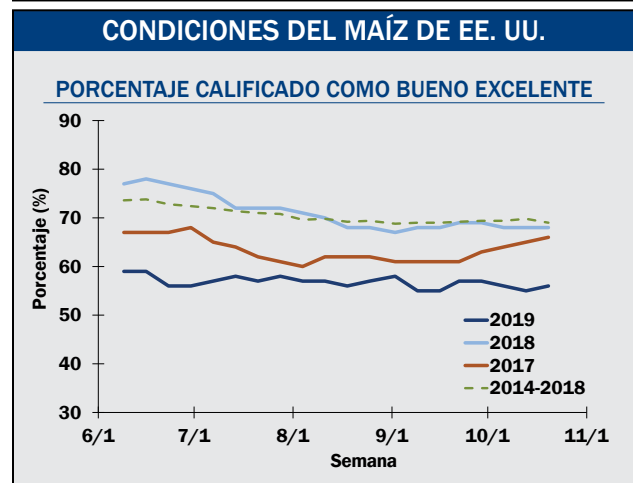
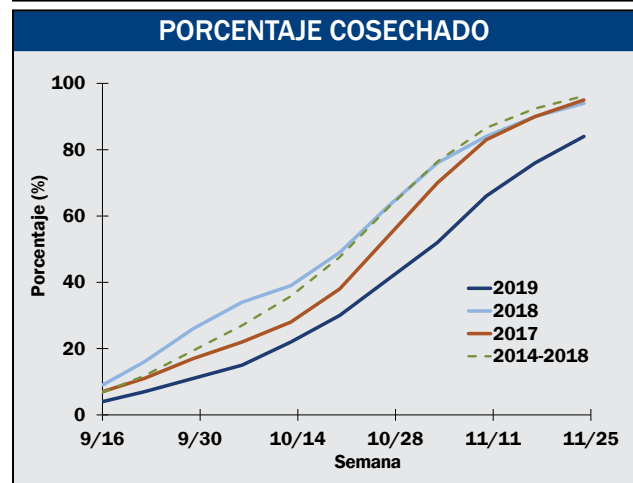
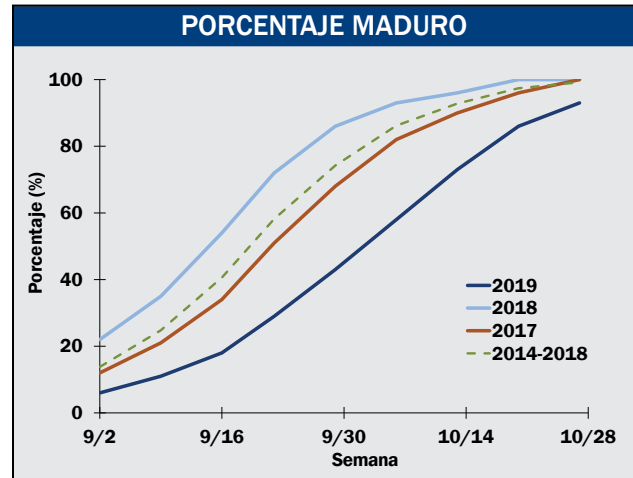
En julio de 2017, las lluvias disminuyeron en su mayor parte en las ECA Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur, igual que en la ECA del Golfo en 2018, lo cual ayudó a maximizar la polinización; mientras que en julio de 2017, la ECA del Golfo tuvo lluvias suficientes durante el llenado inicial del grano. En 2019, el desarrollo de la planta se puso al día para que se llevara a cabo la polinización, solo dos semanas por detrás del P5A.



El mes de agosto de 2017 presentó clima frío en todo el Cinturón de Maíz, lo que permitió un buen llenado del grano. En 2017 las temperaturas moderadas y el retraso en la madurez prolongaron el llenado del grano hasta septiembre, ligeramente por detrás del P5A. El período de llenado del grano en 2018 fue más rápido que el P5A en la ECA del Golfo, que tuvo un clima cálido continuo, mientras que en las ECA Pacífico Noroeste y Ferrocarril del Sur tuvieron clima más fresco, propicio para la producción de granos más largos. En 2019, las temperaturas frías de agosto desaceleraron el llenado del grano, mientras que el calor récord de septiembre no pudo ayudar a acelerar el desarrollo.

La cosecha en 2019 fue similar a la de 2017. Ambas estuvieron muy retrasadas en comparación con el P5A, por la maduración tardía de las plantas y los campos húmedos. El rápido inicio de la cosecha en 2018 se atribuyó al clima cálido a comienzos de la temporada, lo que hizo que la maduración avanzara aproximadamente dos semanas antes que el P5A.

La cosecha de maíz en 2019 tuvo una calificación de condición combinada de buena o excelente<sup>2</sup> en comparación con el P5A, lo que indica una temporada de cultivo difícil y muy variable. La calificación de 2018 inició por arriba del P5A, con un excelente crecimiento inicial. Sin embargo, para el final de la temporada, el calor y las enfermedades foliares moderaron la calificación; aún así significa una buena salud de la planta, fotosíntesis, tamaño del grano y rendimiento. Durante toda la temporada de cultivo de 2017, del 60 al 68% de la cosecha se calificó como buena o excelente, y aún así tuvo rendimientos récord.



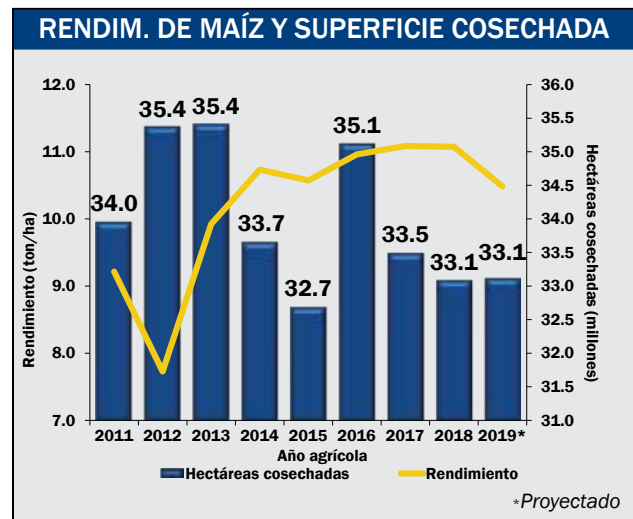
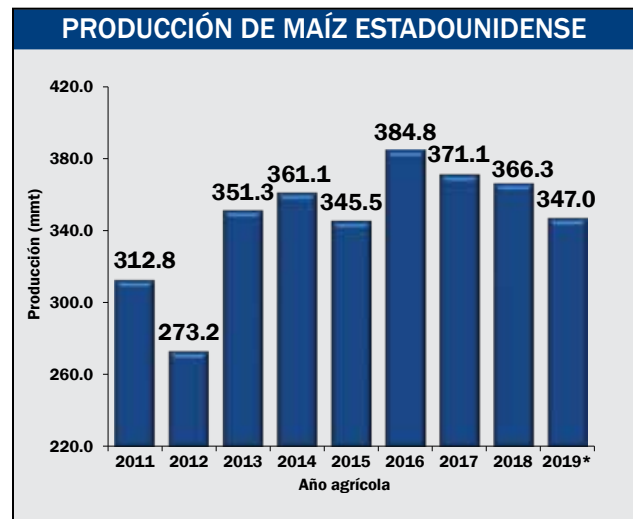
<sup>2</sup>Una "buena" calificación significa que las perspectivas de rendimiento son normales. Los niveles de humedad son adecuados y las enfermedades, el daño por insectos y la presión de las malezas son menores. Una calificación "excelente" significa que las perspectivas de rendimiento están por arriba de lo normal y la cosecha experimenta poco o ningún estrés. La enfermedad, 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 diciembre de 2019 titulado World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) del USDA, se proyecta que la producción de maíz estadounidense de 2019 sea 347.01 millones de toneladas (13,661 millones de bushels). De hacerse realidad, la producción de este año será la más pequeña desde las 345.51 millones de toneladas (13,602 millones de bushels) de maíz producidas en 2015. Aunque el cálculo previsto de la cosecha de 2019 es menor que la de años recientes, es importante destacar que las tres cosechas de maíz estadounidense anteriores fueron las tres más grandes y de mayor rendimiento en la historia del país. Desde la perspectiva histórica, se prevé que la cosecha de 2019 sea la sexta mayor de EE. UU. registrada, a pesar de los desafíos relacionados con la siembra históricamente tardía.

