

# Producción de **maíz dulce**

*Carlos Alberto Parera*

 **INTA Ediciones**

*Colección*  
**EDUCACIÓN SUPERIOR**

# Producción de maíz dulce

*Carlos Alberto Parera*



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación

*Ediciones INTA. Buenos Aires, 2017.*

**Producción de maíz dulce**

Carlos Alberto Parera

1ra. Edición

Ediciones INTA

Diciembre de 2017

ISBN 978-987-521-873-4

Parera, Carlos  
Producción de maíz dulce / Carlos Parera. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires:  
Ediciones INTA, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-521-873-4

1. Horticultura. 2. Maíz. I. Título.  
CDD 635

Diseño:

Área de Comunicación Visual

Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional

©, 2017, Ediciones INTA.

*No se permite la reproducción total o parcial, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier formato o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.*

**Carlos Alberto Parera** es ingeniero agrónomo. Actualmente desarrolla su actividad profesional en el Centro Regional Mendoza - San Juan INTA.

Es egresado de la Universidad Nacional Cuyo y realizó sus estudios de posgrados (MSc. y PhD.) en la Universidad de Florida (EUA), donde trabajó en temas relacionados con la fisiología de la germinación de maíz dulce y otras especies hortícolas.

Es profesor titular de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan y profesor del curso de Tecnología de Semillas del Posgrado de Horticultura de la UNCuyo-INTA.

Fue director de la Estación Experimental Agropecuaria San Juan INTA (1993-2003) y director del Centro Regional Mendoza – San Juan INTA (2003-2014). Ha liderado y participado en diferentes proyectos de ID+i nacionales e internacionales.

Sus trabajos de investigación se han centrado en mejoramiento de la germinación de especies hortícolas y nativas y en el estudio de la respuesta a distintos tipos de estrés abióticos (hídrico, salino y temperatura) en plantas cultivadas y nativas ●



La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina ●

**Ing. Agr. Roberto Rodríguez**  
*Coord. Editorial ASAHO*

**Ing. Agr. Carlos Parera**  
*Coord. Editorial INTA*

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>8</b>
<b>Generalidades</b>	
1.1. Taxonomía	
1.2. Importancia económica y características del sector	
1.3. Zonas de producción, destino y valor alimenticio	
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>19</b>
<b>Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo</b>	
2.1. Órganos: componentes	
2.2. Órganos: funciones y manejo	
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>23</b>
<b>Bases ecofisiológicas para la producción</b>	
3.1. El ciclo de la planta	
3.2. Fases fenológicas y su relación con el ambiente	
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>28</b>
<b>Tipos Comerciales de choclos argentinos</b>	
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>29</b>
<b>Orientaciones para el manejo del cultivo</b>	
5.1. Calidad de la semilla	
5.2. Acondicionamiento de semilla	
5.3. Época de siembra	
5.4. Densidad de plantación y distribución de plantas	
5.5. Profundidad de siembra	
5.6. Sistemas de siembra	
5.7. Manejo del riego	
5.8. Manejo nutricional	
5.9. Manejo de plagas y enfermedades	
5.10. Manejo de malezas	
5.11. Manejo de la cosecha	
5.12. Manejo de poscosecha	
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>54</b>
<b>Tipificación, empaque y comercialización</b>	
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>57</b>
<b>Producciones alternativas e industrialización</b>	
<b>Bibliografía</b> .....	<b>60</b>

## Generalidades

### 1.1. Taxonomía

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie originaria de América tropical y subtropical, cultivándose desde épocas precolombinas. El antepasado botánico del maíz es el teosinte que los indígenas americanos comenzaron a domesticarlo 5.000 años a. C. Su cultivo estaba difundido en todas las regiones de América; a partir del descubrimiento del Nuevo Continente se introdujo en Europa y resto del mundo.

Los indios lo llamaban mahiz y el gran botánico Linnaeus lo denominó botánicamente como *Zea mays*. Tuvo un papel fundamental en el desarrollo de las culturas mesoamericanas aportando alimento y constituyéndose en una planta venerada con dioses vinculados. En el Popol Vuh (biblia Maya), se relata que luego de varios intentos fallidos por parte de los dioses con otras sustancias, los hombres Mayas fueron creados a partir de masa de maíz.

El maíz ha sido clasificado botánicamente en la familia *Gramineae* (=Poaceae), subfamilia Panicoideae, tribu *Maydeae*.

### 1.2. Importancia económica y características del sector

El maíz, el trigo y el arroz son las 3 especies vegetales más cultivadas en el mundo. La superficie mundial cultivada de maíz en el año 2014 superó las 180 millones de hectáreas.

El maíz se cultiva prácticamente en todos los países del mundo donde la mayoría de la superficie sembrada se cosecha como grano seco. En Argentina, la superficie cultivada con maíz en la campaña 2015 se estimó en 5.500.000 ha y la producción en la campaña 2013/14 alcanzó los 33 millones de toneladas.

### 1.3. Zonas de producción, destino y valor alimenticio

El destino de la producción es muy variado, y diariamente el ser humano consume algo derivado de esta especie. Los granos son parte de mezclas forrajeras que se utilizan en las dietas de animales para la producción de carne; la harina es consumida habitualmente en numerosos países de América y Asia.

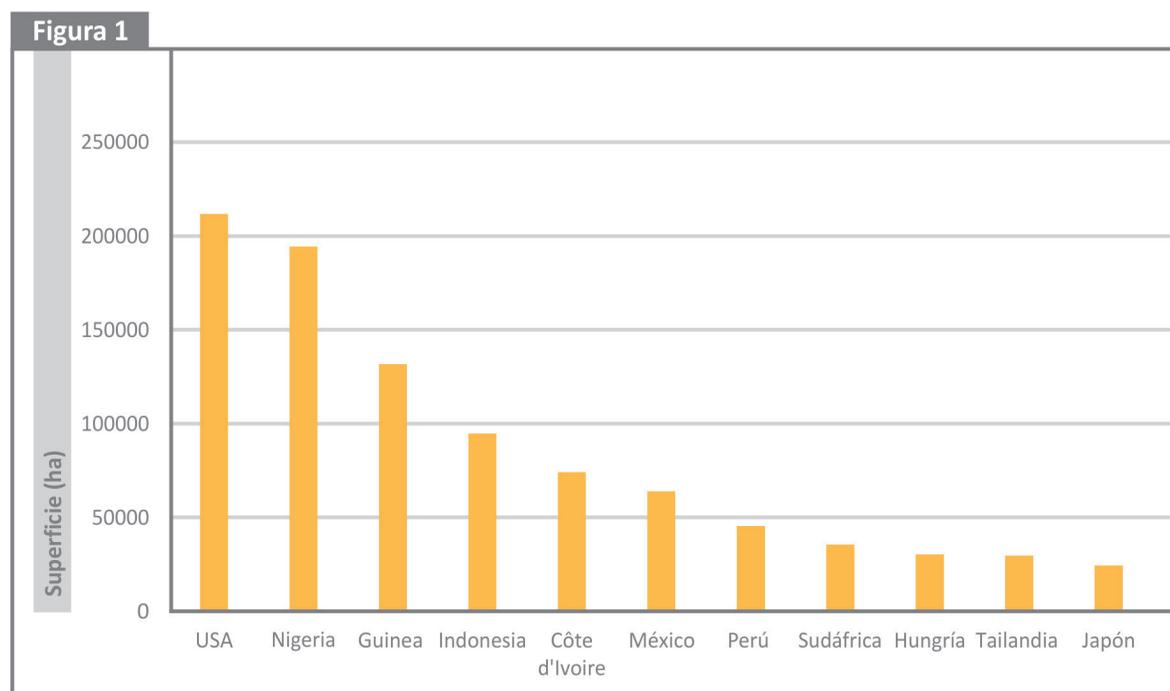
Del grano de maíz se extrae aceite comestible, se produce melaza y por fermentación se puede obtener etanol que forma parte de mezclas combustibles. En México y países de América Central el maíz es base de la alimentación humana. También derivados del maíz se utilizan en la industria de cosméticos, farmacéutica, pinturas entre otras.

Otra forma de consumir el maíz es en estado fresco o inmaduro conocido como choclo (del quechua chocclo, que quiere decir mazorca tierna de maíz), o elote en Centro América. El consumo de maíz en fresco presenta un crecimiento constante en el mundo, especialmente con la incorporación de nuevos híbridos de alta calidad culinaria. Parte importante de la producción se destina a la industria del enlatado y congelado.

En la última década la industria del congelado y vegetales de IV gama (semiprocados) ha demandado cantidades crecientes de maíz dulce por ser una hortaliza de muy buena adaptación a estas técnicas de conservación y comercialización. El principal país productor es Estados Unidos y el consumo anual por persona fue en el 2013 de 10,8 kg, distribuidos en 3,9 kg como fresco, 4,3 kg como congelado y 2,6 kg como enlatado.

En los cinco continentes el maíz dulce es parte importante de la dieta diaria y la tendencia de consumo es creciente tanto en producto fresco como procesado. En el mundo se cosecharon en el año 2014 más de un millón de hectáreas con una producción aproximada de diez millones de toneladas.

Estados Unidos es el principal productor mundial con una gran demanda en el mercado interno. En Europa destacan como países productores Francia y Hungría, en Asia Tailandia, Japón y Nueva Zelanda. Muchos países africanos han incorporado el maíz dulce como parte importante de su dieta, así se destacan Nigeria, Guinea, Costa de Marfil y Sudáfrica. En Sudamérica, Perú es el principal productor (Figura 1).



Superficie cultivada con maíz dulce (FAO, 2014)

Las estadísticas agrícolas de Argentina no reflejan claramente la superficie cultivada con maíz dulce para mercado en fresco o industria; sin embargo podemos asegurar que se cultiva a lo largo y ancho de Argentina, siendo parte de los cultivos que se desarrollan en los cinturones verdes de las grandes ciudades. Las principales provincias productoras son Buenos Aires, Santa Fe, Salta y Mendoza.

El maíz dulce, a diferencia de los otros tipos de maíz que se producen y comercializan en el mundo, se cosecha al estado de grano inmaduro. El contenido de agua es superior al 70 % por lo que el pericarpio está tierno y la acumulación de azúcares en el endosperma es la óptima.

La primera referencia relacionada con el maíz dulce es del año 1820 donde es identificada como subespecie *Zea mays ssp saccharata*. En 1924 se inicia, con la aparición del en el mercado del primer híbrido (Redgreen), una tendencia al uso de híbridos.

