

# Maíz dulce

*Zea mays covar. saccharata*

Gabriel Saavedra Del Real, Ing. Agrónomo MSc, PhD



El maíz dulce pertenece a la familia Poaceae, compuesta por 450 a 530 géneros y casi 5 mil especies, importante en la alimentación humana mundial, ya que además del maíz, pertenecen: el trigo, arroz, avena, triticale y centeno. El maíz es muy utilizado para consumo fresco, principalmente, por la agroindustria en granos congelados o enlatados.

## Centro de origen y características botánicas

La especie *Zea mays* L., es originaria de Mesoamérica, hoy Guatemala y parte de México, y fue domesticada por las tribus originarias de la región (Bartolini, 1990).

El maíz dulce se generó a partir de una mutación en la raza peruana de maíz llamada Chulpi (Brown y otros, 1985), la que fue cruzada con maíz Reventador (Popcorn) para generar Ducillo del Noroeste en esa zona de México (Wellhausen *et al.*, 1952). A partir de este tipo, el gen *su1* fue introgresado en razas del norte, incluyendo los tipos Northern Flint, el progenitor de los maíces dulces comerciales modernos (Revilla y Tracy, 1995).

El maíz dulce difiere del maíz común por una mutación que causa en los granos una acumulación de azúcares dos veces mayor y mucho menos almidón. El maíz dulce común tiene un gen estándar llamado *sugary 1 (su1)*, (Dinges *et al.*, 2001), lo que previene o retarda la conversión normal de azúcar en almidón durante su desarrollo, acumulando el polisacárido soluble en agua "fitoglicógeno" en lugar de almidón (Brown *et al.*, 1985). Este además de dulzor, entrega suavidad de textura, y produce que el grano seco sea arrugado y vidrioso (Marshall y Tracy, 2003).

El maíz dulce es anual, de tipo C4, con capacidad de utilizar el carbono de manera eficiente, facilitando su crecimiento y desarrollo. La planta tiene gran desarrollo vegetativo, con un abundante y profundo arraigamiento. Tiene raíces fasciculadas, de tres tipos: seminales, permanentes y adventicias. El tallo es erecto, hojas alternas, abrazadoras, largas y con nervadura paralela. Son plantas monoicas, con inflorescencias masculinas en panículas de posición terminal e inflorescencias femeninas que darán posteriormente lugar a la mazorca o panoja, envuelta por brácteas e inserta al tallo principal por un raquis (Maroto, 2017).

La inflorescencia masculina presenta una "panoja" amarilla con 20 a 25 millones de granos. En cada florecilla de la panícula hay tres estambres donde se desarrolla el polen (Figura 1). Las mazorcas se localizan en las yemas axilares de las hojas; son espigas cilíndricas, formadas por un raquis central donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con una flor fértil y otra abortiva, paralelas, con un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo ("pelo"), donde germina el polen (Figura 2). Fecundado el ovario se forma en la mazorca el grano o fruto independiente llamado cariósipide, insertado en el raquis cilíndrico; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca.



**Figura 1. Evolución de panoja desde a) aparición b) antesis y c) dehiscencia**



**Figura 2. Evolución de la mazorca desde a) aparición a d) madurez**

## Estadísticas productivas regionales

El maíz dulce junto con el maíz choclero es considerado una hortaliza y no un cereal, debido a la forma de consumo. Es la hortaliza más importante en superficie sembrada a nivel nacional, con 10.320 hectáreas promedio de los últimos 10 años, seguido por lechuga con 6.750 hectáreas y tomate fresco con 5.140 hectáreas. En las estadísticas hortícolas de ODEPA están juntos maíz choclero y dulce, el choclero es importante en la zona central, se estima que maíz dulce tiene alrededor de 4 mil hectáreas anuales, importante para la

zona sur, aunque para la agroindustria, la mayor concentración de siembra está en la zona central, cerca de las industrias.

La distribución regional se muestra en el cuadro 1 (ODEPA, 2022), donde la Región Metropolitana es la principal productora, seguida por El Maule y O'Higgins, acumulando 50,2 % de la superficie entre ellas. La Región de La Araucanía representa solo el 0,9 % de la producción con 93 hectáreas en la última temporada, pero en la figura 3 se puede observar la tendencia de la siembra en los últimos años.

**Cuadro 1.** Superficie y distribución regional de maíz choclero y dulce, temporada 2021

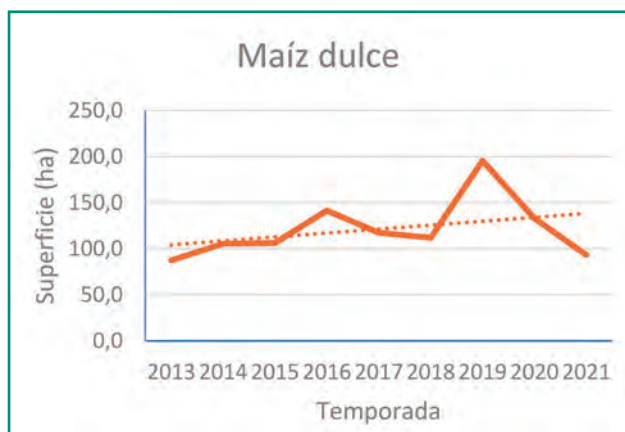
Región	Superficie	Porcentaje (%)
	(ha)	
Arica y Parinacota	901,9	8,2%
Atacama	31,4	0,3%
Coquimbo	717,0	6,6%
Valparaíso	865,0	7,9%
Metropolitana	3.406,2	31,2%
O'Higgins	1.485,1	13,6%
Maule	1.786,7	16,3%
Ñuble	591,4	5,4%
Biobío	718,5	6,6%
La Araucanía	93,3	0,9%
Resto del país	337,7	3,1%
<b>Total</b>	<b>10.934,2</b>	<b>100%</b>

Fuente: ODEPA 2021.

En los últimos nueve años, el promedio en la región ha sido de 121,3 hectáreas anuales de maíz dulce, con un máximo de 195,6 hectáreas en la temporada 2019/2020.