Se proyecta que tanto el promedio del rendimiento como las hectáreas cosechadas del maíz estadounidense sean menores que el promedio de las cinco cosechas anteriores. El rendimiento de maíz proyectado en 2019 se espera que sea de 10.48 toneladas por hectárea (167 bushels por acre), en comparación con el P5A (promedio de 5 años) de 10.89 toneladas por hectárea (173.4 bushels por acre). En términos de hectáreas cosechadas, la previsión de las 33.12 millones (81.8 millones de acres) cosechadas es también ligeramente menor que las 33.61 millones de hectáreas (83 millones de acres) del P5A.



## Producción a nivel ASD y estatal

Las zonas geográficas incluidas en el *Informe de la Calidad de la Cosecha de Maíz de 2019/2020* abarcan las zonas de mayor producción de maíz de Estados Unidos. El mapa muestra la producción de maíz de 2019 proyectada 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.<sup>1</sup>

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 2018 y su proyección para 2019 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 de 2018 con la proyección de 2019. Se esperan grandes cambios (mayores al 10%) en la producción de 8 de los 12 estados productores de maíz clave con relación a la cosecha de 2018.

PRODUCCIÓN DE MAÍZ ESTADOUNIDENSE						
Estado	2018	2019*	Diferencia		% Cambio relativo <sup>†</sup>	
			MT	Porcentaje	Acres	Rendimiento
Illinois	57.9	46.6	(11.3)	-19.5%		
Indiana	25.0	20.5	(4.4)	-17.7%		
Iowa	63.7	63.9	0.2	0.3%		
Kansas	16.4	20.3	3.9	23.7%		
Kentucky	5.5	6.5	1.1	19.2%		
Minnesota	34.6	31.6	(3.1)	-8.8%		
Missouri	11.8	12.0	0.2	1.4%		
Nebraska	45.4	45.1	(0.3)	-0.7%		
Dakota del Norte	11.4	11.9	0.6	4.8%		
Ohio	15.7	10.7	(5.0)	-31.6%		
Dakota del Sur	19.8	15.0	(4.7)	-23.9%		
Wisconsin	13.8	11.8	(2.1)	-15.1%		
<b>Total EE.UU.</b>	<b>366.3</b>	<b>347.0</b>	<b>(19.3)</b>	<b>-5.3%</b>		

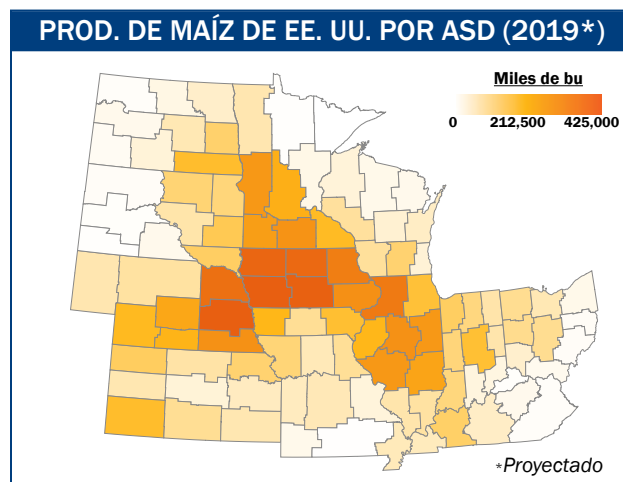
<sup>†</sup>El color verde indica mayor que en años anteriores y el rojo indica menor que el año anterior; la altura de las barras indica la cantidad relativa.

\*Proyectado

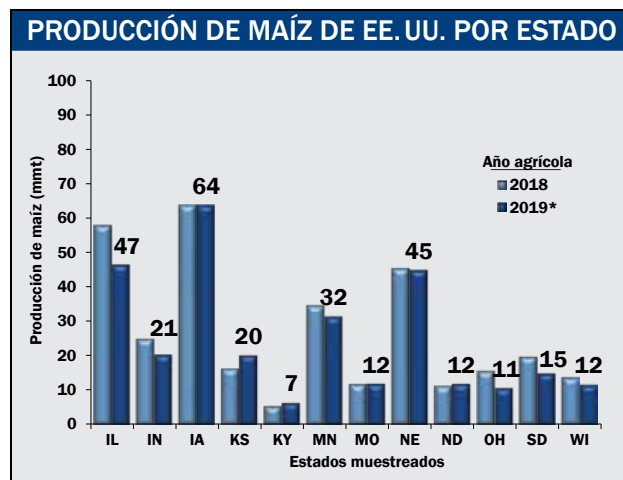
Fuente: USDA NASS

<sup>1</sup>Fuente: USDA NASS, GIPSA del USDA y estimados del Centrec

Aunque no es el único factor que influye en la producción, el retraso en la siembra de la cosecha de 2019 contribuyó a disminuciones año con año en la producción, que se espera que sea mayor al 15% en 5 de los 12 estados clave de producción, tales como Illinois, Indiana, Ohio, Dakota del Sur y Wisconsin. También se prevé que Minnesota, el cuarto mayor estado productor de maíz, disminuya la producción del 8.8% en comparación con la cosecha de 2018. Por otro lado, se prevé que Kansas y Kentucky tengan aumentos en la producción del 23.7% y 19.2%, respectivamente, en comparación con sus cosechas de 2018, en gran medida debido al aumento en superficie cosechada. Dakota del Norte, Missouri, Nebraska y Iowa son los únicos cuatro estados que se proyectan cambios en producción menores al 5% comparados con 2018.



Fuente: USDA NASS and Centrec Estimates



Fuente: USDA NASS

## 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.

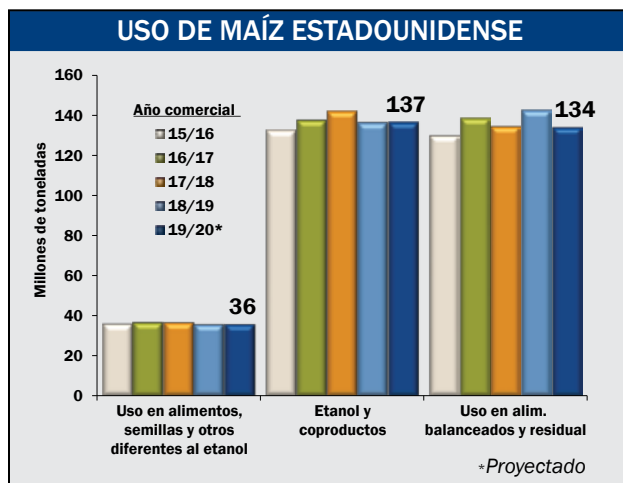
La cantidad de maíz usada para la producción nacional de etanol depende en gran medida del consumo de gasolina terminada de EE. UU. Con el estancamiento del consumo nacional de gasolina desde el año comercial 15/16 hasta el 17/18, los incrementos anuales en exportaciones de etanol han contribuido al incremento del consumo de maíz para la producción de etanol. Sin embargo, los efectos de una ligera disminución del consumo de gasolina en EE. UU. y el aumento de la proporción de sorgo usado para producir etanol en el año comercial 18/19 compensaron el aumento de las exportaciones de etanol, lo que llevó a una disminución del

4.1% en la cantidad de maíz usado para etanol en el año comercial 18/19 comparado con el 17/18.