En 1947 más del 75 % de la superficie cultivada con maíz dulce en EUA provenía de semillas híbridas. Actualmente la superficie sembrada con híbridos en el mundo supera el 90 %.

La calidad del maíz dulce está caracterizada por tres componentes importantes: sabor, textura y aroma. El sabor está asociado al contenido de sacarosa y otros azúcares que los granos concentran al estado de madurez comercial.

La textura depende de varios factores, sin embargo los más importantes para considerar son el espesor del pericarpio del grano, la concentración de polisacáridos solubles en agua, que le da la característica cremosa al grano y el contenido de humedad. El aroma depende principalmente de la concentración de dimetil sulfido (DMS), que es un gas volátil y da el característico aroma a maíz.

Al evaluar la concentración de DMS en 31 híbridos de maíz dulce que contenían la mutación *shrunk-2*, se observaron diferencias significativas entre los híbridos y el sitio de plantación; la concentración promedio  $94,9 \mu\text{g g}^{-1}$  peso seco. Se ha comprobado que la concentración de DMS disminuye al aumentar la madurez del maíz.

En el maíz existen mutaciones que modifican la constitución química del endosperma, variando la cantidad y tipo de hidratos de carbono que se acumulan durante el desarrollo del núcleo. La demanda del mercado de sabor dulce y textura cremosa orientó la búsqueda a mutaciones que modificaran la concentración de azúcares en el endosperma.

Las mutaciones que producen granos con esta característica poseen un nivel de azúcar superior a los maíces tradicionales debido a una alteración en la acción enzimática para la síntesis de almidón en el grano. Existen actualmente tres grupos principales de cultivares e híbridos comerciales destinados a la producción de maíz dulce, diferenciados principalmente por el contenido de azúcar en los granos.

El primer grupo se trata de los denominados "dulces", los cuales contienen el gen sugary 1 (*su1*). Este se localiza en el brazo corto del cromosoma 4 generando un incremento en la concentración de sacarosa, una reducción en la concentración de la amilopectina (com-

ponente ramificado del almidón), y acumulación de fitoglucógeno en el endosperma. La concentración de azúcar varía entre un 10 y 15 % (10,2 % de sacarosa y 22,8 % de polisacáridos solubles en agua). La acumulación de fitoglucógeno le transfiere una textura cremosa al grano y un sabor característico. Hasta la década de 1960, todo el maíz dulce que se comercializaba, especialmente en Estados Unidos, correspondía a esta mutación.

Este grupo de maíces hortícolas tiene la desventaja de poseer una corta vida en poscosecha (1 a 3 días), especialmente si no se hace un uso adecuado del frío, debido a que ocurre una rápida transformación de sacarosa a almidón y pérdida de humedad cuando se conserva a temperatura ambiente. Sus orígenes estarían en la variedad Chullpi originaria de los Andes peruanos. La variedad Golden Bantam, base de mejoramiento para todos los híbridos modernos, tiene entre sus antepasados a este material.

El segundo grupo denominado "azúcar aumentado" posee el gen sugary enhancer (se), que se localiza en la porción distal del cromosoma 2. Es un modificador recesivo del gen su1 que le permite acumular un porcentaje de azúcar mayor que la mutación anterior (entre el 15 % al 35 %). Se destaca por la acumulación de maltosa.

Existen también híbridos que resultan de la combinación de ambos genes mutante (su1 y se) denominados "dulces mejorados", los cuales, además de poseer una alta concentración de azúcar, mantienen la proporción de fitoglucógeno que da la característica cremosa al grano. La conversión a almidón después de la cosecha es rápida por lo que su vida de poscosecha también es reducida. Su origen es un cruzamiento entre maíces que contaban con la mutación su1 y un maíz farináceo originario de Bolivia.

El tercer grupo corresponde a las cultivares denominadas "super dulces", las cuales contienen el gen shrunken-2 (sh2) cuyo nombre deriva de "encogido" o "arrugado" por la apariencia de los granos secos (Figura 2). El gen mutante sh2 modifica la síntesis de carbohidratos en el endosperma, aumentando los niveles de sacarosa y disminuyendo la concentración de almidón en la madurez. El gen sh2 se localiza en el brazo largo del cromosoma 3 y afecta la actividad de la adenosina difosfoglucona pirofosforilasa (ADP-glucosa pirofosforilasa) en el endosperma.

Las semillas de maíces que contienen esta mutación tienen concentraciones de sacarosa 7 a 10 veces superiores en la madurez que los genotipos normales y no poseen fitoglucógeno lo que le da una textura crocante. La concentración de azúcar es casi el doble de los maíces dulce estándares, característica que se mantiene luego de la cosecha (5 a 10 días), por lo que es muy apropiado para transporte a largas distancias.

Como desventaja se puede destacar la fragilidad de la semilla, la susceptibilidad al ataque de hongos y consecuentemente tienen pobre germinación especialmente en suelos fríos. Las semillas originales fueron colectadas en la reservación india de Niobara en Nebraska (EUA), y el gen fue caracterizado por Hutchinson en 1921.

Debido a la demanda constante del consumidor por productos de mayor calidad se han desarrollado nuevas combinaciones genéticas entre las 3 principales mutaciones mencionadas (Cuadro 1). Así existen hoy en el mercado híbridos donde la composición del grano es una

Figura 2



combinación las tres mutaciones recibiendo el nombre de Triple Sweet (75 % se y 25 % sh2), Triple Sweet Plus (56 % se y 44 % sh2), Sinergistic (25 % se, 25 % sh2 y 50% su1), Augmented Shrunkens entre otras.

En los tres tipos de maíces descriptos y sus combinaciones, coexisten híbridos de grano amarillo, blanco y algunos de tipo bicolor (Figura 3). En Argentina el mercado tiene una alta preferencia por los materiales amarillos.

Cuadro 1

Mutación	Nombre común	Azúcar (%)	Fitoglucógeno	Vida de pos cosecha
sugary 1 (su1)	Azucarado o dulce	oct-15	Si	Regular
sugary enhancer (se)	Azúcar aumentado	15-36	Si	Buena
shrunken-2 (sh2)	Superdulce	30-44	No	Muy Buena

*Principales características diferenciales entre las tres mutaciones de maíz dulce.*

Figura 3



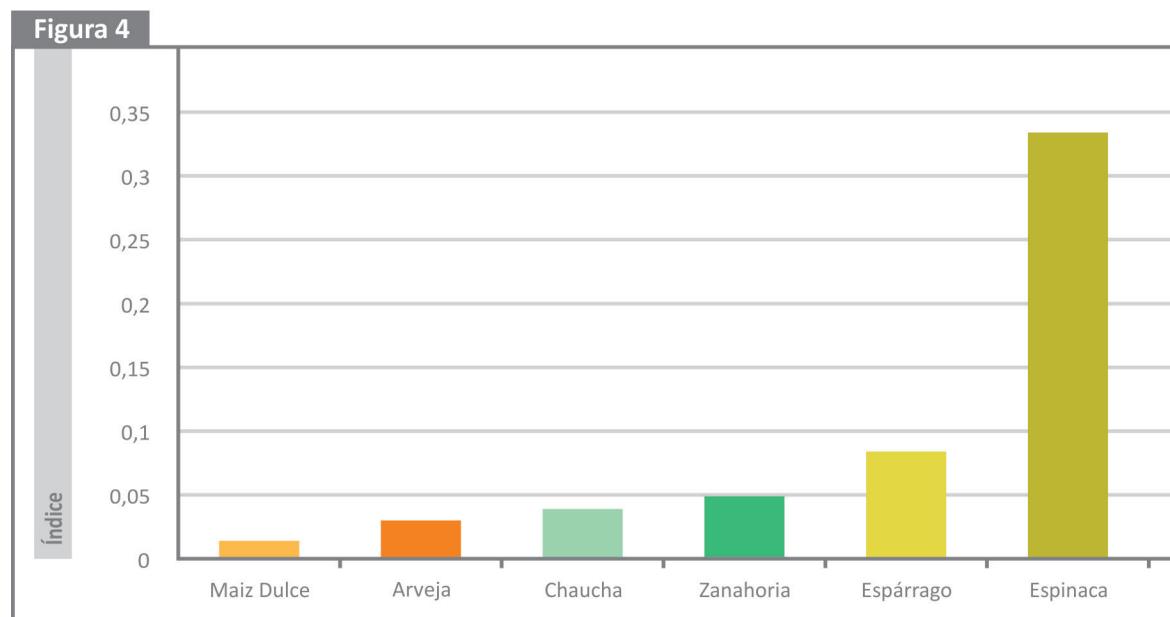
Choclo con granos amarillos y blancos (bicolor). Fotografía: USDA.

El consumo de hortalizas frescas se ha incrementado significativamente en la dieta mundial. Los mismos constituyen una fuente importante de fibras, aminoácidos, carbohidratos, minerales y vitaminas. El maíz dulce es una fuente significativa de nutrientes para el ser humano (Cuadro 2).

Cuadro 2		Unidad	Valor/100 g
Agua		g	76.05
Energía		kcal	86
Proteína		g	3.27
Total Lípidos		g	1.35
Carbohidratos, por diferencia		g	18.70
Fibras		g	2.0
Azúcar total		g	6.26
Minerales	Calcio	mg	2
	Hierro	mg	0.52
	Magnesio	mg	37
	Fósforo	mg	89
	Potasio	mg	270
	Sodio	mg	15
	Zinc	mg	0.46
Vitaminas	Vitamina C, Ácido ascórbico total	mg	6.8
	Tiamina	mg	0.155
	Riboflavina	mg	0.055
	Niacina	mg	1.770
	Vitamina B-6	mg	0.093
	Folato, DFE	µg	42
	Vitamina A,(Equivalente actividad retinol)	µg	9
	Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	0.07
	Vitamina K	µg	0.3
Lípidos	Ácidos Grasos, saturados totales	g	0.325
	Ácidos Grasos, monoinsaturados totales	g	0.432
	Ácidos Grasos, polinsaturados totales	g	0.487
	Ácidos Grasos, trans totales	g	0.007
	Colesterol	mg	0

Principales características diferenciales entre las tres mutaciones de maíz dulce.

Existe un índice desarrollado por Miller y Knudson (2014) donde se puede comparar la cantidad de vitamina por caloría consumida en maíz dulce comparado con otros vegetales (Figura 4). Al tener mayor concentración de azúcares la cantidad de vitaminas por caloría consumida es menor que en muchas especies hortícolas.