En cuanto a comercialización y precios, existe información de ODEPA en La Vega o Feria Pinto a través del país. En La Araucanía, el mayor volumen se vende en marzo, cuando hay buenos precios, con volúmenes no muy elevados, ya que representan 10-15 hectáreas cosechadas, lo que supone otros mercados no reportados (supermercados y otros).

Los precios promedio han incrementado cada temporada, desde \$128 la unidad en 2019, a \$130 en 2020 y \$157 en 2021, así como la oferta en estos mercados desde 182.500 unidades en 2019, a 549.500 en 2020, hasta 583.300 unidades en 2021.



**Figura 3. Comportamiento y tendencia de la superficie sembrada con maíz dulce en la Región de La Araucanía en los últimos 9 años. ODEPA, 2022**

## Requerimientos agroclimáticos, época de siembra y ciclo de desarrollo

Es una especie de día corto, la inducción floral ocurre con menos de 10 horas luz, tolerando días largos con 12 a 14 horas de luz (Maroto, 2017). Requiere temperatura del suelo de 15 y 20 °C para germinar; menores o hasta 12 °C afectan la germinación, al igual que mayores a 28 °C. Una vez ocurrida la germinación, una baja en la temperatura del suelo no afecta el desarrollo de la plántula.

En desarrollo soporta hasta 8°C, y el óptimo para crecimiento es 25-30 °C, temperaturas muy altas pueden provocar mala absorción de nutrientes y agua. Temperaturas mayores a 35 °C en floración (anthesis), afectan la viabilidad del polen. Alta temperatura afecta la fecundación y formación de grano, sumado a falta de humedad de suelo, y un pH óptimo de 5,6-6,5.

La época de siembra depende de las heladas, ya que causan daños severos al follaje y dependiendo de la intensidad pueden dañar hasta el punto de crecimiento. En el cuadro 2 se presentan las fechas de siembra recomendadas para La Araucanía (Kehr y Bastías, 2016).

**Cuadro 2.** Épocas de siembra de maíz dulce en los diferentes territorios de La Araucanía

Zona agroecológica	Inicio	Fin
Secano interior	01 octubre	30 octubre
Valle central	01 octubre	30 noviembre
Precordillera	01 octubre	30 noviembre

Igualmente, el historial de heladas del sector donde se va a sembrar se debe analizar y decidir el retraso de la siembra si es necesario. El agricultor debe seleccionar un híbrido apropiado para su zona y objetivo de producción, ya sea para producción temprana, normal o tardía, consumo fresco o agroindustria (Saavedra, 2015).

Desde La Araucanía hasta Los Lagos, la siembra de maíz dulce se recomienda para noviembre, usando solamente variedades precoces e intermedias (Saavedra, 2015), que alcanzan madurez de cosecha temprana a 70–80 días, intermedias de 85–90 días y tardías de 95–110 días. La suma térmica desde siembra a cosecha va entre 900 a 950 grados días, variando de acuerdo a la precocidad. Las etapas de crecimiento del maíz dulce se muestran en el cuadro 3 (Abendroth *et al.*, 2011) y figura 4, en la que se puede identificar el estado de madurez de cosecha del maíz dulce, que está entre R3 y R4.

**Cuadro 3.** Etapas de crecimiento del maíz dulce

ETAPAS DE CRECIMIENTO DE MAÍZ DULCE		
Etapa		Nombre común
Vegetativa	VE	Emergencia
	V1	Primera hoja
	V2	Segunda hoja
	V3	Tercera hoja
	Vn	Enésima hoja
	VT	Aparición de panoja
Reproductiva	R1	Aparición de estigmas
	R2	Formación de grano
	R3	Grano lechoso

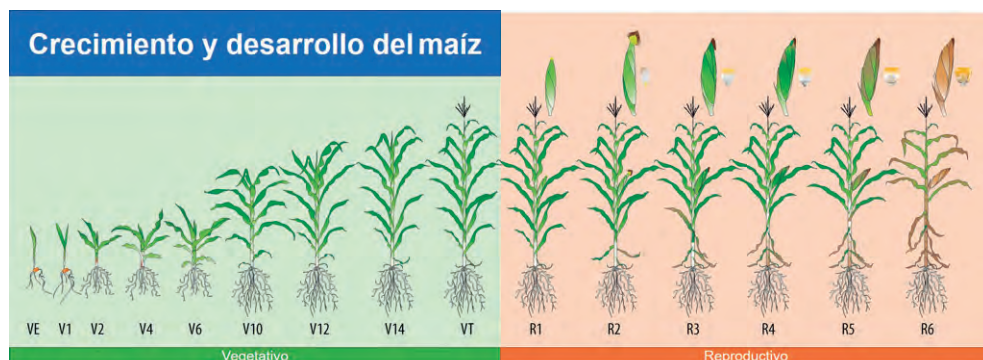


Figura 4. Estados de crecimiento y desarrollo del maíz. (Ciampitti *et al.*, 2016)

## Agronomía del cultivo

### Distribución espacial y población

En el cultivo del maíz dulce se recomiendan poblaciones altas (70 mil–80 mil plantas por hectárea). Es decir, una distancia sobre hilera de 0,18 y 0,17 m para distancias entre hilera de 0,70 y 0,75 m, respectivamente. Este resultado obliga, según la distancia entre hileras, a usar entre 56 y 59 semillas por cada 10 m recorridos de la máquina sembradora.

### Necesidades hídricas

En floración y período inicial del desarrollo del grano del cultivo no puede faltar el agua, para evitar una reducción drástica de rendimiento. También ocurre una floración no sincronizada, donde el pistilo emerge después que el polen ha sido liberado.

La demanda bruta de agua por mes de siembra se presenta en el cuadro 4. La metodología utilizada para el cálculo se indica en el Anexo 1.

**Cuadro 4.** Demanda bruta de agua (mm/ha) según mes de siembra por zona agroecológica de la Región de La Araucanía

Zona agroecológica	Mes siembra	Inicio cosecha	Demanda bruta (mm/ha)
Secano interior	Octubre	Enero	695
	Noviembre	15 febrero	695
Valle central	15 noviembre	Febrero	595
	30 noviembre	15 febrero	668
Precordillera	15 noviembre	Febrero	668

## Necesidades nutricionales

El maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de una fertilización alta, sobre todo en nitrógeno (Ciampitti y García, 2007). Para ello, es importante realizar un diagnóstico de las necesidades del cultivo conociendo los aportes del suelo en nutrientes esenciales.