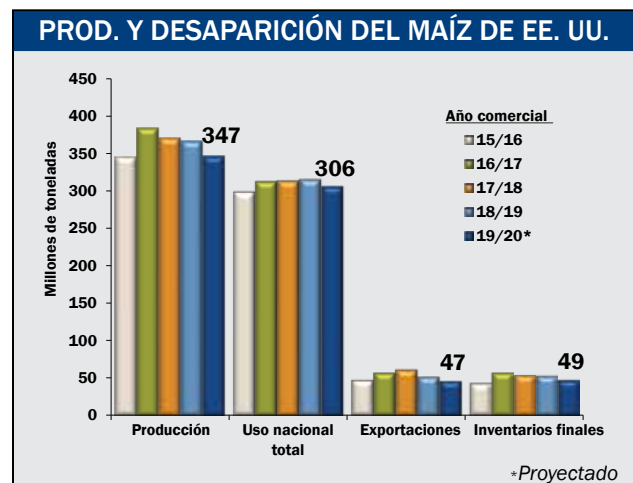
Con las amplias existencias de maíz y a precios competitivos en comparación con otros ingredientes, se ha mantenido fuerte el consumo directo de este grano como ingrediente de alimentos balanceados.

En el año comercial 17/18 las exportaciones de maíz estadounidense llegaron a su punto máximo, luego de las dos grandes cosechas de la historia en 2016 y 2017. Un pequeño aumento en el consumo nacional y la menor producción en 2018, dejaron una menor disponibilidad de maíz para exportación en el año comercial 18/19.

Los inventarios finales disminuyeron ligeramente cada año desde la cosecha récord de maíz de EE. UU. de 2016.



Fuente: USDA WASDE y ERS



Fuente: USDA WASDE y ERS

## C. PANORAMA

### Panorama de EE. UU.

Se proyecta que la cosecha de maíz de 2019 de EE. UU. sea menor que las tres cosechas anteriores, lo cual deja una oferta menor para exportar. Sin embargo, es importante destacar que las tres cosechas de maíz anteriores fueron las más grandes y de mayor rendimiento en la historia de EE. UU. Además, todavía se proyecta que la cosecha

de 2019 de EE. UU. sea la sexta mayor cosecha registrada a pesar de los desafíos que planteó el inclemente clima en la temporada de siembra. Esto dejará una abundante oferta de maíz para el consumo nacional y las exportaciones en el año comercial 19/20, lo que mantendrá una presión bajista en los precios del grano.

Se espera que en el año comercial 19/20, 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 el año comercial 18/19, como continuación del patrón de los cuatro años comerciales anteriores.

El uso proyectado para etanol en el año comercial 19/20 es el mismo que el de 17/18. El uso del maíz para etanol se ve influido, en parte, por la demanda nacional de gasolina y las exportaciones de etanol. El aumento en las exportaciones de etanol ha ocasionado que en años recientes el uso del maíz para producirlo permanezca estable, ya que el consumo de gasolina se ha estancado. Sin embargo, se prevé que en el año comercial 19/20 las exportaciones de etanol sean ligeramente menores que en 18/19, lo que contrarresta el repunte del consumo nacional de gasolina previsto.

Se espera que en el año comercial 19/20 el uso nacional del maíz para alimentos balanceados y uso residual sea de 8.71 millones de toneladas (una disminución del 6.1%) en comparación con el año comercial 18/19.

También se proyectan menores exportaciones de maíz de EE. UU. para el año comercial 19/20 como resultado de la menor cosecha de maíz prevista. Se pronostica que en el año comercial 19/20 las exportaciones de maíz estadounidense sean 46.99 millones de toneladas, una disminución de 5.46 millones de toneladas (10.4%) con respecto al año comercial 18/19.

Además de menores exportaciones de EE. UU. y de menor uso en alimentos balanceados y residual, también se proyecta que en el año comercial 19/20 los inventarios finales de EE. UU. sean menores para contrarrestar la menor producción, ya que se previó una disminución de 5.19 millones de toneladas (9.7%) en comparación con el año comercial anterior.

En términos de la proporción de inventarios a uso, se proyecta que el año comercial 19/20 sea del 13.7%. Esto es ligeramente menor al récord de la cosecha de 2016 de 15.7%, que ha sido la mayor desde el año comercial 05/06 (17.5%). Sin embargo, en el año comercial 19/20 se pronostica que la proporción de inventarios a uso siga ligeramente por arriba del promedio de los últimos diez años comerciales (11.6%).

## Panorama internacional<sup>2</sup>

### Oferta global

Se espera que la producción mundial de maíz durante el año comercial 19/20 sea de 1,108.62 millones de toneladas. Esta reducción de 15.87 millones de toneladas (1.4%) de la producción del año comercial 18/19 se debe principalmente a una menor producción estadounidense.

Además de una menor proyección de exportaciones de Estados Unidos, también se espera que las exportaciones totales provenientes de otros países sean menores en el año comercial 19/20 que en el 18/19 por 8.29 millones de toneladas (6.5%).

### Demanda global

Se espera que el uso mundial de maíz disminuya de las 1,146.67 millones de toneladas del año

comercial 18/19 a 1,127.23 millones de toneladas en 19/20, una reducción anual del 1.7%.

De los países y zonas de mayor consumo de maíz, se prevé que en el año comercial 19/20 Argentina, China y el Sureste de Asia consuman al menos 1 millón de toneladas más cada uno que en el 18/19, mientras que en la Unión Europea y Canadá consuman al menos 1 millón de toneladas de maíz menos que en el año anterior. Sin embargo, se pronostica que el mayor cambio en consumo nacional de maíz comparado con el año comercial 18/19 sea en EE. UU., con una disminución prevista de 8.73 millones de toneladas (2.7%).

Se espera un ligero aumento mundial en las importaciones anuales durante el año comercial 19/20.

<sup>2</sup>USDA/Foreign Agricultural Service--Production, Supply and Distribution Database

**RESUMEN DE LA OFERTA Y USO DEL MAÍZ DE EE.UU. POR AÑO COMERCIAL**

Unidades métricas	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20*
<b>Superficie (millones de hectáreas)</b>					
Sembrado	35.64	38.06	36.50	36.08	36.41
Cosechado	32.69	35.12	33.50	33.09	33.12
Rendimiento (ton./ha)	10.57	10.96	11.09	11.07	10.48
<b>Oferta (millones de toneladas)</b>					
Inventario inicial	43.97	44.12	58.25	54.37	53.71
Producción	345.51	384.78	371.10	366.29	347.01
Importaciones	1.72	1.45	0.91	0.71	1.27
<b>Oferta total</b>	<b>391.20</b>	<b>430.35</b>	<b>430.27</b>	<b>421.36</b>	<b>401.98</b>
<b>Uso (millones de toneladas)</b>					
Uso en alimentos, semillas y otros usos ind. que no son etanol	36.16	36.92	36.89	35.94	35.94
Etanol y coproductos	132.69	137.98	142.37	136.56	136.53
Alimentos balanceados y residual	130	138.94	134.73	142.70	133.99
Exportaciones	48.23	58.27	61.92	52.46	46.99
<b>Uso total</b>	<b>347.07</b>	<b>372.10</b>	<b>375.89</b>	<b>367.66</b>	<b>353.46</b>
Inventarios finales	44.12	58.25	54.37	53.71	48.52
Precio promedio en granja (\$/ton.**)	142.12	132.28	132.28	142.12	151.57