Índice de cantidades de nutrientes por caloría consumida (Miller y Knudson, 2014).

El Cuadro 3 muestra los contenidos de vitaminas, calorías, proteínas y hierro en el maíz dulce y 3 especies de alto consumo en nuestro país: tomate, cebolla y zapallo. Se destaca en el maíz dulce, además del aporte de calorías, los contenidos de riboflavina, tiamina y proteínas.

Una característica importante es que los granos de maíz dulce no contienen gluten, lo que lo hace muy apropiado para incluirlo en dietas de celíacos.

El maíz dulce tiene dos destinos principales: mercado en fresco e industria y dentro de este último puede estar orientado a enlatado (conserva) o congelado de granos o trozos de marlo.

**Cuadro 3**

Cultivo	Vit. A (IU)	Thiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Vit. C (mg)	Calorías	Proteínas (g)	Hierro (mg)
Maíz Dulce	310	0,09	0,08	1,0	7	92	3	0,5
Tomate	1,640	0,11	0,07	1,3	42	40	2	0,9
Cebolla	40	0,04	0,04	0,2	11	40	2	0,6
Zapallo	820	0,10	0,16	1,6	21	30	2	1,6

Contenido de vitaminas y valor nutricional del maíz dulce y otras hortalizas comunes en la dieta humana (Splittstoesser, 1990).

En un análisis del ingreso de maíz dulce, promedio, entre los años 2011/12 y 13 al Mercado Central de Buenos Aires (MCBA), el volumen fue de aproximadamente 12.000 toneladas, de las cuales el 90 % provenía de las provincias de Salta, Buenos Aires y Santa Fe, como muestra la Figura 5.



Porcentaje de ingreso de maíz dulce al MCBA por provincias y promedio años 2010/11/12 (elaboración propia según datos de Baron et al., 2013).

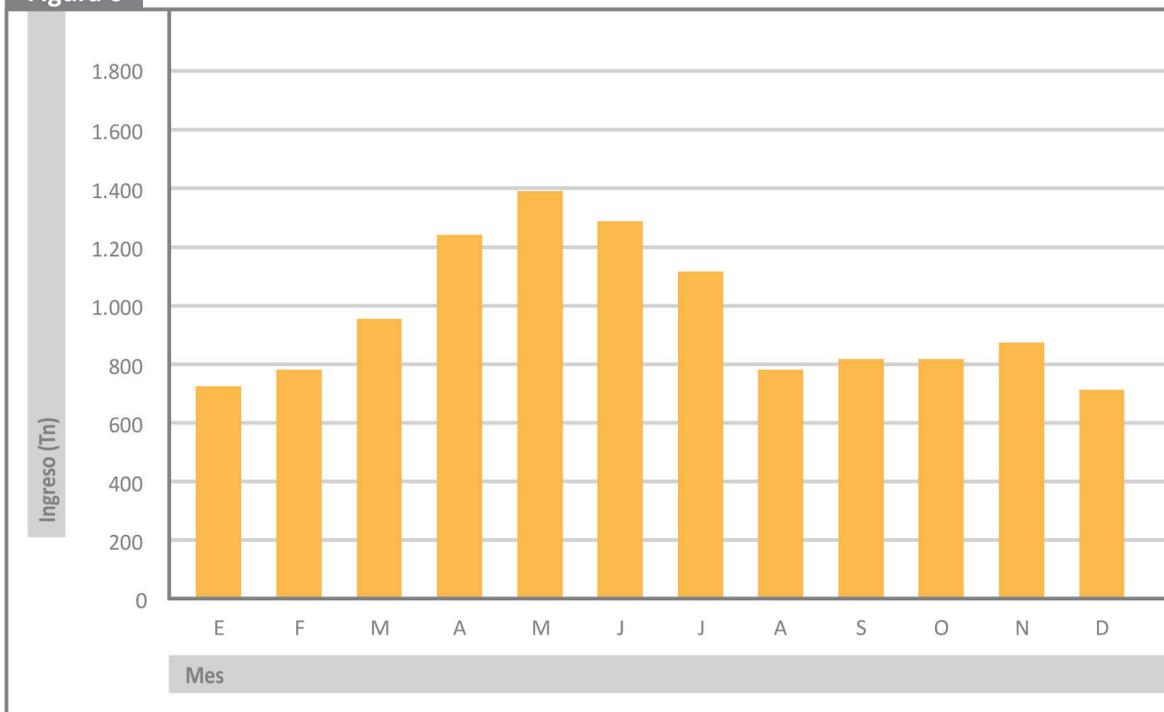
Analizando el gráfico se observa un ingreso diferencial según cada provincia. Buenos Aires domina el ingreso los cuatro primeros meses del año. Salta ingresa prácticamente sola durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre.

En noviembre y diciembre la provincia de Santa Fe lidera los ingresos. Otras provincias productoras como Formosa, Jujuy, Córdoba y Mendoza también aportan al mercado, pero con menores volúmenes.

Al evaluar los volúmenes promedios mensuales ingresados al MCBA (Figura 6), se observa que los picos de ingreso se dan entre los meses abril a septiembre y el mes de menor ingreso corresponde a febrero.

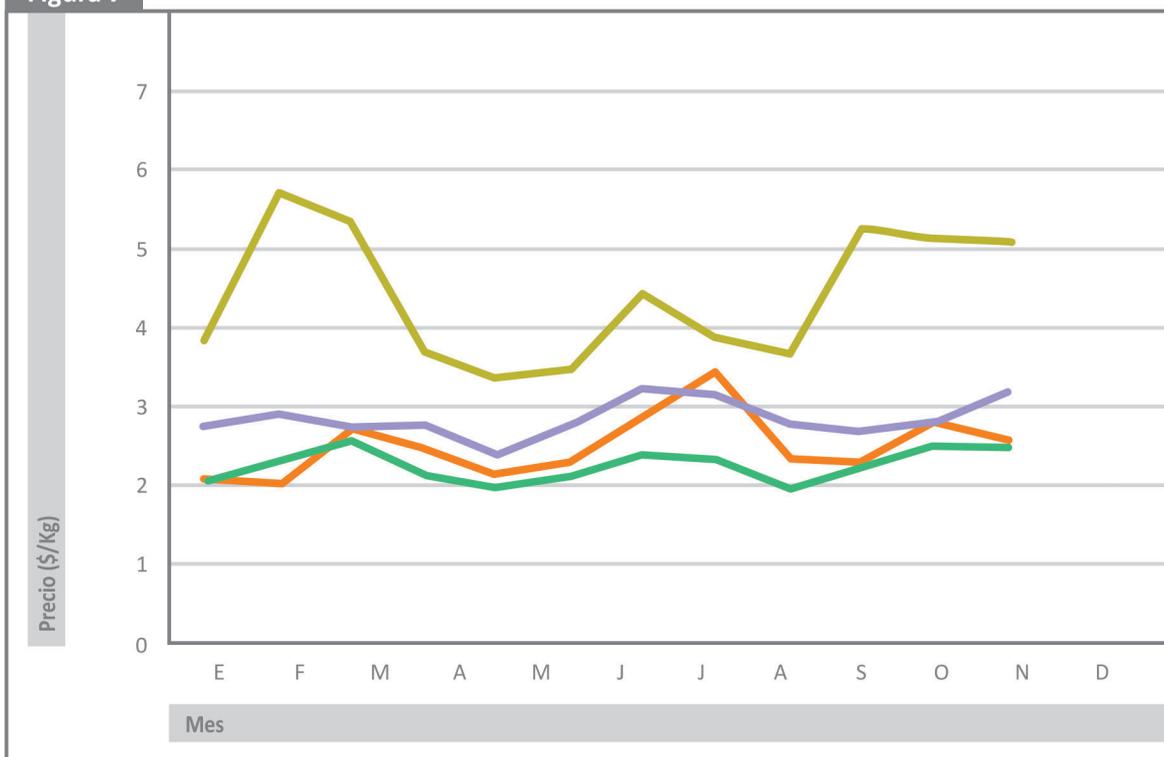
Si analizamos los precios mensuales promedios pagados en el MCBA, estos acompañan a los ingresos registrados, obteniendo precios superiores en los meses de menor ingreso de maíz dulce al mercado (Figura 7).

Figura 6



Volúmenes mensuales ingresados al MCBA, promedio 2001/12 (elaboración propia según datos de CMCBA, 2013).

Figura 7



Pesos (\$) por kilogramo mensual promedio pagado en el MCBA durante los años 2012/13 y 14 y promedio 2006/14 (elaboración propia según MINAGRI, 2015).

## 1.4 Gasto de explotación

Un gasto de explotación tiene carácter orientativo, pues cada empresa puede ajustar los tiempos e insumos a su operatividad.

El gasto de explotación para la producción de maíz dulce detallado (Cuadro 4) corresponde a una superficie de una hectárea con riego superficial, sin utilizar cobertura plástica de suelo, con cosecha manual y un rendimiento esperado de 16.000 kg ha<sup>-1</sup> de choclo.

Cuadro 4			
Descripción	Cantidad	Gasto total (%)	
Mano de obra	29 jornales	43,55	
Insumos	Semillas	60.000 semillas	13,96
	Fertilizantes	Fosfato monoamónico (180 kg)	14,25
		Sulfonitrato de amonio (250 kg)	
	Plaguicidas	Insecticida: Deltametrina (3 aplicaciones)	2,07
		Herbicida: S-Metolacloro (1 aplicación)	
Horas tractor	50 horas	25,97	

*Resumen gasto de explotación para la producción de 1 hectárea de maíz dulce, producido bajo riego y cosecha manual.*

## Anatomía y morfología de los órganos involucrados en el manejo

### 2.1. Órganos: componentes

El maíz es una planta monoica anual, su tallo es una caña maciza, erguida con 8 o más nudos. La altura es muy variada respondiendo a factores genéticos y ambientales (Figura 8). Las raíces primarias originadas en la primera etapa de desarrollo de la planta son reemplazadas por raíces que emergen posteriormente de los primeros 4-5 nudos del tallo.

Figura 8



*Organografía de la planta de maíz dulce*  
Izquierda arriba: planta juvenil.  
Izquierda abajo: fructificación.  
Derecha: floración.  
Fotografía: USDA.