Una parte importante del nitrógeno y del fósforo (60 %) se concentra en el grano, mientras que el grueso del potasio (79 %) queda en hojas, cañas, corontas y raíces, que pueden ser devueltas al terreno por reciclado de nutrientes por incorporación de rastrojos. El maíz dulce presenta plantas más pequeñas, precoces, por lo que acumulan menor cantidad de materia seca, tienen menor demanda y extracción de nutrientes (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Extracción total de nutrientes por maíz dulce por tonelada de mazorcas producidas (Ciampitti y García, 2007)

Nutriente	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Azufre (S)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)
Extracción kg/t	8,4	0,9	11,5	0,8	1,4	0,9

## Manejo de enfermedades

En Chile, los daños por hongos son los más frecuentes y perjudiciales. Sin embargo, en la actualidad se debe considerar el daño potencial de virus. Una de las enfermedades fungosas de mayor importancia en maíz dulce es el carbón común y de la panoja. En el cuadro 6 se muestran las enfermedades del maíz dulce presentes en Chile (Acuña, 2008).

**Cuadro 6.** Listado de enfermedades reconocidas por el SAG en Chile para el cultivo del maíz dulce (Acuña, 2008)

FITOPATÓGENO	SÍNTOMAS
<i>Alternaria sp., Aspergillus spp., Fusarium sp., Mucor sp., Penicillium sp., Rhizopus sp., Trichoderma sp.</i> pudrición de semilla y moho en grano	Pudrición de semillas en almacenaje o pudrición de granos en mazorcas o almacenaje, con desarrollo de micelio y conidias de diferentes colores, según el agente causal.
<i>Cephalosporium maydis, Fusarium oxysporum, F. solani</i> pudrición del tallo y raíces, marchitez	Marchitez rápida y seca foliar. Tallos con parte basal seca, deprimida y ahuecada; decoloración interna del sistema vascular. Pudrición radicular con leve decoloración café a negro, hasta pudrición total de las raíces; también se aíslan en plantas asintomáticas.



FITOPATÓGENO	SÍNTOMAS
<p><i>Fusarium moniliforme</i> (sin. <i>F. verticilloides</i>) fusariosis, pudrición de la mazorca pudrición del tallo</p>	<p>Amarillez, secamiento prematuro y tendadura de . Pudrición de entrenudos basales y raíces, con enrojecimiento del interior del tallo. Mazorcas con micelio blanco-rosado, asociado a daños por insectos, en granos o en grupos.</p>
<p><i>Fusarium graminearum</i>  fusariosis</p>	<p>Pudrición basal de plantas, con oscurecimiento del tejido vascular; pudrición y desarrollo de micelio rosado a café rojizo en los granos de la punta de la mazorca.</p>
<p><i>Fusarium culmorum</i>, <i>F. spp.</i>, <i>F. verticilloides</i>, <i>Helminthosporium pedicellatum</i>, <i>Pythium spp.</i> <i>Rhizoctonia sp.</i> caída, pudrición de semilla</p>	<p>Pudrición de semillas y caída de plántulas, en pre y post-emergencia, con marchitez, clorosis y estrangulamiento basal del tallo y tendadura.</p>
<p><i>Helminthosporium pedicellatum</i> <i>H. sp.</i> tizón de la hoja, marchitez</p>	<p>Hojas con manchas alargadas u ovaladas, necróticas, dispuestas como rayas verdes claro a amarillento a lo largo de las venas, luego de color verde grisáceo a café claro. Marchitez foliar asociada a necrosis y pudrición de raicillas.</p>
<p><i>Macrophomina phaseolina</i> (anam. <i>Sclerotium bataticola</i>) pudrición cenicienta del tallo</p>	<p>Plantas con marchitez, clorosis y defoliación prematura, asociada a lesiones en la base del tallo de coloración gris por presencia de microesclerocios o picnidios negros sobre y dentro del tallo.</p>
<p><i>Puccinia sorghi</i> (sin. <i>P. maydis</i>) roya común</p>	<p>Pequeñas pústulas (uredosoros) anaranjado rojizas, pulverulentas, ovals a elongadas, en ambas caras de la hoja. Pústulas negras, visibles a fines del verano, que rompen la epidermis foliar.</p>
<p><i>Sclerophthora macrospora</i>  mildiú o punta loca</p>	<p>Inflorescencias masculinas reemplazadas por proliferaciones foliares. Mazorcas múltiples, pequeñas y estériles. Enrollamiento y encrespamiento de hojas, con listado clorótico y a veces micelio gris veloso en el envés.</p>
<p><i>Sclerotium rolfsii</i>  pudrición radicular, pudrición blanca</p>	<p>Amarillez y marchitez del follaje, con defoliación. Pudrición blanda del cuello y raíces, con desarrollo de micelio blanco algodónoso y esclerocios pequeños, lisos, redondos, de 2 - 2,5 mm diámetro, color blanco, luego café o negro.</p>
<p><i>Sphacelotheca reiliana</i>  carbón de la panoja</p>	<p>Panojas deformes, con proliferaciones foliares (filodia); masas negras y carbonosas en inflorescencias, con membrana gris y delgada que se rompe y expone masas pulverulentas de esporas café oscuro (teliosporas). Mazorcas pequeñas, múltiples, también con masas carbonosas y filodia. Enanismo y aumento del macollaje.</p>

FITOPATÓGENO	SÍNTOMAS
<i>Ustilago maydis</i> (sin. <i>U. Zeae</i> )  carbón común	Presencia de agallas grandes, preferentemente en mazorcas, cubiertas de membrana grisácea y delgada que no se rompe, que contienen masas negras y pulverulentas de esporas. Formación de agallas semejantes en las panojas. Presencia de pequeñas agallas en hojas y tallos.
Maize dwarf mosaic virus (MDMV) Virus del mosaico enanizante del maíz	Mosaico y moteado foliar clorótico, estrías cloróticas o amarillentas y angostas, de 0,5 - 1 mm, a lo largo de las nervaduras de hojas más nuevas. Acortamiento de internudos superiores. Ausencia o menor tamaño de las mazorcas. Enanismo de las plantas.