Unidades inglesas	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20*
<b>Superficie (millones de acres)</b>					
Sembrado	88	94	90.2	89.1	89.9
Cosechado	80.8	86.7	82.7	81.7	81.8
Rendimiento (bu/acre)	168.4	174.6	176.6	176.4	167
<b>Oferta (millones de bushels)</b>					
Inventario inicial	1,731	1,737	2,293	2,140	2,114
Producción	13,602	15,148	14,609	14,420	13,661
Importaciones	68	57	36	28	50
<b>Oferta total</b>	<b>15,401</b>	<b>16,942</b>	<b>16,939</b>	<b>16,588</b>	<b>15,825</b>
<b>Uso (millones de bushels)</b>					
Uso en alimentos, semillas y otros usos ind. que no son etanol	1,424	1,453	1,452	1,415	1,415
Etanol y coproductos	5,224	5,432	5,605	5,376	5,375
Alimentos balanceados y residual	5,118	5,470	5,304	5,618	5,275
Exportaciones	1,899	2,294	2,438	2,065	1,850
<b>Uso total</b>	<b>13,664</b>	<b>14,649</b>	<b>14,798</b>	<b>14,474</b>	<b>13,915</b>
Inventarios finales	1,737	2,293	2,140	2,114	1,910
Precio promedio en granja (\$/bu.**)	3.61	3.36	3.36	3.61	3.85

\*Proyectado

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

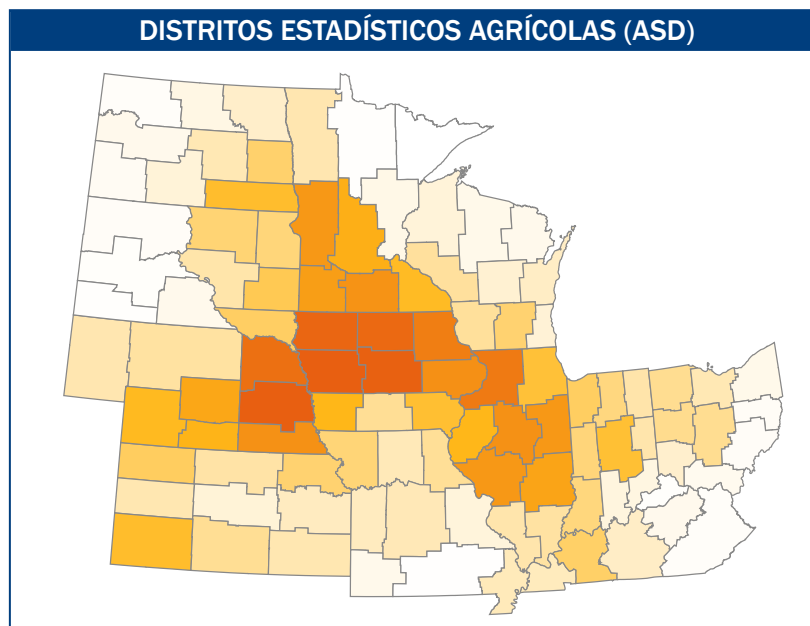
El precio promedio en granja de 19/20\* se basa en el precio proyectado de diciembre del WASDE.

Fuente: USDA WASDE y ERS

## A. VISIÓN GENERAL

Los puntos clave del diseño del estudio, metodología de muestreo y análisis estadístico de este *Informe de Cosecha de 2019/2020* son los siguientes:

- Según la metodología desarrollada en los ocho *Informes de la Cosecha* anteriores, las muestras se estratificaron proporcionalmente de acuerdo con los 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.
- Un total de 605 muestras recolectadas de los 12 estados estaba dirigido a lograr un máximo de  $\pm 10\%$  de margen de error negativo (ME relativo) a un nivel de confianza del 95%.
- Del 30 de agosto al 3 de diciembre de 2019 se obtuvieron y analizaron un total de 623 muestras de maíz sin mezclar de camiones que llegaban de las granjas a los elevadores locales.
- Se utilizó una técnica de muestreo estratificado proporcional para el análisis de micotoxinas de los ASD en los 12 estados del estudio de los otros factores de calidad. Este muestreo dio como resultado 180 muestras a las que se les determinó aflatoxinas, DON y fumonisina.
- Se calcularon los promedios ponderados y las desviaciones estándar de acuerdo con las técnicas estadísticas estándar de muestreo estratificado proporcional para el promedio general de EE. UU. y para las tres ECA (zonas de captación de exportación).
- Para evaluar la validez estadística de las muestras, se calculó el margen de error relativo para cada uno de los factores de calidad en el promedio general de EE. UU. y de los tres niveles ECA. Ningún factor de calidad del promedio general de EE. UU. tuvo un margen de error relativo por arriba de  $\pm 10\%$ . Sin embargo, el margen de error relativo de daño total de la ECA Pacífico Noroeste fue de 12.6%. Aunque este nivel de precisión es menor al deseado, este margen de error relativo no invalida el cálculo.
- Se calcularon pruebas t bilaterales a un nivel de confianza del 95% para medir las diferencias estadísticas entre los promedios de factores de calidad 2019 y 2018, y de 2019 y 2017.



## B. DISEÑO DEL ESTUDIO Y MUESTREO

### Diseño del estudio

Para este *Informe de la Cosecha de 2019/2020* la población objetivo fue el maíz amarillo de los 12 estados clave productores de EE. UU. que representan más del 90% de las exportaciones del grano de este país<sup>1</sup>. 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 2019/2020* difiere de un ASD a otro, debido a las diferentes participaciones de producción estimada y niveles de exportaciones.

Establecer el **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 2019/2020* fue un margen de error relativo no mayor a  $\pm 10\%$ ,

calculado con un 95% de nivel de confianza. Un margen de error relativo de  $\pm 10\%$  es un objetivo razonable para datos biológicos, tales como estos factores de calidad del maíz.

Para determinar el número de muestras 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. A mayor variación entre los niveles o valores de un factor de calidad, se necesitan más muestras para calcular el promedio verdadero con un límite de confianza dado. Además, las varianzas de los factores de calidad típicamente difieren uno de otro. Por ende, se necesitarían diferentes tamaños de muestra para cada factor de calidad para el mismo nivel de precisión.

Ya que no se conocían las varianzas de población de los 17 factores de calidad evaluados en la cosecha de maíz de este año, se usaron las varianzas estimadas del *Informe de la Cosecha de 2018/2019* como valores representativos. Se calcularon las varianzas y, en última instancia, el número estimado de muestras necesarias para el margen de error relativo de  $\pm 10\%$  de los 14 factores de calidad con los resultados de 2018 de las 618 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 general de EE. UU. Debido al redondeo del número objetivo de muestras por ASD y el criterio de un mínimo de dos muestras por ASD, el número objetivo de muestras para el informe de 2019 fue de 605.