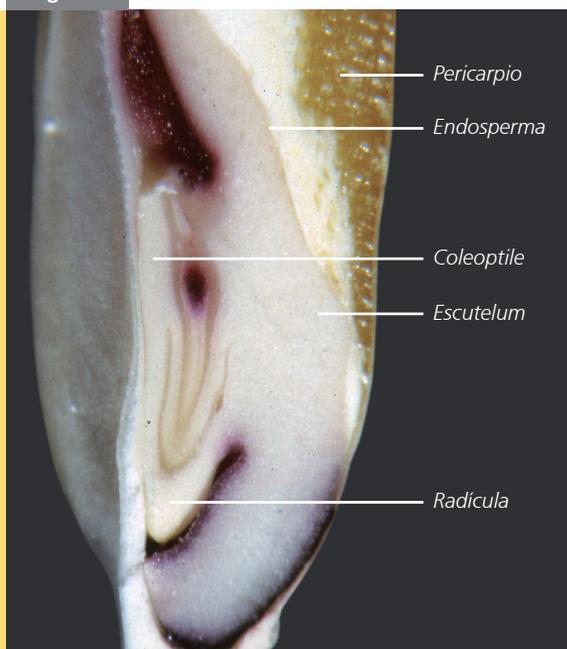
El sistema radicular no supera el metro de profundidad. Las hojas son planas, lanceoladas con presencia de lígula, se desarrollan en forma alternada y su inclinación está influenciada por el genotipo. Las flores masculinas se disponen en forma de panoja terminal. La espiga femenina (mazorcas) es compuesta y se dispone en forma axilar, cubierta por brácteas foliáceas. Es común en el maíz la brotación de las yemas axilares basales, que dan origen a tallos secundarios o hijuelos que varían según el genotipo.

El grano de maíz es un fruto independiente llamado cariopside y consta de tres partes principales: pericarpio, embrión y endosperma (Figura 9). La coloración del grano varía según la concentración de pigmentos en esas tres partes. El color de los granos presenta una extensa gama, son comunes el amarillo y el blanco; sin embargo es fácil encontrar granos rojos, azules, negros y morados entre otros, como muestra la Figura 10.

El pericarpio es un tejido de origen materno que recubre al grano, constituyendo la última capa protectora de la semilla. El grosor del pericarpio es fundamental en la calidad del grano especialmente en el destinado a la industria del maíz dulce pues afecta la terneza del grano. El grosor medido del pericarpio en líneas de maíz dulce oscila entre 51 y 55  $\mu\text{m}$ , mientras que en líneas de maíz dentado el valor varía entre 82 a 132  $\mu\text{m}$ .

El embrión se ubica en un costado del grano, se caracteriza por poseer un alto contenido de materia grasa. En él se pueden distinguir el coleoptile que dará origen a las primeras hojas y la radícula. El endosperma es la parte de la semilla que acumula las sustancias de reserva para el inicio de la germinación. Es un tejido triploide y su constitución es variada, predominando los carbohidratos y proteínas. La cantidad de semilla producida por la mazorca está determinada por el número de hileras de grano y por el número de granos por hilera, pero puede variar con el genotipo y los cambios ambientales.

Figura 9



Partes componentes del grano de maíz.

Figura 10



Mazorcas de maíz con granos de diferentes colores.  
Fotografía: USDA.

## 2.2. Órganos: funciones y manejo

En el maíz el desarrollo de las raíces ocurre en dos fases: desarrollo de raíces seminales y desarrollo de raíces nodales. Las raíces seminales son las primeras en desarrollarse a partir del embrión y contribuyen principalmente a la absorción de agua para el desarrollo inicial de la planta que, en esta etapa del desarrollo, depende de las reservas del endosperma. Posteriormente, en las etapas de desarrollo vegetativo V1 (primera hoja) y V2 (segunda hoja) su crecimiento se detiene. Si bien estas raíces (seminales) contribuyen poco al desarrollo general de la planta, el deterioro por plagas, enfermedades, frío en siembras tempranas y movimiento de suelo, pueden comprometer el crecimiento y desarrollo de la joven plántula.

El sistema de raíces nodales se desarrolla a partir de cada nudo por encima del mesocotilo, comenzando con el primer nudo constituyendo la denominada corona (Figura 11). Este mecanismo de desarrollo de las raíces nodales implica que la profundidad de siembra no influya sobre su crecimiento y desarrollo, debido a que durante la emergencia el mesocotilo se elonga y eleva al coleoptile y la corona a la superficie. A partir del estado V5 (quinta hoja), los entrenudos empiezan a elongarse y generalmente el nudo 6 se encuentra por sobre la superficie. A pesar de no estar en contacto con el suelo se pueden desarrollar raíces nodales, que si la planta es aporcada pueden ser funcionales y contribuir a la toma de agua y nutrientes.

Figura 11



El maíz es una planta cuyo metabolismo fotosintético es tipo C4, caracterizado por su eficiencia, pues no fotorrespira. En el maíz dulce, al igual que en todas las especies, la intercepción de la luz es fundamental para una adecuada fotosíntesis. Asegurar un rápido desarrollo foliar y mantener altos niveles de superficie fotosintéticamente activa permitirá una buena intercepción de la radiación para la producción de biomasa.

La disponibilidad de agua y nitrógeno afectan sensiblemente el área foliar activa, de allí de mantener estos factores en los niveles adecuados. Altas densidades también afectan la eficiencia de conversión debido a una disminución de la radiación dentro de la canopia. Este problema se agudiza en el maíz dulce, pues en general los híbridos disponibles no tienen crecimiento foliar de tipo erectófilo, que tienen los maíces destinados a grano, que les asegura una mejor penetración y distribución de la luz en la canopia.

Los macollos son ramificaciones basales que se observan en todas las gramíneas. La producción de macollos en el maíz está asociada sus orígenes (teosinte). En los híbridos destinados a la producción de grano, la presencia de macollos es reducida, sin embargo bajo ciertas circunstancias, como en condiciones de baja densidad del cultivo, pueden desarrollarse.

En el caso de maíz dulce es común el crecimiento de estas ramificaciones basales, lo cual depende del híbrido sembrado. Existe una tendencia a su eliminación por parte del agricultor, pero estudios realizados en diferentes partes del mundo demuestran que su presencia no impacta significativamente a la productividad y disminuye con el aumento de la densidad del cultivo.

## Bases ecofisiológicas para la producción

### 3.1. El ciclo de la planta

El maíz dulce es un cultivo de clima templado-cálido, sensible a las heladas. Su ciclo se puede dividir en tres etapas: germinación, etapa vegetativa y etapa reproductiva. El ciclo entre siembra y cosecha es muy variable, así podemos encontrar en el mercado híbridos considerados precoces en los cuales el ciclo es de 70-80 días, intermedios con ciclos que oscilan entre 85 y 90 días y tardíos con ciclos entre 95 y 110 días.

El ciclo desde siembra a cosecha en maíz dulce está fuertemente influenciado por la temperatura y disponibilidad de agua, sin embargo otros factores bióticos y abióticos como salinidad, enfermedades o plagas pueden modificarlo significativamente.

Para lograr una germinación rápida y uniforme en el maíz dulce se requiere al menos 15 °C de temperatura en el suelo. Luego, para la etapa del desarrollo vegetativo, las temperaturas entre 24 °C y 30 °C favorecen significativamente la tasa de crecimiento. Temperaturas superiores a 40 °C detienen el desarrollo de la planta. Condiciones de baja humedad relativa y temperaturas superiores a 35 °C pueden afectar la vitalidad del polen afectando la fecundación y consecuentemente el desarrollo del grano, observando mazorcas incompletas.

### 3.2. Fases fenológicas y su relación con el ambiente

En todo cultivo el desarrollo de este pasa por diferentes fases o etapas. En el caso del maíz dulce se pueden distinguir dos etapas claramente diferenciadas: vegetativa (V) y reproductiva (R). La Universidad de Iowa (EUA) ha desarrollado un sistema donde se las pueden identificar claramente; se detallan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5**

Etapa Vegetativa		Etapa Reproductiva	
VE = Emergencia	V3 = Tercera hoja	R1 = Barbas (estigmas)	R4 = Grano masa
V1 = Primera hoja	Vn = n hoja	R2 = Grano ampolla	R5 = Grano dentado
V2 = Segunda hoja	VT: Panojado	R3 = Grano lechoso	R6 = Madurez fisiológica

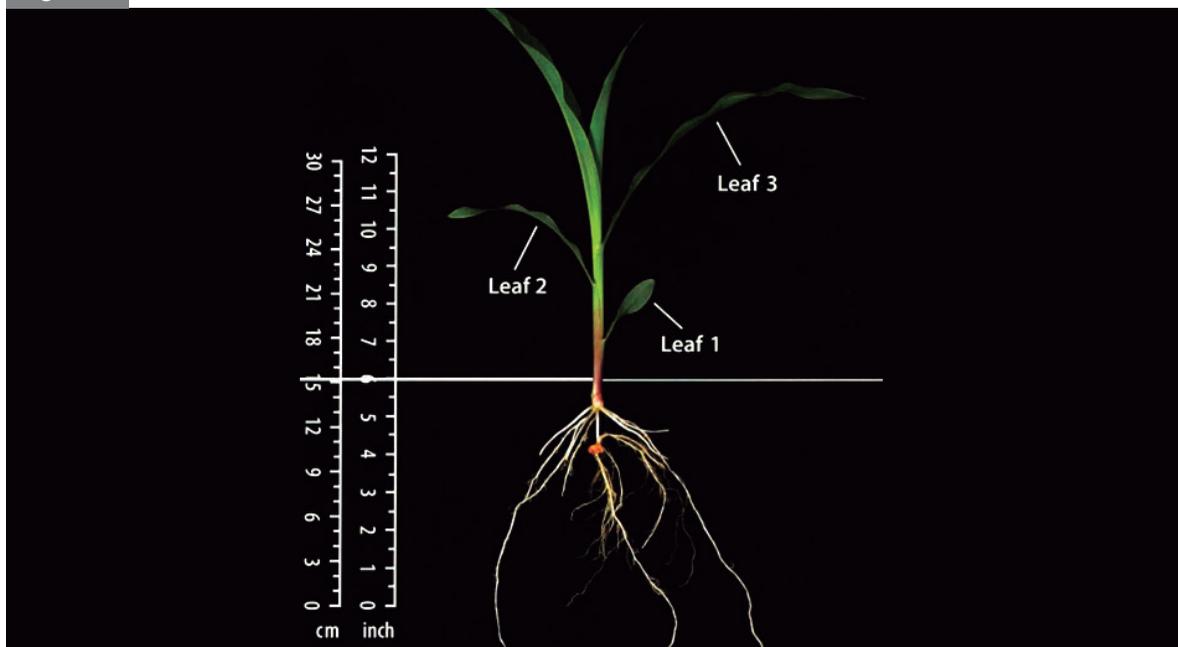
*Clasificación de los estados vegetativos y reproductivos del maíz (Iowa State University).*

La etapa vegetativa comienza con la emergencia de la superficie del suelo del coleoptile (VE), y donde la temperatura del suelo juega un rol clave, influenciando el porcentaje de emergencia y la velocidad de emergencia.