Carbón Común del Maíz (*Ustilago maydis* (DC) Corda.). Puede presentarse en cualquier etapa de desarrollo, con tumores o agallas, en raíces adventicias, cañas, nudos, nervaduras de hojas, panojas y mazorcas. Están cubiertos por una membrana blanco-grisácea que, al desgarrarse, deja escapar las esporas del hongo (Figura 5), que invernan en residuos vegetales, y en el suelo pueden llegar a infestar a otras plantas en la temporada siguiente (Sepúlveda, 2014), atacando preferentemente a plantas jóvenes, suculentas y en rápido crecimiento, en suelos ricos en nitrógeno y materia orgánica.



**Figura 5. Síntomas de carbón común del maíz**      **Figura 6. Síntomas de carbón de la panoja**

Carbón de la Panoja (*Sphacelotheca reiliana* (Kühn) Clint). Se puede manifestar en la panoja o en la mazorca, produce agallas que contienen un gran número de clamidosporas, esta infección es por dentro de la planta, y la sucesión de infecciones locales no ocurren en la misma. La infección en la panoja (Figura 6), se manifiesta como una masa de esporas negras en una espiguilla o en toda la panoja. En la mazorca, las infectadas son pequeñas, de forma caída y sin evidencia de una coronta o granos dentro (Sepúlveda, 2014). Es conveniente arrancar y quemar las plantas antes de la dehiscencia de los tumores, para evitar la propagación de las esporas. (Sepúlveda, 2014).

Mosaic Dwarf Maize Virus (MDMV): presente en Chile, principalmente ataca maíz dulce, transmitida por pulgones, y mecánicamente por contacto entre semillas. Las plantas enfermas presentan moteados foliares cloróticos y en ataques severos se observa enanismo (Figura 7). El uso de variedades resistentes ayuda a evitar este virus, y el uso de semilla de procedencia conocida, sin infección.



**Figura 7. Síntomas de Mosaic Dwarf Maize Virus (MDMV) en maíz dulce**

En el cuadro 7 se muestran los principales productos aprobados y recomendados por el SAG para protección de las enfermedades del maíz dulce.

**Cuadro 7.** Productos comerciales e ingredientes activos aprobados por el SAG para el control de enfermedades del maíz dulce

Enfermedad	Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis
<i>Ustilago maydis</i> (sin. <i>U. zeae</i> ) Carbón común	Triticonazol	Real 200 SC	600 cc/100 kg de semilla
	Tebuconazol	Tacora 25 EW, T-Buzol 25 WP	24 g/100 kg de semilla
<i>Sphacelotheca reiliana</i> Carbón de la panoja	Flutriafol	Atout 10	10 kg/ha
	Tebuconazol	Chambel 6 FS	90 cc/100 L de agua
		Raxil 060 FS	100 cc/100 L de agua
		Seedcover	50 cc/100 kg de semilla
		Sparkseed	50 cc/100 kg de semilla
		T-Buzol 25 WP	24 g/100 kg de semilla
	Tacora 25 EW	24 g/100 kg de semilla	
Triticonazol	Real 200 SC, Reflex 200 FS	600 cc/100 kg de semilla	
Sedaxano	Vibrance	150 cc/100 kg de semilla	
<i>Fusarium graminearum</i> Fusariosis	Tiabendazol + Azoxistrobina + Fludioxonil + Metalaxilo-M	Celest Quattro Semillero	0,2 cc/1.000 semillas
<i>Fusarium moniliforme</i> (sin. <i>F. verticilloides</i> ) Pudrición del tallo	Tiabendazol + Azoxistrobina + Fludioxonil + Metalaxilo-M	Celest Quattro Semillero	0,2 cc/1.000 semillas
<i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus spp.</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i> , <i>Pythium spp.</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i> Pudrición de semilla	Fludioxonilo/ Metalaxil-M	Celest XL 035 FS, Celest XL 035 FS Colourless	100 cc/100 kg de semilla
<i>Puccinia maydis</i> Roya	Ciproconazol	Alto 100 SL	0,6 L/ha
	Azoxistrobina/ Ciproconazol	Planet Xtra, Priori Xtra	0,6 L/ha
	Propiconazol	Propiconazol 250 EC, Propizol 25 EC	0,5 L/ha
<i>Helminthosporium sp.</i> Tizón de la hoja	Propiconazol	Propizol 25 EC	0,5 L/ha

## Manejo de plagas

**Gusanos cortadores**, larvas de numerosas especies de mariposas (géneros *Agrotis* y *Feltia*), que cortan las plantas en el cuello, con ataques más intensos después de pradera de leguminosas; en suelos pesados o con una densa población de malezas. El control preventivo conviene sólo en caso de detectar abundancia de gusanos al preparar el suelo, o cuando el maíz sucede a una pradera, con aplicaciones de productos al suelo antes o durante la siembra, incorporados (Cuadro 8). El control curativo se justifica con 2 % de plantas cortadas, con insecticidas recomendados, dirigidos a la base de la planta en una franja de no más de 20 cm de ancho. (Estay, 2015).

**Gusano del choclo** (*Helicoverpa zea*), común en maíz dulce, anteriormente conocida como *Heliothis zea*. Causa daño severo a las mazorcas, consumiendo granos tiernos del ápice y deteriorándola. Los adultos ovipositan 500 a 3000 huevos sobre los pistilos y potencialmente pueden infestar a un número igual de mazorcas; ocasionando un fuerte daño. Después de 2-10 días, nacen larvas que se alimentan de los pistilos, entran a la mazorca, y se alimentan por el resto de su vida larval. Poblaciones de *Helicoverpa zea* que pasan el invierno en el suelo se pueden reducir bastante arando en el otoño o en la primavera. El control químico, con aplicaciones desde la aparición de pelo es recomendable como preventivo en toda la zona productora. Programas de control se deben aplicar con diferentes ingredientes activos, pero teniendo en cuenta el período de carencia del producto para no tener problemas a la cosecha.