Aunque en los resultados de 2018 el margen de error relativo de grietas por tensión no fue mayor al  $\pm 10\%$  en el promedio general de EE. UU., en tres de los ocho informes anteriores este factor de calidad ha tenido

<sup>1</sup>Fuente: USDA NASS, GIPSA del USDA y estimados del Centrec

un margen de error relativo ligeramente mayor al  $\pm 10\%$ . Debido al tamaño de la muestra del informe de 2019 y lo imprevisible de la varianza de este factor de calidad, existía la posibilidad de que las grietas por tensión no cumplieran el nivel objetivo de precisión del promedio general. Sin embargo, en informes anteriores, el margen de error relativo de grietas por tensión nunca ha sido mayor a 12%.

Para la determinación de la calificación, 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 de  $\pm 10\%$ , 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. En otras palabras, el análisis de al menos 150 muestras brindaría un nivel de confianza del 95% de que el porcentaje de muestras analizadas con resultados de aflatoxinas por debajo del nivel de acción de FDA de 20 ppb y el porcentaje

de muestras analizadas con resultados de DON por debajo del nivel de notificación de la FDA de 5 ppm tendrían un margen de error relativo de  $\pm 10\%$ . En el informe de este año no hubo nivel de precisión objetivo de la fumonisina, ya que no habían datos anteriores de varianza de la micotoxina a disposición. 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 endospermo duro. En las muestras analizadas de los ocho informes anteriores, el margen de error relativo de este factor de calidad nunca ha sobrepasado el 0.4%, muy por debajo del nivel de precisión objetivo de  $\pm 10\%$ . Por ende, la reducción del número de muestras a las que se les determina endospermo duro probablemente mantendrá la precisión de los estimados de este factor de calidad muy por debajo del nivel objetivo de  $\pm 10\%$ .

## Muestreo

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 623 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 30 de agosto hasta el 3 de diciembre de 2019.

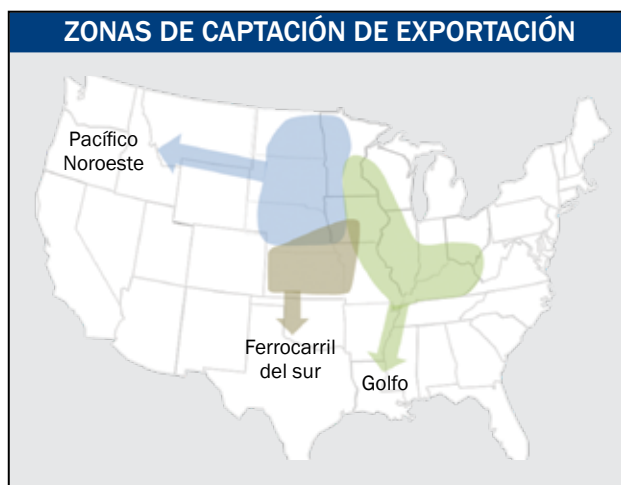
## C. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

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

- La ECA Golfo consiste en zonas que normalmente exportan maíz a través de los puertos del Golfo en EE. UU.;
- La ECA del Pacífico Noroeste incluye zonas que exportan maíz a través de los puertos de Washington, Oregón y California; y
- La ECA del Ferrocarril del Sur comprende zonas que generalmente exportan maíz a México por ferrocarril desde subterminales del interior.

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**. Además de los promedios ponderados y las desviaciones estándar del promedio general de EE. UU., se calcularon 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 ECA. 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.

El *Informe de la Cosecha de 2019/2020* contiene el promedio simple de los promedios y desviaciones estándar de los factores de calidad de los *Informes de la Cosecha* previos (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, y 2018/2019). Estos



promedios simples se calculan para el promedio general 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.

Para cada uno de los factores de calidad se calculó el margen de error relativo del promedio general de EE. UU. y de cada una de las ECA. Ninguno de los estimados de los factores de calidad tuvo margen de error relativo por arriba de  $\pm 10\%$  del promedio general de EE. UU. Sin embargo, para la ECA Pacífico Noroeste, el margen de error relativo de daño total fue mayor a  $\pm 10\%$  (12.6%). Aunque este nivel de precisión es menor al deseado, este margen de error relativo 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  $\pm 10\%$ .

Las referencias en la sección “Resultados de pruebas de calidad” de las diferencias estadísticas o significativas entre los resultados de análisis del *Informe de la Cosecha de 2018/2019* y el de 2019/2020 y en el *Informe de la Cosecha de 2017/2018* y el de 2019/2020 se validaron con pruebas t bilaterales, a un nivel de confianza del 95%.

Se enviaron las muestras del *Informe de la Cosecha de 2019/2020* (cada una con cerca de 2,200 g) 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 por arriba del 16% de humedad se secaron al aire libre, 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 tensión y el daño térmico. Luego, las muestras se dividieron en dos submuestras de unos 1,100 g con un cuarteador Boerner, pero manteniendo las características de la muestra de granos distribuidas uniformemente entre las dos submuestras. Se envió una submuestra a

la Champaign-Danville Grain Inspection (CDGI), de Urbana, Illinois para su calificación. El 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 por muchos años. El IPG Lab recibió la acreditación bajo la Norma Internacional ISO/IEC 17025:2005 de muchos de los análisis. Toda la acreditación se encuentra en <http://www.ilcrop.com/labservices>.

## A. FACTORES DE CALIFICACIÓN

### 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 calificación 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 verterse sobre los lados. Se utiliza un palo para nivelar el grano en la taza de prueba, y se pesa el grano que queda en la taza. El peso entonces se convierte y se notifica en la unidad tradicional estadounidense de libras por bushel (lb/bu).

### Maíz quebrado y material extraño

El BCFM forma parte de los criterios de calificación 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 separarse en maíz quebrado y material extraño. El maíz quebrado se define como todo aquel material que pasa

a través de una criba de orificios redondos de 12/64 de pulgada y que queda retenido en una criba de orificios redondos de 6/64 de pulgada. 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 calificación 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, mazorca podrida, granos dañados por el secado (diferentes de los granos con daño por calor), granos dañados por germen, 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 en 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. Si se encuentra 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 que se notifica la entrega. Estos medidores electrónicos de humedad perciben una propiedad eléctrica de los granos llamada constante dieléctrica, que varía

con la humedad. La constante dieléctrica aumenta conforme aumenta 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 únicas de longitudes de onda específicas de luz en cada muestra. Está calibrada con métodos tradicionales de química para predecir concentraciones de proteína, aceite y almidón de la muestra. Este procedimiento no destruye al maíz.

Las pruebas de composición química de proteína, aceite y almidón se llevaron a cabo con una muestra de aproximadamente 550 a 600 g en un instrumento NIR Foss Infratec 1241 de grano entero.

EL NIR se calibró para análisis químicos y los errores estándar de 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 Cosecha* previos 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 concentración de proteína, aceite y almidón, respectivamente. Los resultados se notifican en porcentaje de base seca (porcentaje de material que no es agua).

## D. FACTORES FÍSICOS

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

El peso de 100 granos se determina por el peso promedio de dos réplicas de 100 granos tomadas 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 réplica de 100 granos se calcula con un picnómetro de helio y se expresa en cm<sup>3</sup> por grano. El volumen del grano por lo general va de 0.14 a 0.36 cm<sup>3</sup> 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 réplicas. La densidad real se notifica en g/cm<sup>3</sup>. Las densidades verdaderas normalmente van de 1.20 a 1.30 g/cm<sup>3</sup> en contenidos de humedad “como son” de entre el 12 y el 15%.