En esta etapa se inicia también el desarrollo de las raíces, que en el caso del maíz podemos identificar, como ya se dijo, dos tipos: seminales (originadas a partir del desarrollo del embrión) y nodales (desarrollan a partir del nudo coleoptilar).

Estas raíces comienzan a ser visibles a partir de la etapa V2, en la etapa V3 representan el 50 % de las raíces y en la etapa V6 se transforma en el sistema radicular dominante. Las raíces nodales que se desarrollan a partir de los nudos que se ubican en la parte aérea contribuyen al anclaje de la planta. Las etapas V1, V2, Vn refieren al desarrollo de hojas con un collarín visible (Figura 12).

Figura 12



*Etapa Vegetativa V3. Fuente: Iowa State University.*

La etapa denominada panojado (VT) comienza cuando todos los brazos de la panoja se expanden o sea es completamente visible. En muchos casos la liberación de polen (anthesis) comienza sin estar la panoja completamente expandida. Esta etapa es importante, pues define la disponibilidad de polen para la fecundación. En condiciones de campo la "ventana" de polinización es de 4-5 días, es muy sensible a las altas temperaturas y baja HR.

La etapa reproductiva comienza con la aparición de los primeros estigmas (barbas) en las mazorcas. En esta etapa la planta generalmente ha alcanzado su altura máxima y está próxima a alcanzar el máximo de peso seco. Es la etapa donde la planta es más sensible a condiciones de estrés, afectando directamente el número de grano por mazorca. Los estigmas están receptivos para el polen aproximadamente 4-5 días desde su aparición.

Las etapas R2, R3, R4; R5 y R6 están referidas a los cambios que sufren los granos luego de la fertilización. La etapa R2 (ampolla) se caracteriza por una rápida acumulación de agua por parte de los granos fecundados, teniendo una coloración blanquecina. En esta etapa puede ocurrir aborto de los granos debido a un deficiente aporte de carbohidratos por parte de la planta. Los estigmas en esta etapa comienzan a deshidratarse y toman una coloración marrón.

La etapa R3 (grano lechoso) comienza 18-20 días después de la R1, es posible distinguir el embrión del endosperma y al igual que en la etapa anterior el desarrollo está muy influenciado por el aporte de carbohidratos de la planta madre. En esta etapa la humedad de los granos alcanza entre un 70-80 %, dependiendo del tipo de híbrido. El interior tiene un aspecto lechoso, es el momento apropiado para la cosecha del maíz dulce.

La etapa R4 (grano masa) adopta este nombre porque el interior del grano toma una consistencia similar a una masa. Los granos tienen un tinte opaco y no brillante como en la etapa anterior. El estrés en esta etapa no afecta el número de granos, pero sí la acumulación de materia seca. En el caso de maíz dulce, el grano en esta etapa ya ha perdido su calidad comercial para consumo en fresco.

En la etapa R5 (grano dentado) comienza la deshidratación de los granos y las hojas de la mazorca comienza a opacarse y deshidratarse en las partes terminales. Finalmente, la etapa R6 (madurez fisiológica) se caracteriza por una reducción importante en el contenido de humedad de los granos (30-35 %) y casi la total deshidratación de las hojas de la mazorca.

## Germinación

La temperatura es uno de los factores abióticos que tienen una gran influencia sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. La temperatura de suelo constituye un parámetro importante al considerar el momento de siembra del maíz dulce.

La temperatura mínima de suelo para que se inicie el proceso de germinación en las semillas de maíz dulce es de 15 °C-17 °C, la óptima es entre 25 °C-30 °C. A temperaturas de suelo mayores de 40 °C la germinación se inhibe, al igual que en la mayoría de las especies. Sembrar a temperaturas mayores o menores que las recomendadas trae como consecuencia una reducción en la densidad final de las plantas.

Una de las características que diferencia a las tres mutaciones que cubren la oferta varietal de maíz dulce es la germinación. Los híbridos azucarados (su1) tienen una germinación que se puede considerar normal (90 %-95 %), inclusive con temperaturas bajas (16 °C) de suelo. Contrariamente, los híbridos superdulces (sh2) tienen en muchos casos problemas graves de emergencia, que se incrementan fuertemente en caso de siembras tempranas con suelos fríos.

Muchos son los factores que inciden sobre la baja emergencia de los maíces súper dulces. Entre los principales estudiados se puede citar a una disfunción en la utilización de los carbo-

hidratos en el *escutellum*, alta susceptibilidad al ataque de hongos patógenos, agravados por la lenta emergencia y daños en la membrana por una rápida imbibición, debido al bajo potencial osmótico de las semillas.

No solo el genotipo afecta la performance de la germinación a bajas temperaturas, sino que también se observa una gran variación entre cultivares en cada grupo de mutaciones. El Cuadro 6 muestra las diferencias observadas en la emergencia de 7 híbridos que poseen la mutación *shrunk 2* sembrados en diferentes épocas y localidades del estado de Florida (EUA).

Dada las características propias (contenido de azúcar, grosor del pericarpio) de cada mutación, el tamaño y peso de las semillas varía significativamente. Este dato es importante considerarlo al momento de iniciar una siembra para el cálculo de la cantidad de semilla para utilizar. El Cuadro 7 resume el número de semillas por kilogramo en cada mutación. Los datos son orientativos y pueden variar entre híbridos según el material.

		% de emergencia por localidad y mes						
		Gainesville			Fort Pierce		Belle Glade	
Híbridos	Sweet Belle	28/3	18/4	3/12	4/4	3/12	9/9	18/12
	Even Sweeter	38	43	54	18	32	15	39
	Dazzle	35	49	12	35	40	35	54
	XPH-3009	26	42	12	27	22	24	41
	Challenger	74	78	64	50	55	84	79
	How Sweet It Is	25	46	7	38	33	16	36
	Crisp N' Sweet	89	89	72	85	70	92	91

Porcentaje de emergencia de 7 híbridos de maíz dulce tipo *shrunk 2* sembrados en diferentes épocas y localidad del estado de Florida (Parera et al., 1995).

Mutación	Número semillas.kg-1	Emergencia a baja temperatura
Azucarado ( <i>su1</i> )	4.000 - 6.800	Normal
Azúcar aumentado ( <i>se</i> )	4.000 - 8.800	Normal - Reducida
Superdulce ( <i>sh2</i> )	5.600 - 11.500	Reducida

Número de semillas por kilogramo y respuesta de la geminación a bajas temperaturas de suelo en las tres mutaciones.

## Polinización

Un factor para considerar en la siembra del maíz dulce es el aislamiento entre híbridos. La polinización es anemófila y la presencia de polen extraño a la mutación transforma los granos en amiláceos con la consiguiente pérdida de calidad. La distancia mínima para la separación entre lotes de maíz dulce y maíz dentado debe ser superior a los 300 m.

Igualmente, lotes de híbridos que contengan la mutación *sh2* deben estar separados al menos también de 300 m de lotes de maíces que contengan la mutación *su1* o *se*. La presencia de barreras físicas puede reducir las distancias mencionadas.

En el caso de proximidad de lotes de variedades amarillas con blancas, si no se respetan las distancias, podrían generarse materiales variegados, lo cual es un inconveniente, especialmente en el maíz destinado a industria.

Otra forma de solucionar la polinización cruzada es programar las siembras, alternándolas para evitar la superposición de las fechas de floración.

### Tipos comerciales de choclos argentinos

En Argentina la oferta de germoplasma de las empresas semilleras incluye materiales de todas las mutaciones disponibles (*su1*, *sh2*, *se*) y sus combinaciones. Igualmente, están disponibles híbridos de granos amarillos, blancos y variegados o multicolores, de diferentes ciclos: precoces, intermedios y tardíos.

En el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE) podemos identificar más de 220 híbridos inscriptos. Se destacan 2 variedades: Abasto INTA y Sorpresa INTA; la primera es la más difundida, especialmente en huertas caseras.

En el germoplasma disponible se pueden distinguir híbridos que presentan resistencia a diferentes enfermedades: MDMV (*Maize dwarf mosaic virus*), Ps (*Puccinia sorghi* - Roya), Bm (*Bipolaris maydis* - Tizón sureño), Et (*Exserohilum turcicum* - Tizón del norte) y Pst (*Pantoea stewartii* - Marchitamiento bacteriano o enfermedad de Stewart).

Actualmente están disponibles también en el mercado maíces dulces Bt, denominados así porque generan las mismas proteínas tóxicas que *Bacillus thuringiensis*. Esta bacteria produce un tipo de proteínas denominadas Cry (Cristal paraesporal) que son tóxicas para muchos insectos. La bacteria se utiliza desde hace más de 50 años como insecticida microbiano y especialmente en la producción orgánica.

Una característica importante es la especificidad de acción de las proteínas ya que bajo determinadas condiciones de pH y enzimáticas del intestino del insecto que las consumen se activan produciendo su muerte por destrucción de este.

A través de la ingeniería genética (ADN recombinante) se insertó un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, y de esta manera los maíces Bt son capaces de generar las proteínas Cry en sus tejidos e impedir el ataque de plagas como isoca de la espiga y barrenador del tallo, reduciendo el uso de plaguicidas. Entre las desventajas podemos citar la selección a individuos resistentes y la aparición de plagas secundarias.

En el cinturón verde de la provincia de Santa Fe se han reportado daños severos en mazorcas de maíz dulce Bt por el ataque de dos especies consideradas plagas secundarias del maíz: *Euxesta mazorca Steykal* y *Euxesta eluta Loew*, las cuales causan severas pérdidas. Las larvas atacan los estigmas y luego se produce el vaciado de los granos, especialmente los apicales, aunque el daño puede extenderse a toda la espiga.

## Orientaciones para el manejo del cultivo

### 5.1. Calidad de la semilla

La Resolución SAG 333/1982 DCC establece las normas para la comercialización de semillas hortícolas de la clase identificada. Para el caso particular del maíz dulce establece las siguientes tolerancias:

- Pureza mínima: 98 %.
- Materia inerte máxima: 2 % expresado en peso.
- Semillas extrañas máxima: 0 % expresado en peso.
- Germinación: 80 % plantas normales.