Trips, pulgones y otros son plagas de importancia secundaria. Se presentan ocasionalmente, pero en el caso de pulgones necesitan ser controlados en los primeros estados de desarrollo de la planta por la transmisión de virosis, especialmente Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV) que ataca fuertemente a maíz dulce. En general, los pulgones tienen bastantes enemigos naturales, por lo tanto, se debe observar su presencia y cantidad de infestación para tomar la decisión de aplicar productos químicos. También, al aplicar aficidas (Cuadro 8), se debe considerar el período de carencia del producto, respecto a la fecha de cosecha del choclo.

Las especies más comunes que se encuentran en el cultivo de maíz dulce son:

- Pulgón amarillo de los cereales (*Metopolophium dirhodum*)
- Pulgón de la papa (*Macrosiphum euphorbiae*)
- Pulgón de la hoja del maíz (*Rhopalosiphum maidis*)
- Pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*)

**Cuadro 8.** Ingredientes activos, nombres comerciales y acción de insecticidas para maíz dulce aprobados por el SAG

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Acción*
Acefato	Orthene 75 SP, Orthene 80 ST	GC, GCh, P
Alfacipermetrina	Mageos, Alfamax 10 EC,	GC, GCh, P
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel WG, Javelin WG, Delfin WG	GCh
Beta-ciflutrina	Predector125 SC, Bulldock 125 SC	GC, GCh, P
Carbarilo	Carbaryl 85 %WP, Carbaryl 85 WP, Sevin XLR Plus 480 SC, Carbaryl S 85, Carbaryl 480 SC	GCh
Diazinon	Diazinon 600 EC	GC
Espinosad	Entrust	GCh
Imidacloprid + Deltametrina	Muralla Delta 190 OD	GCh, P
Lambda-Cihalotrina	Karate con Tecnología Zeon, Karate con Tecnología Zeon 050 CS, Knockout, Ninja, Invicto 50 SC, Lambda Cihalotrina 50 EC	GC, GCh
Novaluron	Pedestal, Rimon 10 EC	GCh
Permetrina	Pounce, Permetrina 50 CE, Rayo 50 EC	GCh
Pirimicarb	Pirimor, Paton 50 WP	P
Profenofos	Selecron 720 EC	GCh
Teflutrina	Force 3 GR	GC
Thiametoxam	Cruiser 70 WG, Actara 25 WG, Cruiser 350 FS, Majestic	GC, P
Thiametoxam + Lambdacihalotrina	Engeo 247 SC, Orbita SC	GC, GCh, P

\*GC = Gusanos cortadores y barrenadores; GCh = Gusano del Choclo; P = Pulgones

## Manejo de malezas

El control químico de malezas tiene una tendencia actual a disminuir el uso de agroquímicos, lo que ha impulsado la incorporación de técnicas de manejo cultural y mecánico integrándolas al control químico para hacer una agricultura más sustentable. Los **daños directos** de las malezas se relacionan con la competencia con el cultivo por espacio, luz, agua y nutrientes, debido a que muchas de ellas tienen tasas de crecimiento altas o más altas que el maíz dulce (Blanco y Saavedra, 2014). Los **daños indirectos** tienen que ver con la dificultad para la preparación de suelos y labores de cosecha, y el aumento de riesgo por plagas y enfermedades como hospederas. Se debe considerar la rotación de cultivos y el control integrado que cubre con más eficiencia al cultivo contra malezas, especialmente en los primeros estados de desarrollo. El período crítico de competencia es hasta cuando la planta alcanza 25 a 30 cm de altura y comienza la etapa de encañado. (Blanco y Saavedra, 2014)

La fecha de siembra influye en la habilidad competitiva del cultivo, ya que plantas que emergen primero en el campo compiten mejor que las emergidas más tarde. Para esto se debe conocer bien las malezas presentes para adelantarse a su emergencia y que el maíz esté fuerte y establecido cuando aparezcan masivamente, además que ello permite hacer controles mecánicos o químicos más selectivos. El control mecánico comienza con la preparación primaria de suelos, que comprende el uso de arados, tanto de inversión (discos y vertedera) como de roturación (cincel). El uso de arados de inversión de suelo, los cuales entierran las malezas superficiales, pero traen a la superficie las semillas del banco (Blanco y Saavedra, 2014).

El control químico es muy importante para controlar varias especies predominantes donde se cultiva maíz dulce, estos ingredientes activos tienen diferentes modos de acción y momento de aplicación, tal como se muestra en el cuadro 9.

**Cuadro 9.** Listado de ingredientes activos de herbicidas autorizados por el SAG (2022) para el uso en maíz dulce

Ingrediente activo	Producto comercial	Aplicación*
Atrazina	Atranex 50 % SC, Atranex 90 WG, Atrazina 500 SC, Atrazina 90 WG, Genius, Gesaprim 90 WG, Trac 50 FL	PSI-PRE-POST
Atrazina + S-metolacloro	Primagram Gold 660 SC	PSI-PRE-POST
Acetocloro	Degree, Taxco 840 EC	PSI-PRE-POST
Bentazona-Sodio	Basagran, Bentax 48 SL, Bentaclan 48 SL	POST
2,4-D-Dimetilamonio	DMA - 6, 2,4-D 480, 2,4-D Amina 480, Arco 2,4-D 480 SL, Navajo, Relik	POST
MCPA-Dimetilamonio	U 46 M-Fluid 780	POST
MCPA-Sodio	Raptor	POST
Halosulfuron-metil	Semprea WG	POST
Mesotriona	Callisto 480 SC, Montero 48 WP	POST
Mesotriona / S-Metolacloro / Benoxacor	Camix	PRE -POST
Nicosulfuron	Accent, Furor 75 WP, Furor 75 DF, Tucson	POST
S-metolacloro	Dual Gold 960 EC, Partidor 960 EC	PSI-PRE-POST
Topramezona	Convey	POST
Tritosulfuron + Dicamba-Sodio	Arrat	POST

\*PSI = Pre siembra incorporado; PRE = Pre-emergencia; POST = Post-emergencia

## Índice de cosecha

El índice de cosecha en maíz dulce es la desecación de las sedas o pelos y los granos siguen inmaduros. Las hojas de envoltura o chalas aún siguen apretadas y tienen un buen aspecto verde. La mazorca se encuentra firme y turgente (Figura 8). Los granos están hinchados en un estado lechoso y no pastoso (Saavedra, 2015). Los granos de maíz dulce tienen, en esta instancia, un contenido de agua de 70-75 %, mientras que los granos de maíz súper dulce tienen un contenido de agua de 77-78 %.