### Análisis de grietas por tensión

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

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

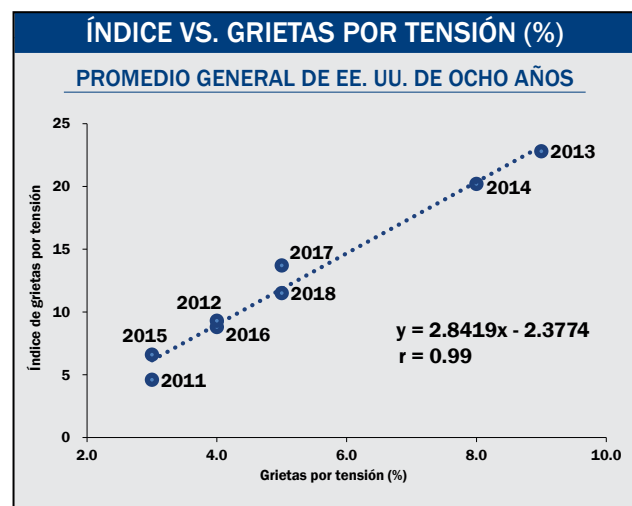
$$[\text{SSC} \times 1] + [\text{DSC} \times 3] + [\text{MSC} \times 5]$$

en la que:

- SSC es el porcentaje de granos con una sola grieta;

- DSC es el porcentaje de granos con dos grietas exactamente y
- MSC es el porcentaje de granos con más de dos grietas.

En el siguiente diagrama de dispersión se muestran el porcentaje de las grietas por tensión y el índice de grietas por tensión del promedio general de EE. UU. de los primeros ocho informes de la cosecha. Dada la fuerte correlación ( $r = 0.99$ ) del índice de grietas por tensión con el porcentaje de grietas por tensión, se discontinuó después del *Informe de la Cosecha de 2018/2019*, pues se determinó que daba poco valor adicional.



## Granos enteros

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

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

## Endospermo duro

La prueba de endospermo duro 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 bloqueará 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 al 100%, aunque la mayoría de los granos por separado cae en la clasificación de 70 al 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 o 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 en la exportación. Sin embargo, el objetivo de la evaluación de micotoxinas del *Informe de la Cosecha de 2019/2020* 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.

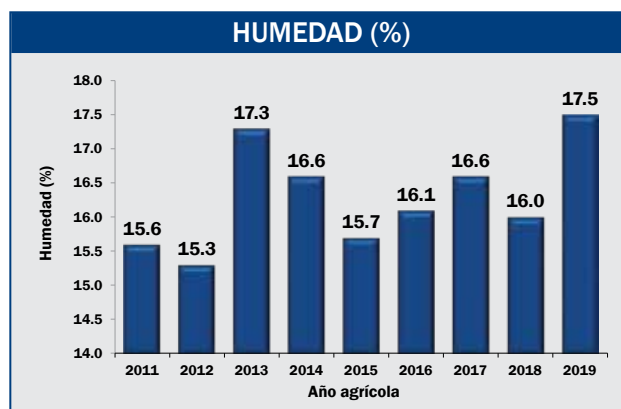
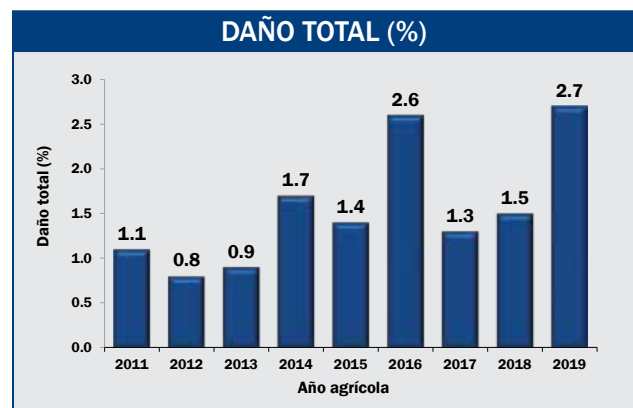
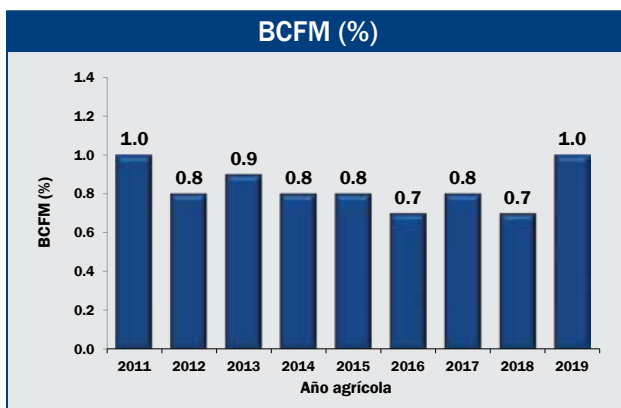
Para notificar la frecuencia del surgimiento de aflatoxinas, DON y fumonisina en el *Informe de la Cosecha de 2019/2020*, el IPG Lab llevó a cabo los análisis de micotoxinas mediante el protocolo del FGIS y los equipos de prueba aprobados. El protocolo FGIS requiere un mínimo de muestra de 908 g (2 libras) 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 311 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 laterales del Envirologix QuickTox, y las micotoxinas se cuantificaron en el sistema QuickScan.

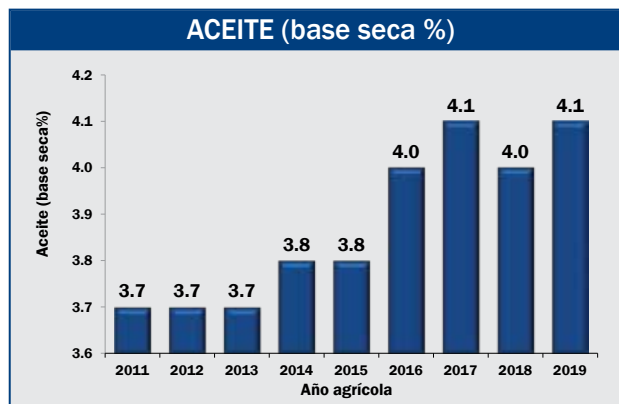
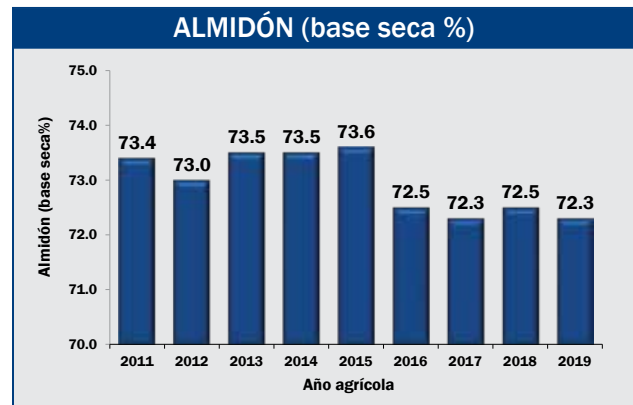
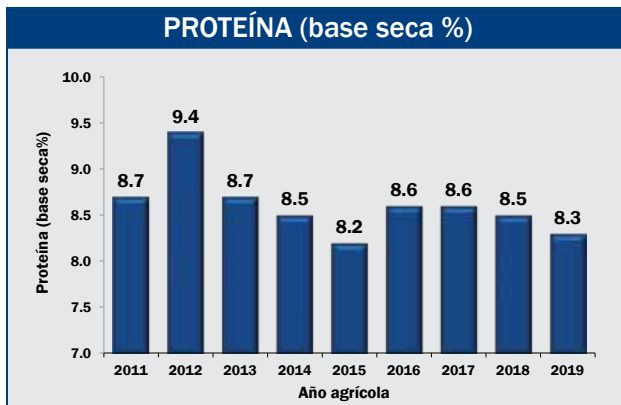
Los equipos de pruebas cuantitativas EnviroLogix notifican niveles de concentración específica de la micotoxina, si los niveles de concentración exceden un nivel específico llamado "Límite de detección". El límite de detección se define como el nivel de concentración más bajo que puede medirse con un método analítico, el cual es estadísticamente diferente de medir un blanco analítico (ausencia de micotoxina). El límite de detección variará 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, la EnviroLogix AQ 311 BG cuenta con un límite de detección de 1.5 partes por millón. El FGIS ha emitido 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 311 BG, respectivamente.