### 5.2. Acondicionamiento de la semilla

Tal lo expresado en párrafos anteriores, la emergencia de los maíces dulces y super dulces es muy susceptible a factores bióticos y abióticos. A fin de lograr cultivos uniformes se recomienda la siembra de semillas calibradas, pues las semillas de mayor tamaño disponen de mayor cantidad de reservas que facilitan la germinación y emergencia.

Igualmente las semillas tratadas con fungicidas, específicos y autorizados para maíz dulce, tienen una menor incidencia de patógenos (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Diplodia spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.* y *Rhizoctonia spp.*), en esta etapa de desarrollo del cultivo comparado con semillas no tratadas.

Numerosos tratamientos pregerminativos han sido estudiados y propuestos para mejorar la emergencia de los maíces dulces y super dulces. Se han reportado incrementos de hasta un 100 % en la emergencia de maíces super dulces utilizando una combinación de acondicionamiento osmótico sólido (*solid matrix priming*), con desinfección de la semilla utilizando hipoclorito de sodio.

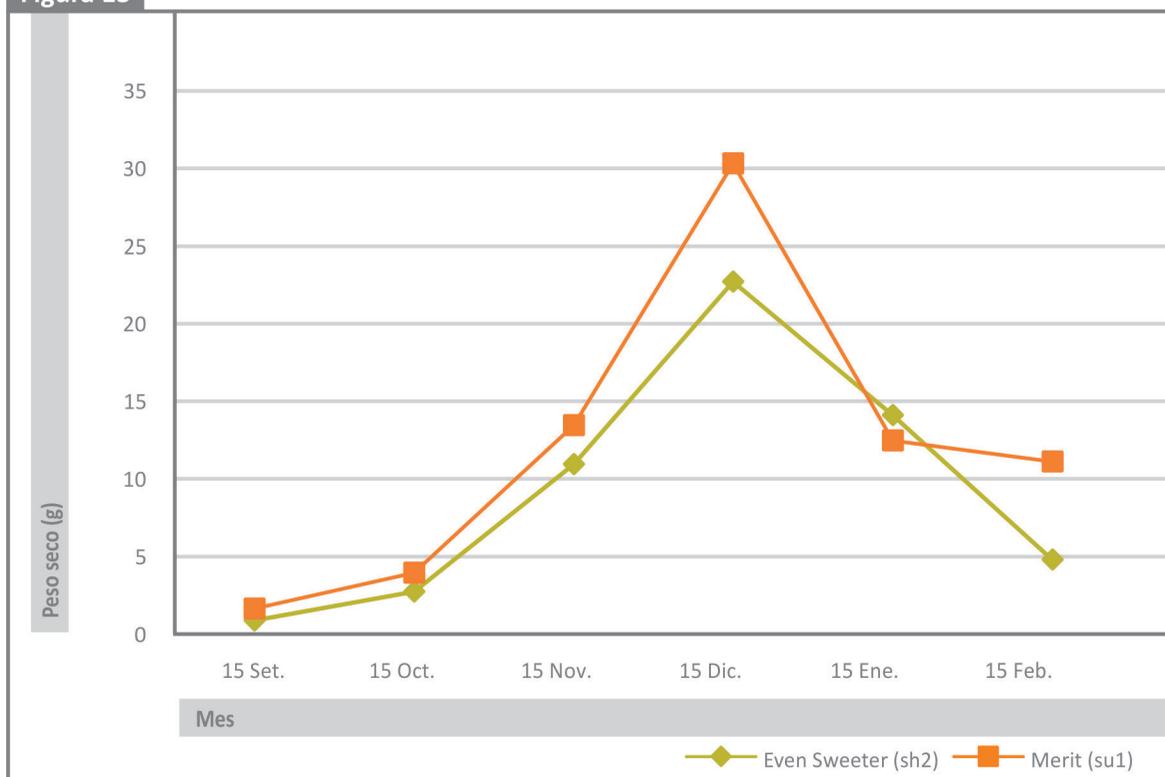
También existen resultados positivos sobre la emergencia al combinar el tratamiento de *priming* con inoculación de *Pseudomonas fluorescens* para el control de *Pythium ultimum*. También se han reportado efectos positivos inoculando semillas con *Trichoderma harzianum* y combinándola con tratamientos de acondicionamiento osmótico. Esta técnica de control biológico se la denomina *biopriming*. Muchas de estas tecnologías están a disposición de los productores.

### 5.3. Época de siembra

Un factor que influye significativamente el ciclo es la temperatura del suelo al momento de la siembra. En un ensayo se evaluó la germinación de nueve híbridos *su1*, nueve *se* y nueve *sh2* a diferentes temperaturas, y se observó que a 13 °C se necesitaron en promedio de 5,52 días en híbridos *su1*; 6,18 días en híbridos *se* y 6,40 días en híbridos *sh2* para alcanzar un 75 % de germinación, con el agravante que este último grupo de híbridos no alcanzó el 75 % de germinación.

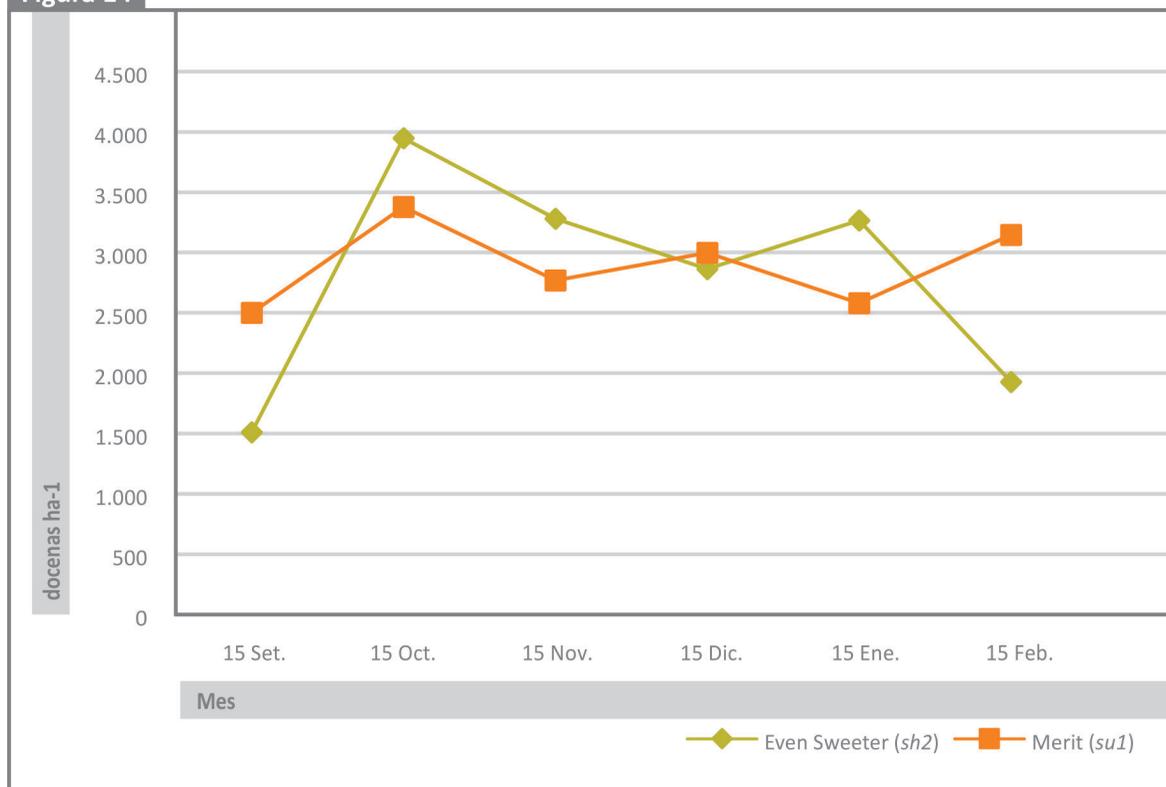
En un ensayo realizado en la provincia de San Juan, en condiciones bajo riego, se evaluaron la emergencia, el ciclo y el rendimiento en 6 fechas de siembra: septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero en dos híbridos Even Sweeter (*sh2*) y Merit (*su1*). Los resultados (Figura 13) muestran claramente un desarrollo de las plantas, a 26 días después de la siembra, menor en las siembras tempranas y tardías en ambos materiales. Los mayores tamaños de planta se observaron en la siembra de diciembre.

Figura 13



Peso seco de cinco plantas (g), 26 días después de la siembra, de los materiales evaluados en las seis fechas de siembra (Parera y Jovicich, 1995).

En el mismo ensayo, al evaluar el rendimiento en términos de docenas  $ha^{-1}$  de choclos de primera (Figura 14) se observó que en las siembras tempranas y tardías se reduce la producción, especialmente en el híbrido que posee la mutación *sh2* (Even Sweeter) confirmando los problemas de emergencia que tiene esta mutación, los cuales se acentúan con temperaturas bajas de suelo.

**Figura 14**

Rendimiento (docenas  $ha^{-1}$ ) de choclos de primera, de los materiales evaluado en las 6 fechas de siembra (Parera y Jovicich, 1995).

## 5.4. Densidad de plantación y distribución de plantas

En la mayoría de los cultivos la densidad de siembra y la distribución espacial del cultivo tiene un efecto directo sobre los rendimientos y la calidad de la producción. Densidades excesivas como así también menores a las recomendadas producen efectos negativos en la eficiencia del cultivo de maíz para convertir la radiación captada o interceptada en un eficiente llenado de los granos. En el caso del maíz dulce se observa una constante evolución de la densidad recomendada. Así, en la década de 1960 la densidad recomendada oscilaba entre 6.000 a 8.000 plantas  $ha^{-1}$ , ya en la década de 1990 la recomendación de densidad se incrementó a 36.000 a 43.000 plantas  $ha^{-1}$ .

La densidad de siembra apropiada para cada especie y cultivar es necesario ajustarla a las condiciones locales y de manejo. En un ensayo realizado en Ontario, Canadá, se evaluaron cuatro densidades de plantación en dos híbridos de maíz dulce. A medida que aumentó la densidad de siembra aumentó el rendimiento total, pero disminuyó significativamente el rendimiento comercial por un menor tamaño de la mazorca. A densidades mayores de 6,5 plantas  $m^{-2}$  el porcentaje de descarte fue muy importante. En el mismo experimento se determinó un aumento en el contenido de azúcar en los granos en densidades superiores.