**Figura 8. Mazorcas de maíz dulce en estado óptimo de cosecha**

El momento oportuno de cosecha es fundamental para obtener un producto de calidad para llegar al mercado fresco o agroindustrial, que se puede determinar de manera visual o bien llevando la suma térmica del cultivo. En la Región de La Araucanía, dentro del marco del proyecto GORE-INIA hortalizas, desde siembra a cosecha se midió la suma térmica en cinco territorios donde hubo unidades demostrativas de especies hortícolas agroindustriales, en promedio este valor dio  $697 \pm 76$  grados días acumulados. Con esta información se extrapolaron para cada territorio y se obtuvo una estimación de fechas de cosecha, según fecha de siembra, desde la primera fecha posible hasta la última. Estos resultados se presentan en el cuadro 10.



**Cuadro 10.** Épocas de cosecha de maíz dulce según fecha de siembra y grados-días acumulados para seis territorios de la Región de La Araucanía

Territorio	Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
Secano Interior: Chol Chol	1 octubre	Última semana febrero	30 noviembre	Mediados de marzo
Valle central: Temuco	1 octubre	1ª semana marzo	30 noviembre	Mediados de marzo
Valle central: Maquehue	1 octubre	2ª quincena febrero	30 noviembre	3ª semana de marzo
Precordillera: Vilcún	1 noviembre	2ª quincena marzo	15 noviembre	Última semana de marzo
Cautín Sur: Freire	1 noviembre	Mediados de marzo	15 noviembre	Última semana de marzo
Malleco Sur: Angol/Renaico	1 octubre	2ª semana enero	30 noviembre	2ª semana febrero

## Rendimiento

El mercado de consumo en fresco usa las unidades (mazorcas), pero para la agroindustria se considera el peso. El rendimiento esperado fluctúa entre 20 a 30 t/ha con mazorca completa, pero sin hojas envolventes o "chalias" es de aproximadamente 15 a 22 t/ha.

En una evaluación realizada en INIA Carillanca en la temporada 2020/2021, en parcelas demostrativas, dentro del marco del programa GORE Hortalizas, ejecutadas en Vilcún y Maquehue, se obtuvieron rendimientos de 32,2 y 34,7 t/ha en promedio, respectivamente, siendo T-5005 la de mayor rendimiento en Vilcún con 36,9 t/ha y Kandy con 39,6 t/ha, junto con Jubilee (38,9 t/ha) en Maquehue. Todos los híbridos evaluados en ambas localidades tuvieron rendimiento superior a las 30 t/ha. La temporada anterior, con siembra muy tardía, se obtuvo un rendimiento promedio de 20 t/ha, siendo Maquehue con el híbrido Jubilee con 35 t/ha el más alto en rendimiento.

Estos resultados muestran un potencial productivo del maíz dulce en la región, que va acompañado de muy buena calidad de mazorca basado en altos contenidos de azúcares y materia seca del grano.

## Poscosecha

El maíz dulce posee buena conservación en poscosecha, debido a la protección de las hojas envoltentes que retardan la deshidratación, siendo mejor mantener una cadena de frío entre 4 y 6 °C hasta que sean despachadas a su destino final.

Simulando la condición de campo, en una evaluación realizada por INIA Carillanca, dentro del marco del proyecto GORE Hortalizas, se midió la pérdida de peso de mazorcas expuestas por dos y cuatro horas al sol directo y a la sombra (malla raschel negra), los resultados se muestran en el cuadro 11.

**Cuadro 11.** Pérdida de peso (%) de maíz dulce dispuesto a pleno sol y bajo malla raschel en cinco localidades en La Araucanía

Localidad	Variedad	2 horas		4 horas	
		Sol	Sombra	Sol	Sombra
INIA Carillanca	Kandy	0,4	0,4	1,1	1,3
	T 5005	0,7	1,8	1,3	1,0
	Cacique	0,5	0,7	1,7	2,1
	Butter 600	0,3	0,0	1,0	0,5
	Jubilee	0,0	0,0	0,6	0,5
Maquehue	Kandy	5,6	1,2	16,9	3,3
	T 5005	3,8	3,5	8,0	4,7
	Cacique	5,1	2,7	8,9	4,1
	Butter 600	3,3	0,8	6,7	1,6
	Jubilee	4,3	1,4	7,8	2,9
Renaico	Kandy	2,6	2,3	3,9	5,4
	T 5005	1,0	0,5	3,8	1,1
	Cacique	0,7	0,5	1,4	4,7
	Butter 600	0,6	0,6	1,7	6,0
	Jubilee	0,9	1,5	2,7	8,2
Cholchol	Kandy	4,3	0,0	7,5	4,8
	T 5005	5,6	1,8	9,3	3,5
	Cacique	5,8	1,9	9,2	3,7
	Butter 600	4,8	2,9	9,6	5,9
	Jubilee	3,4	7,0	10,2	-

Freire	Kandy	2,5	1,0	6,3	1,0
	T 5005	2,7	1,7	7,3	2,5
	Cacique	2,7	1,4	5,5	2,9
	Jubilee	2,1	0,9	3,2	3,7

En promedio, en las dos horas al sol la pérdida de peso fue de 2,6 %, pero a la sombra fue de 1,5 % (diferencia de 1,1 % de peso). La mayor pérdida de peso la presentó el híbrido Kandy con 3,1%, seguida por Cacique con 3,0 % a las dos horas al sol. Por otra parte, a las dos horas a la sombra Jubilee fue la que más perdió peso con 2,2 %, seguida de T-5005 con 1,9 %. Con cuatro horas al sol, el promedio fue de 5,6 % de pérdida de peso, siendo Kandy con 7,1 % la de máxima pérdida, seguida por T-5005 con 5,9 %. Con cuatro horas a la sombra, el promedio fue de 3,3 % de pérdida, con mayor valor en Jubilee de 3,9 %. La diferencia entre sol y sombra a las cuatro horas de exposición fue de 2,3 %, una diferencia 1,2 % entre 2 y 4 horas, variación muy pequeña, pero la prolongación de este tipo de exposición a pleno sol incrementará mucho esta diferencia. Esta información demuestra la importancia de proteger las mazorcas cosechadas para reducir la pérdida de peso y la calidad del producto.