## A. FACTORES DE CALIFICACIÓN Y HUMEDAD

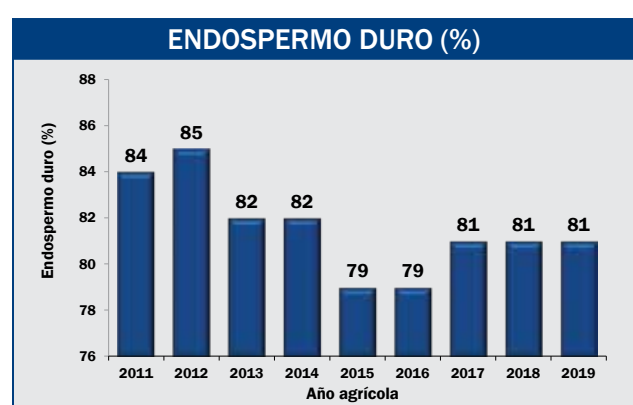
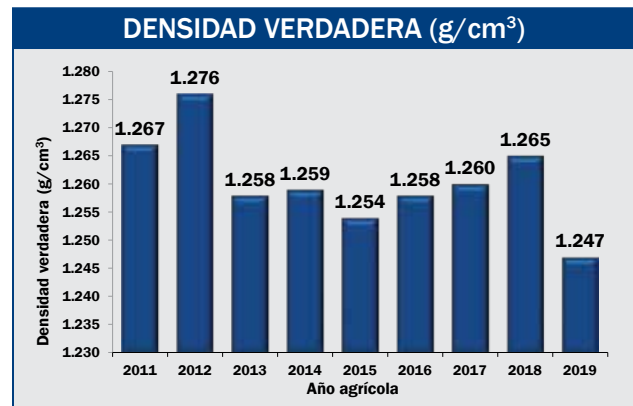
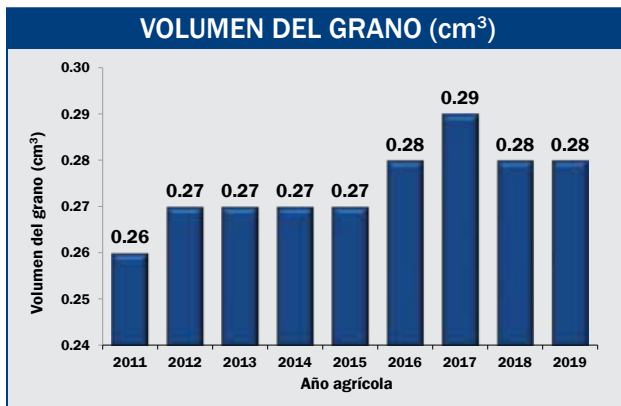
Desde 2011, los Informes de la Calidad de la Cosecha de Maíz del US Grains Council han brindado información clara, concisa y consistente sobre la calidad de cada cultivo de EE. UU. que entra a los canales internacionales de comercialización. Esta serie de informes de calidad ha utilizado una metodología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



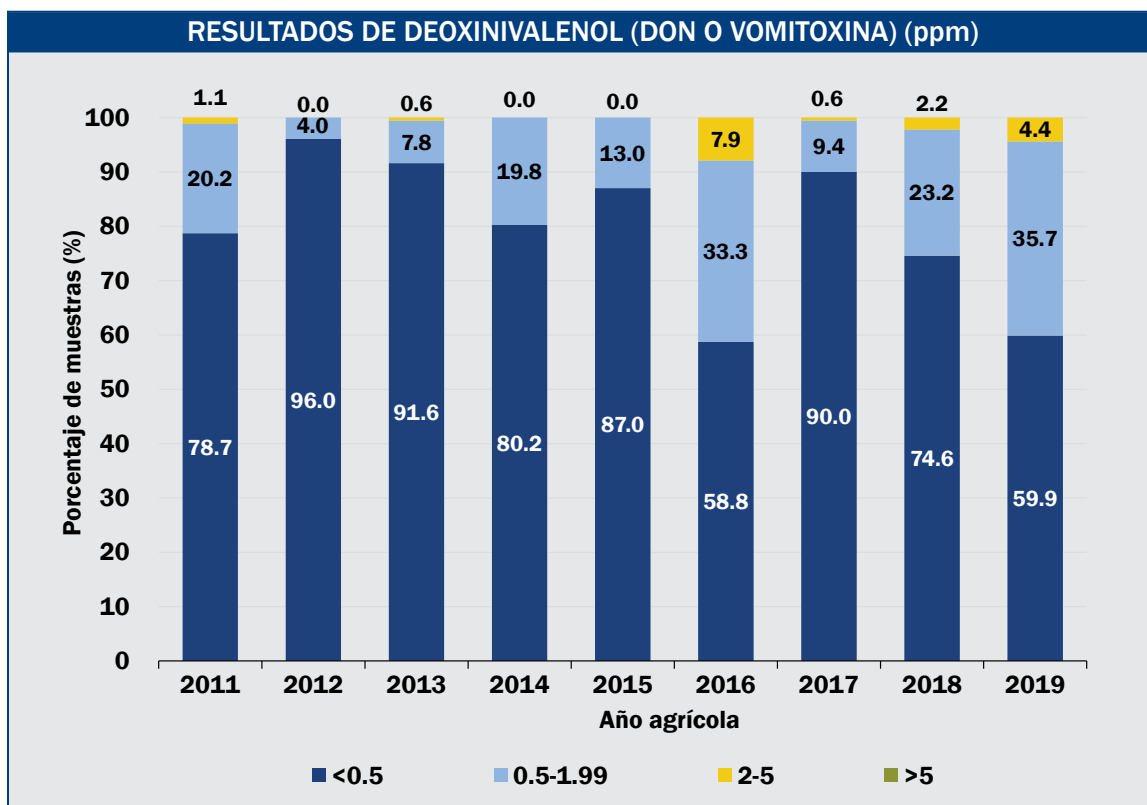
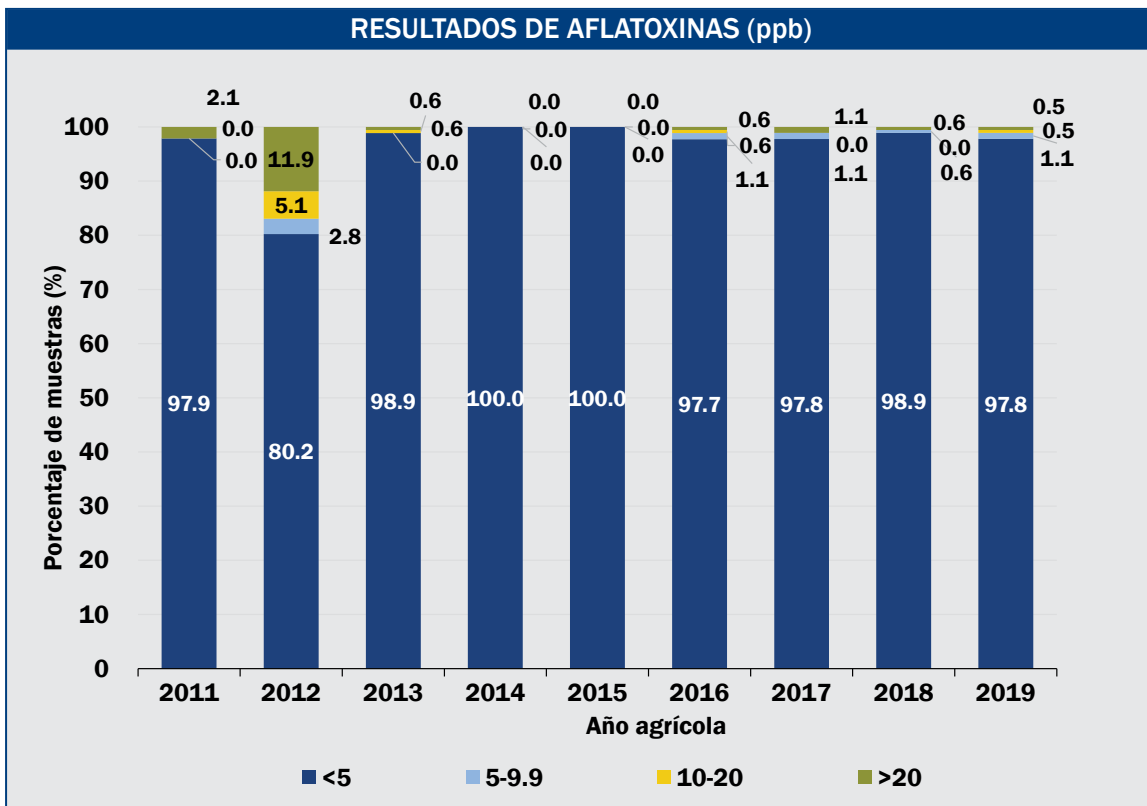
## B. COMPOSICIÓN QUÍMICA