En Uruguay se recomiendan densidades diferentes según en la producción esté destinada a industria (85.200 plantas. ha<sup>-1</sup>), o a mercado en fresco (56.800 plantas. ha<sup>-1</sup>). En Minnessota (EUA) el Servicio de Extensión de esa Universidad recomienda también densidades diferenciales según el destino de la producción: 66.700 plantas ha<sup>-1</sup> si es industrial o 61.000 plantas ha<sup>-1</sup> si la producción está destinada al mercado en fresco. En California (EUA) se recomiendan densidades entre 47.500 y 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> sin discriminar el destino de la producción.

En un ensayo de densidad realizado en Illinois (EUA) se evaluó el comportamiento de seis híbridos shrunken 2 con destino a industria en cuatro densidades de siembra 43.000, 57.400, 71.700 y 86.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Los resultados mostraron que la intercepción de la luz y el largo del período vegetativo se incrementa linealmente con el aumento de densidad, pero disminuye el largo de la mazorca. Igualmente se observó una gran variación en la respuesta según el híbrido evaluado.

En Argentina se han reportado ensayos de densidad de plantación de maíz dulce en diferentes regiones del país. En la provincia de Entre Ríos evaluaron el efecto de tres densidades: 56.800, 85.200 y 113.600 plantas ha<sup>-1</sup> combinado con dos dosis de fertilización: la primera con fosfato mono amónico a la siembra (100 kg ha<sup>-1</sup>) y la segunda con fosfato mono amónico a la siembra (100 kg ha<sup>-1</sup>), más 100 kg. ha<sup>-1</sup> de urea al estado de ocho hojas expandidas, en condiciones de secano. El mejor rendimiento se obtuvo con la densidad de 85.600 plantas ha<sup>-1</sup> en los dos tratamientos de fertilización nitrogenada y sin fertilizar.

Similares resultados fueron reportados en ensayos bajo riego realizados en la provincia de Río Negro donde se evaluaron dos densidades 41.700 y 83.400 plantas ha<sup>-1</sup> combinado con fertilización (200 kg ha<sup>-1</sup> de urea al estado de 4 hoja desarrollada) y en 2 variedades Abasto (*su1*) y Shimmer (*sh2*). El incremento de la densidad y fertilización nitrogenada produjo un aumento significativo de la producción, logrando rendimientos de 25 y 28 t ha<sup>-1</sup> en los híbridos Abasto y Shimmer respectivamente.

En la provincia de San Juan y bajo condiciones de riego se evaluaron densidades extremas: 361.446, 180.726, 120.470 y 90.362 plantas ha<sup>-1</sup>. La densidad de siembra modificó significativamente el rendimiento total y la calidad del producto. Con alta densidad de siembra (0,10 m entre plantas) el rendimiento expresado en docenas y kilogramos de choclos de primera fue significativamente inferior a los obtenidos por densidades superiores (0,20 m; 0,30 m y 0,40 m entre plantas).

Contrariamente, al evaluar la producción de choclos de segunda calidad, los rendimientos fueron significativamente inferiores en las densidades de 0,30 y 0,40 m comparadas a 0,10 y 0,20 m. Similar comportamiento se observó en el descarte, donde la densidad mayor (0,10 m) tuvo un descarte expresado en número de mazorcas de casi 9 veces superior al producido con una densidad de 0,40 m (Cuadro 8).

Cuadro 8						
Distancia entre plantas (m)	1.ª calidad (doc. ha <sup>-1</sup> )	1.ª Calidad (kg ha <sup>-1</sup> )	2.ª Calidad (doc. ha <sup>-1</sup> )	2.ª Calidad (kg ha <sup>-1</sup> )	Descarte (doc. ha <sup>-1</sup> )	Descarte (kg ha <sup>-1</sup> )
0,10	178,9 bz	512,19 b	3.938,9 a	6.565,30 ab	13.668,6 a	12.219,39 a
0,20	1.880,1 a	5.073,12 a	3.786,5 a	7.414,56 a	6.530,4 b	6.219,45 b
0,30	1.906,5 a	5.682,87 a	2.465,4 b	5.268,24 cb	2.642,3 c	3.609,72 c
0,40	1.804,9 a	5.863,60 a	1.981,7 b	4.463,37 c	1.524,4 c	2.048,76 d

Rendimiento de choclos de primera (1), segunda (2) calidad y descarte en kilogramos ha<sup>-1</sup> y docenas ha<sup>-1</sup> (Parera et al., 1996). Medias con la misma letra no difieren significativamente en el test DMS ( $p>0,05$ ).

El peso promedio de los choclos limpios fue significativamente mayor en las distancias de siembra de 0,20 m; 0,30 m y 0,40 m comparadas con el obtenido en las distancias de 0,10 m (Cuadro 9). Los choclos obtenidos en las densidades de siembra menores (0,40 m; 0,30 m y 0,20 m) fueron significativamente más largos que los choclos producidos en la densidad mayor (0,10 m).

Cuadro 9				
Distancia (m)	Peso Choclo (g)	Largo choclo (cm)	Diámetro choclo (cm)	Peso seco de la planta (g)
0,10	132,50 b z	13,19 c	4,50	23,27 b
0,20	170,00 a	15,74 b	4,48	26,88 b
0,30	182,50 a	16,65 ab	4,59	35,52 a
0,40	200,00 a	17,46 a	4,54	35,47 a

Peso, largo y diámetro del choclo limpio y peso seco de la planta al momento de cosecha. Medias con la misma letra no difieren significativamente en el test DMS ( $p>0,05$ ).

Los resultados obtenidos confirman la influencia de la densidad de siembra en los rendimientos y en la calidad del maíz dulce. Cultivos con densidades que superen las 90.000 plantas por hectárea bajo riego disminuyen significativamente la calidad de la producción. En densidades inferiores a 90.000 plantas por hectárea los rendimientos totales serán inferiores, pero la calidad no es afectada.

## 5.5. Profundidad de siembra

La profundidad de siembra recomendada varía entre 4 y 5 cm. Por un lado, si la semilla se siembra a demasiada profundidad, puede tener problemas de disponibilidad de oxígeno o agotar sus reservas antes de la emergencia. Por otro lado, si es sembrada en forma muy

superficial, podría verse afectada la disponibilidad de agua por desecación del suelo y afectar también la emergencia. Un factor que incide en la profundidad de siembra es el tipo de suelo, recomendando siembras más profundas en suelos arenosos y más superficiales en los arcillosos o pesados.

El trasplante, que es una práctica común en numerosas especies hortícolas, no lo es en maíz dulce. Su uso está restringido a la producción de híbridos super dulces que tienen dificultades en la germinación y emergencia donde podría ser una alternativa. Por factores económicos y efectos negativos sobre el crecimiento de la planta debido a las lesiones producidas en las raíces y consecuente disminución de los rendimientos esta práctica no es común.

Estudios recientes han demostrado su factibilidad y conveniencia para asegurar uniformidad y precocidad y el daño en las raíces producido cuando se utilizaba bandejas de poliestireno fue minimizado por la utilización de bandejas de plástico. En ensayos realizados en Balcarce, provincia de Buenos Aires, se observó que las plantas trasplantadas presentaban un menor desarrollo de las hojas, permitiendo incrementar la densidad de siembra sin afectar la intercepción de la luz.

El uso de esta tecnología necesita mayor experimentación tendiendo a ajustar los costos de producción y densidades adaptadas a distintas regiones productoras y estaría principalmente orientada a la producción destinada a consumo en fresco.

## 5.6. Sistemas de siembra

La siembra de maíz puede realizarse en forma manual, método utilizado en pequeñas parcelas, o mecanizada. Existen diferentes tipos de sistemas de dosificadores de la semilla: neumáticos, placa cribada horizontal, placa cribada inclinada y cepillos.

Se debe procurar colocar la semilla a la misma profundidad y en forma uniforme para evitar una germinación despareja, la cual dará lugar a plantas dominantes, que afectarán los rendimientos por competencia con plantas que hayan germinado en forma tardía.

La producción temprana o tardía es una alternativa que tiene el productor para acceder a mejores precios en los mercados y extender la presencia en ellos. Lograr aumentar los valores de temperatura de suelo utilizando coberturas plásticas constituye una práctica normal en numerosos cultivos.

El uso de cobertura plástica del suelo (acolchados) también contribuye a reducir la evaporación, con el consiguiente ahorro de agua, controlar malezas y en algunas experiencias utilizando plásticos especiales reducir el ataque de insectos y enfermedades en maíz dulce.

El uso de plástico transparente como cobertura de suelo incrementa significativamente la temperatura de este, por lo que es muy efectivo en zonas frías para acortar el ciclo de los cultivos. Tiene como desventaja no controlar las malezas. El plástico negro, por el contrario, es muy eficiente para el control de malezas, pero no modifica la temperatura del suelo.

Existen hoy en los mercados plásticos selectivos en la reflexión de determinadas longitudes de onda, combinando el efecto del plástico transparente y el negro. Una de los problemas para el uso generalizado en la producción hortícola es el alto costo de estos.

El uso de coberturas plásticas genera al final del cultivo una apreciable contaminación de los lotes y un aumento en los costos de producción para la limpieza de estos. El uso de plásticos biodegradables es recomendable para minimizar la contaminación y hacer una producción más amigable con el ambiente. Al evaluar la performance de plásticos biodegradables en siembras tempranas de maíz dulce se observaron los mismos efectos positivos que el uso de no biodegradable.

Como se mencionó anteriormente, la temperatura mínima de suelo para iniciar el proceso de germinación en maíz dulce es de 15 °C, las temperaturas entre 25 °C y 30 °C son las óptimas para la germinación y para la emergencia. En maíz dulce la cobertura plástica de suelo ha sido utilizada para incrementar la temperatura del suelo en siembras tempranas o tardías.

El anticipo de la emergencia, el rápido crecimiento de las plantas y un mayor rendimiento comercial de maíz dulce con cobertura plástica transparente ha sido reportado por numerosos autores. La cobertura plástica transparente transmite del 85 % al 95 % de las radiaciones solares. La condensación del agua en la cara interna de la lámina plástica resulta opaca a las radiaciones infrarrojas de onda larga, de manera que gran parte del calor que se pierde del suelo desnudo por radiación infrarroja es retenida cuando se emplea este tipo de cobertura. Otros autores mencionan, además, que a lo largo del ciclo de cultivo existe un mayor nivel de humedad del suelo bajo la lámina plástica respecto al suelo desnudo.