## Rendimiento industrial

En el caso de la agroindustria, es muy importante, no solo el rendimiento, sino también la calidad del grano (Faiguenbaum, 1998). Los factores más relevantes que afectan la calidad sensorial incluyen dulzor, textura y sabor (Wang *et al.*, 1995). El contenido de humedad es vital, ya que influye en la calidad, al estar asociada al dulzor y al contenido de almidón. La cosecha debe realizarse con 72 a 73 % de humedad de grano para maíz dulce normal (gen su), esto mejora el rendimiento industrial, pero disminuye la calidad por sobremadurez (Luchsinger y Camilo, 2008). La transformación de azúcares en almidón continúa y se relaciona directamente con la disminución del contenido de humedad del grano (Szymanek, 2012). Sin embargo, para los híbridos súper dulce (se y sh2) con mayor contenido de azúcares, para procesamiento no se debe cosechar con menos de 76 % y no más de 70 % de humedad, ya que pierden solo alrededor de 0,25 % de humedad cada 24 horas a un nivel de 76 %, comparado con el 1 % de pérdida cada 24 horas de un maíz dulce corriente (Marshall y Tracy, 2003).

El rendimiento industrial está dado por el número de corridas de granos en la mazorca, largo y diámetro de mazorca, profundidad de grano y contenido de azúcares del grano. Mientras más delgada y larga sea la coronta, más granos contendrá, de acuerdo al número de hileras, que para procesamiento debería ser superior a 16 hileras.

En cuanto a sólidos solubles (contenido de azúcares del grano), el óptimo para procesar está entre 24-30°Brix, siendo <24°Brix inmaduro y >30°Brix sobremaduro. En este parámetro hay una correlación directa con el contenido de humedad, debido a que el grano al deshidratarse concentra el azúcar, por eso es importante concentrar la cosecha cuando el grano alcanza 72 a 73 % de humedad. (Faiguenbaum, 1998).

## Valor nutritivo

El grano de maíz dulce está compuesto por agua y sólidos totales, proporción que varía de acuerdo a la humedad de cosecha. La composición química del grano va a estar relacionada con las condiciones climáticas, madurez y método de almacenaje. El mayor valor nutritivo es en la fase de grano lechoso, pero a medida que madura a grano pastoso, el azúcar disminuye, acompañado por un aumento del almidón. En 100 g de grano hay alrededor de 3,03 g de sacarosa, 0,34 g de glucosa y 0,31 g de fructosa. Cuando el grano alcanza la maduración óptima, el contenido de azúcares reductores disminuye, pero la sacarosa aumenta. En 100 g de peso fresco se encuentra 3,2 g de proteína, 19,0 g de hidratos de carbono, 2,7 g de fibra, 1,2 g de grasa total y 76,6 g de agua (Li, 2008).

El maíz dulce tiene un buen contenido de minerales como potasio y magnesio como aporte a la dieta, pero también tiene un aporte interesante en fósforo y selenio. Este último oligoelemento es muy importante en la formación de enzimas antioxidantes, las cuales participan en la prevención de daño celular. Por otra parte, el potasio cumple funciones múltiples en el cuerpo humano, como en la formación de músculos, regulación de agua inter e intra celular, regulación de presión arterial, entre otros (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Contenido de minerales en 100 g de peso fresco de maíz dulce (Li, 2008)

Mineral	Unidad	Maíz dulce
Calcio (Ca)	mg	2,0
Fierro (Fe)	mg	0,5
Magnesio (Mg)	mg	37,0
Selenio (Se)	$\mu$ g	8,0
Sodio (Na)	mg	15,0
Potasio (K)	mg	270,0
Fósforo (P)	mg	87,0

Esta hortaliza tiene un importante aporte en vitamina E o tocoferoles, compuestos liposolubles y fotosensibles, protegen de radicales libres causantes de degeneración de tejidos, conserva la piel en buenas condiciones, tiene propiedades antiinflamatorias y es precursora en la generación de una serie de hormonas relacionadas con la procreación y gestación. Otro componente importante dentro del grano de maíz dulce, es el ácido fólico o vitamina B9, protege las células sanas, previene un tipo de anemia, contribuye a controlar la hipertensión, interviene en la formación del sistema nervioso, es beneficioso para el tratamiento de los síntomas asociados a la menopausia, reduce las probabilidades de padecer cáncer de colon, cáncer de cuello uterino y, en algunos casos, cáncer de mama.

## Valor nutricional y nutracéutico

Las hojas de las plantas se utilizan para mejorar el paso de la orina, aliviar la inflamación y tratar los cálculos biliares, diabetes y cáncer (Chiu y Chang, 1995b). El maíz contiene saponinas, ácidos grasos, taninos, resina, máysina, aceites esenciales, tiamina y mucílago. La seda de maíz verde es diurética y es útil en el tratamiento de la hidropesía, al igual que los pistilos no desarrollados de la flor y los tallos frescos o secos (Perry, 1980). Se utiliza para la cistitis, uretritis, prostatitis y cálculos urinarios. La semilla de maíz tiene aceite volátil; el aceite de maíz común se puede utilizar como aceite portador (Li, 2000). También contiene ácido abscísico, ácido aconítico, adenosina, alanina, alantoína, aluminio, aminoadipico ácido, ácido delta-amino-levulínico, alfa-amilasa, beta-amilasa, alfa-amirina, beta-amirina, ácido araquídico, arginina, astragalina, benzaldehído, betaína, criptoxantina, ácido cafeico, calcio, campesterol, carbohidratos, carvacrol, celulosa, ácido quelidónico, colina, cobalto, alfa-copaeno, beta-copaeno, criptoxantina, cubebenol, cianidina, cicloartenol, citoquinina, dihidrotosterol, ergosterol, etanol, eugenol, geosmina, geranial, geraniol, globulina, alfa-glucósido, d-glucurónico ácido, ácido glutámico, ácido glicólico, ácido hidroxámico, indol, inositol, hierro, isorhamnetina, kaempferol, kinetina, ácido láctico, lanosterol, leucina, leucocianidina, limoneno, linalol, ácido linoleico, ácido maleico, ácido malónico, mentol, mercurio, metilamina, fenilacetato de metilo, octadecadienoico ácido, pelargonidina, peroxidasa, fenilalanina, fosfatidil glicéridos, beta-pineno, alfa-pineno, quercetina, ácido quínico, ácido ricinoleico, ácido salicílico, saponina, ácido tricarbalílico, uridina, ácido urónico, ácido vanílico, xantotoxina, zeatina, zeaxantina, beta-zeína, alfa-zeína y circonio (Duke, 2001).