### C. FACTORES FÍSICOS



D. MICOTOXINAS



## CALIFICACIONES DE MAÍZ DE EE. UU. Y REQUERIMIENTOS DE CALIFICACIONES

Calificación	Peso específico mínimo por bushel (libras)	Límites Máximos de		
		Granos dañados		Maíz quebrado y material extraño (porcentaje)
		Dañado por calor (Porcentaje)	Total (Porcentaje)	
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

La calificación EE. UU. es maíz que: (a) no cumple con los requerimientos para los calificaciones 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 crotalarias (*Crotalaria spp.*), dos o más semillas de ricino (*Ricinus communis L.*), cuatro o más partículas de sustancia(s) desconocida(s) y extraña(s) o sustancias dañinas o tóxicas comúnmente reconocidas, ocho o más cardos (*Xanthium spp.*), o semillas similares solas o en combinación, o suciedad animal mayor a 0.2% en 1,000 g; o (c) tiene un olor extraño a hongo, agrio o comercialmente objetable; o (d) se calienta o de otra forma es de bastante baja calidad.

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

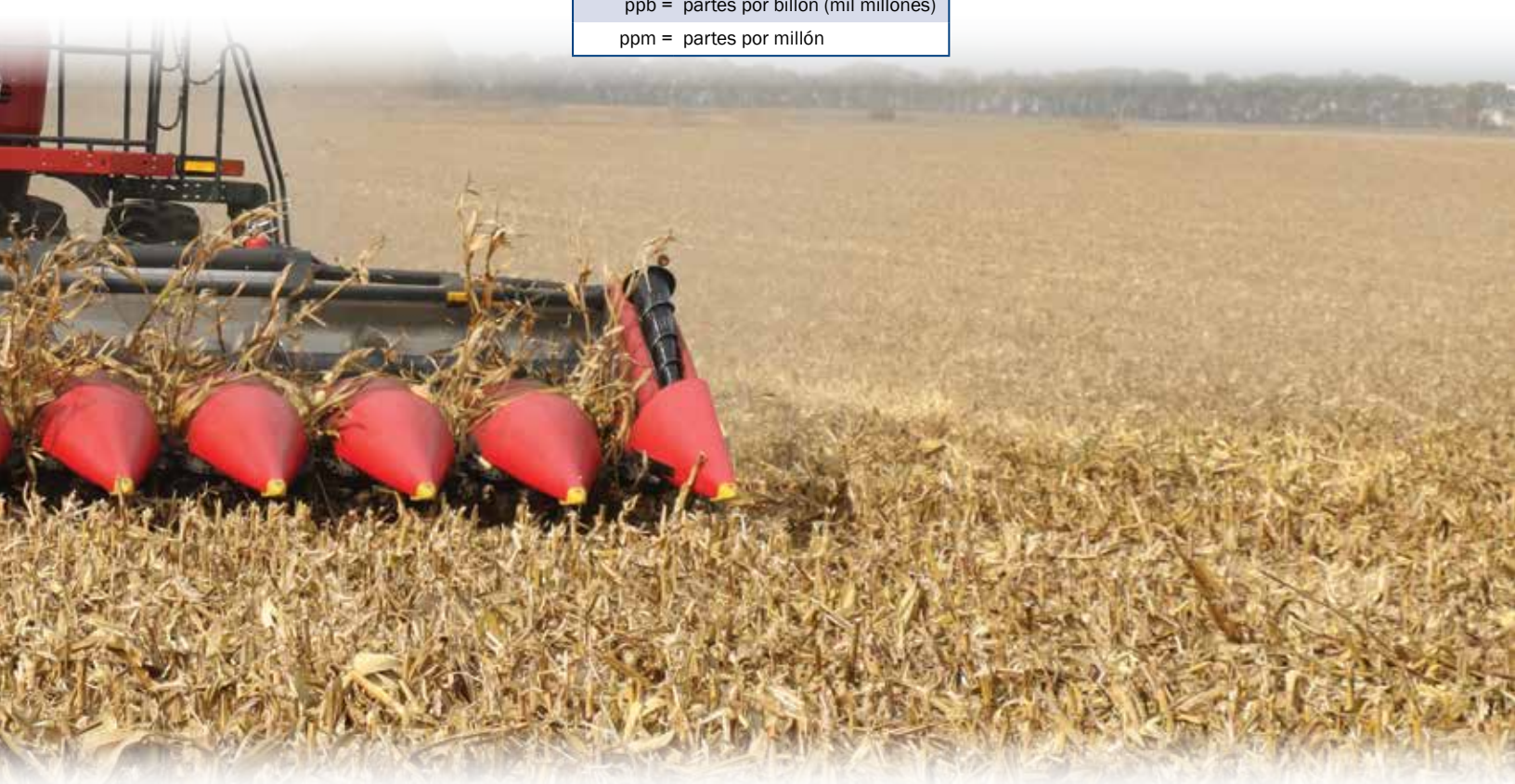


## CONVERSIONES SISTEMA IMPERIAL Y SISTEMA MÉTRICO

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

## ABREVIATURAS

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





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



### OFICINA CENTRAL:

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

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

Correo electrónico: [grains@grains.org](mailto:grains@grains.org) • Página web: [grains.org](http://grains.org)

#### REPÚBLICA POPULAR DE CHINA: Pekín

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

#### JAPÓN: Tokio

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

#### COREA: Seúl

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

#### MÉXICO: Ciudad de México

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

#### MEDIO ORIENTE Y ÁFRICA: Túnez

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

#### SUR DE ASIA

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

#### SURESTE DE ASIA: Kuala Lumpur

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

#### SINGAPUR

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

#### TAIWÁN: Taipei

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

#### HEMISFERIO OCCIDENTAL: Ciudad de Panamá

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