Los chinos han usado seda de maíz con éxito para tratar la hinchazón causada por la enfermedad renal, según al farmacéutico de productos naturales, Dr. Albert Leung (Duke, 1997).

## Referencias

Abendroth, L.J., Elmore, R.W., Boyer, M.J. y Marlay, S.R. 2011. Corn growth and development. PMR 1009. Iowa State University, Extension Service.

Acuña, R. 2008. Compendio de fitopatógenos de cultivos agrícolas en Chile [monografías]. 1ra. Ed. Servicio Agrícola y Ganadero. División Protección Agrícola. Programa Vigilancia Agrícola. 122 p. En: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62712Bartolini>, R. 1990. Clasificación botánica. El Maíz: 9-10. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.

Blanco, C. y Saavedra, G. 2015. Manejo de malezas y su control. En: Saavedra, G. y González, M. El Cultivo del Maíz Choclero y Dulce, Boletín INIA N°303: 91-112. Santiago de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Brown, W. L., Zuber, M. S., Darrah, L. L. y Glover, D. V. 1985. Origin, adaptation, and types of corn. (NCH-10): 1-6. Cooperative Extension Service - Iowa State University. Ames, Iowa.

Chiu, N. y Chang, K. 1995b. The illustrated medicinal plants in Taiwan. Vol. 2. Taipei, Taiwan: SMC Publ.

Ciampitti, I.A. y García, F. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundario. II Hortalizas, frutales y forrajeras. Archivo Agronómico N° 12. En: Informaciones Agronómicas N° 33. 4pp.

Ciampitti, I.A., Elmore, R.W. y Lauer, J. 2016. Corn growth and development poster. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Services. En: <http://128.104.50.45/Management/pdfs/Corn%20Growth%20and%20Development%20poster.pdf>

Dinges, J. R., Colleoni, C., Myers, A. M. y James, M. G. 2001. Molecular structure of three mutations at the maize sugary 1 locus and their allele-specific phenotypic effects. Plant Physiol 125(3): 1406-1418. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.125.3.1406>

Duke, J. A. 1997. The green pharmacy. Emmaus, PA: Rodale Press.

Duke, J. A. 2001. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants. Boca Raton, FL: CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780203752623>

Estay, P. 2015. Las plagas y su control. En: Saavedra, G. y González, M., El Cultivo de Maíz Choclero y Dulce, Boletín INIA N°303: 123-132. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Faugenbaum, H. 1998. Maíz dulce para congelado y mercado fresco. Híbridos y sus características. Agroeconómico. 46(4): 26-28.

Estudio FAO riego y drenaje N°56. Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

Kehr, E. y Bastías, M. 2016. Maíz dulce. En: Kehr, E. y Leal, Y. (eds.) (2016) Fichas Técnicas: Rubros agropecuarios de interés para sistemas productivos de La Araucanía [en línea]. Temuco, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 330. Disponible

en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6557> (Consultado: 18 octubre 2022). 59-62.

Li, T. S. C. 2000. Medicinal plants: Culture, utilization, and phytopharmacology. Lancaster, PA: Technomic. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781482293982>

Li, T. 2008. Vegetables and fruits. Nutritional and therapeutic values. CRC Press. Boca Raton, Fl. 271 pp. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781420068733>

Luchsinger, A. y Camilo, F. 2008. Rendimiento de maíz dulce y contenido de sólidos solubles. IDESIA (Chile). 23(3): 21-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292008000300003>

Mangelsdorf, P. C. 1974. Corn: Its origin, evolution and improvement. Cambridge, MA. Belknap/Harvard University Press. 262 pp.

Maroto, J.V. 2017. Otros cultivos hortícolas. En: Maroto, J. V. y Baixauli, C. (Eds.). 2017. Cultivos hortícolas al aire libre. Cajamar Caja Rural, Almería, España. Serie Agricultura 13. 745-786.

Marshall, S. W. y Tracy, W. F. 2003. Sweet Corn. In Ramstad, P. E. y White, P., Corn Chemistry and Technology: 537-569. Minneapolis. American Association of Cereal Chemists.

Perry, L. M. 1980. Medicinal plants of east and southeast Asia. Cambridge, MA: MIT Press. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02858311>

Revilla, P. y Tracy, W. F. 1995. Isozyme variation and phylogenetic relationships among open-pollinated sweet corn cultivars. Crop Sci. 35(1): 219-227. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010041x>

Saavedra, G. 2015. Suelo y clima. En: Saavedra, G. y González, M., El Cultivo de Maíz Choclero y Dulce, Boletín INIA N°303: 21-24. Santiago de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7802>

Sepúlveda, P. 2015. Enfermedades y su control. En: Saavedra, G. and González, M., El Cultivo de Maíz Choclero y Dulce, Boletín INIA N°303: 113-122. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7802>

Szymanek, M. 2012. Processing Sweet Corn. En: Eissa, A. A., Trends in Vital Food and Control Engineering: 85-98. Rijeka, Croatia. InTech Europe.

Wang, A. D., Swiader, J. M., y Juvik, J. A. 1995. Nitrogen and sulfur fertilization influences aromatic flavor components in shrunken2 sweet corn kernels. J Am Soc Hort Sci. 120(5): 771-777. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.120.5.771>

Wellhausen, E. J., Roberts, I. M., y Hernandez, E. 1952. Races of maize in Mexico. Cambridge, MA: The Bussey Institute of Harvard University. 223 pp.