El uso de plástico transparente en siembras tempranas de maíz dulce incrementó la temperatura del suelo hasta 2 °C comparado con un suelo desnudo. Esto generó un anticipo en la maduración de aproximadamente 7 días. En un ensayo realizado en Canadá se observó que el uso de plástico transparente como acolchado en siembras tempranas de maíz dulce redujo el ciclo a madurez en 7 a 13 días dependiendo del cultivar e incrementó los rendimientos totales en un 17 %.

En San Juan al evaluar el efecto de las coberturas transparente sobre la producción de maíz dulce, se reportó que la emergencia del híbrido *sh2* (Rodeo), evaluada a los 4 días, en las parcelas cubiertas con plástico transparente fue significativamente más rápida que la observada en las parcelas con suelo desnudo (Cuadro 10).

**Cuadro 10**

Tratamiento	Emergencia (%)		Emergencia a baja temperatura
	4 días	7 días	
Cobertura plástica	65,0 **	87,4 ns	329 **
Suelo desnudo	14,3	82,8	229

Porcentaje de plántulas emergidas en los cuatro y siete días posteriores a la siembra y velocidad de emergencia (ERI) hasta el séptimo día en los tratamientos evaluados (Jovicich et al., 1997). ns: no significativo, \*\*: significativo  $p < 0,05$ .

En otro ensayo realizado en la provincia de San Juan, se evaluaron el desarrollo, el rendimiento y la calidad de 4 híbridos *su1* y *sh2* sembrados sobre coberturas plásticas transparente, negra y suelo desnudo. La siembra se realizó en febrero buscando producción tardía. La diferencia de temperatura promedio entre el suelo con cobertura plástica transparente y suelo desnudo fue de 2 °C y 1 °C comparado con la cobertura plástica negra. A los 24 días después de la siembra las plantas desarrolladas sobre cobertura plástica duplicaron el peso seco comparado con plantas desarrolladas sobre suelo desnudo.

El desarrollo de la planta en el período comprendido entre siembra y cuarta hoja (V4) está más influenciado por la temperatura del suelo que la del aire. En este mismo ensayo, se observó que los rendimientos y calidad fueron significativamente superiores en los híbridos sembrados sobre coberturas transparentes comparados con suelo desnudo y cobertura negra (Cuadro 11).

Cuadro 11				
Tratamiento	Primera (kg.ha <sup>-1</sup> )	Segunda (kg.ha <sup>-1</sup> )	Descarte (kg.ha <sup>-1</sup> )	Inmaduro (% sobre peso)
Plástico transparente	10.189 a	10.950 a	2.079 b	37 c
Plástico negro	7.144 b	8.345 b	2.460 b	51 b
Suelo desnudo	2.225 c	2.558 c	3.179 a	80 a

*Producción de choclos con chala de primera calidad, segunda calidad y descarte; y porcentaje de choclos inmaduros de 4 híbridos de maíz dulce en cobertura de suelo transparente, negra y suelo desnudo (Jovicich y Parera, 1996). Medias con la misma letra no difieren significativamente test DMS (0,05).*

Por una parte, los resultados presentados de distintos ensayos confirman que el uso de coberturas plásticas puede reducir significativamente el ciclo de siembra a cosecha en maíz dulce, especialmente en las siembras donde la temperatura juega un rol definitivo para la producción.

Por otra parte, usar plástico negro contribuye al control de malezas y se reduce la evaporación con el consiguiente ahorro de agua; sin embargo es importante considerar los costos de esta práctica y evaluar la potencial producción y fecha de ingreso al mercado.

## 5.7. Manejo del riego

La producción de maíz dulce bajo riego asegura altos rendimientos y calidad ya que el agua puede estar disponible para el cultivo en los momentos críticos. Las pérdidas de rendimientos más importantes en el cultivo del maíz son resultantes de la falta de agua durante la floración y el período inicial del desarrollo del grano. La deficiencia de agua al momento de la anthesis incrementa la frecuencia de aborto, afectando directamente los rendimientos y calidad.

El estrés hídrico durante el período de formación y llenado de los granos reduce significativamente los rendimientos. La causa directa de la pérdida de rendimiento se debe a una reducción en el número de semillas por planta.

Igualmente, los bajos potenciales hídricos en planta producen una floración no sincronizada, donde el pistilo de las flores femeninas emerge luego de que el polen ha sido liberado. En caso de sequía y si la polinización ocurre normalmente, la semilla aborta su desarrollo porque la cigota formada aborta. Un factor importante que se asocia a sequía es la alta temperatura y donde se ha demostrado que el polen pierde viabilidad cuando esta supera los 35 °C.

La respuesta del desarrollo de canopia en el maíz dulce es muy sensible al momento del estrés hídrico y por supuesto a su severidad. En un ensayo realizado en Australia, un déficit temprano afecta al desarrollo de la canopia reduciendo el índice de área foliar. El déficit hídrico después de la emisión de las barbas no redujo significativamente el área foliar, sin embargo aceleró la senescencia de las hojas.

Incrementar el nivel de reservas asimilables al momento de la antesis no incrementa el rendimiento si la planta se encuentra en un estado de estrés hídrico.

En un ensayo realizado en España utilizando el híbrido Jubileo se determinó que el déficit hídrico afecta directamente a la producción de choclos comerciales y peso medio de estas.

En Turquía, se evaluó el efecto del estrés hídrico sobre la productividad del cultivar Merit, los resultados mostraron que los rendimientos disminuyen con el aumento del estrés hídrico, obteniendo la mejor productividad cuando se aplicó una lámina que aportó el 100 % del consumo total de agua del cultivo. La frecuencia de riego también es importante al momento de lograr buenos rendimientos. En Florida, sobre un suelo arenoso, se observó que el rendimiento fue severamente afectado cuando el contenido de agua del suelo se redujo a un 60 %.

El volumen de agua necesario para obtener alta productividad estará en función de factores tales como tipo de suelo, densidad, material vegetal utilizado, sistema de cultivo y sistema de riego. Los valores reportados varían entre 330 y 889 mm.

En ensayos realizados en Pergamino (Buenos Aires), la evapotranspiración máxima (ETM) del maíz con destino a grano fue de 650 mm desde la siembra (septiembre) a cosecha (marzo).

La necesidad de aumentar la eficiencia del uso del agua para la producción agropecuaria ha llevado al desarrollo de sistemas de riego mecanizados. Su uso se ha incrementado significativamente en los últimos años en zonas bajo riego e inclusive en áreas de secano para la aplicación de láminas suplementarias. Los sistemas de aspersión (pivote central, avance frontal) han logrado una alta difusión en la región pampeana donde es un complemento ideal al agua de lluvia para lograr altos rendimientos.

En zonas áridas o semiáridas, donde la mayoría del agua consumida por los cultivos debe ser aportada a través de algún sistema de riego, se ha incrementado el uso del riego por goteo para la producción hortícola. Este sistema se caracteriza por su alta eficiencia y la posibilidad de combinarlo con la aplicación de fertilizantes (fertigación), lo que reduce significativamente los costos operativos.

En San Juan se compararon dos sistemas de riego: gravitacional (surco), y presurizado (goteo), observando que el tipo de riego no incidió significativamente en los rendimientos ni en la calidad. Es importante destacar que los riegos fueron realizados en los momentos oportunos para evitar incidencia en los rendimientos. Las diferencias se observaron cuando se compararon el número de riegos; fue menor en el sistema por surco, comparado con el goteo. Sin embargo, la lámina de agua aplicada por este sistema duplicó a la aplicada por el riego por goteo, como puede verse en el Cuadro 12.

**Cuadro 12**

Riego	N.º de riegos	Intervalo (días)	Lámina aplicada (mm)
Superficial (surco)	17	3,6	591,0
Presurizado (goteo)	26	2,3	334,3

*Número de riegos, intervalo de riegos, lámina total aplicada y relación entre la lámina aplicada y la evaporación del tanque clase "A" (Lam/Eva). (Jovicich et al., 1997).*

Al calcular la eficiencia del uso de agua (EUA) en cada uno de los sistemas de riego, claramente surge la eficiencia del sistema presurizado. En el sistema de riego superficial (surco) 1 mm de lámina aplicada generó 6,83 kg de choclos de primera calidad mientras que en el sistema presurizado (goteo) la misma cantidad de agua rindió 13,41 kg de choclos de primera calidad (Cuadro 13). Similares resultados fueron reportados por otros autores y regiones.

**Cuadro 13**

Tipo de riego	EUA (docenas ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )		EUA (kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )	
	1 Calidad	2 Calidad	1 Calidad	2 Calidad
Superficial (surco)	2,3	5,2	6,83	9,76
Presurizado (goteo)	4,6	9,0	13,41	18,29

*Eficiencia del uso de agua (EUA) en número y peso de choclos comerciales de primera en dos tipos de riego (superficial y goteo) (Jovicich et al., 1997).*

La facilidad en las operaciones de riego y el ahorro de agua durante el cultivo permiten afirmar la conveniencia del uso del sistema de riego presurizado sobre el gravitacional cuando el agua es una limitante para el cultivo de maíz dulce.

## 5.8. Manejo nutricional

La mayoría de las experiencias realizadas para determinar momentos y cantidades de macro y microelementos para aplicar en un cultivo de maíz se han realizado en híbridos destinados a la producción de grano. Pocas son las experiencias realizadas en cultivos destinados a consumo en fresco. Sin embargo, los principios generales no varían significativamente entre el tipo de maíz.

Es importante tener en cuenta que el maíz es una planta de rápido crecimiento, en algunos híbridos para choclo el ciclo se reduce a 65 días, por lo tanto los requerimientos nutricionales son importantes y concentrados por lo que deben estar disponibles en el momento oportuno. El pH adecuado del suelo para su cultivo varía de 5,8 a 6,2. En una experiencia realizada en EUA se evaluó la extracción promedio de macro y micronutrientes de nueve cultivares de maíz dulce con una densidad de plantación de 57.400 plantas ha<sup>-1</sup> y un rendimiento de mazorcas de 16.800 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 14).

Cuadro 14		Extracción (kg ha <sup>-1</sup> )									
Órgano	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu	Zn
Mazorca	57,17	10,20	38,11	4,15	2,24	4,37	0,026	0,100	0,049	0,015	0,081
Planta	141,23	15,02	193,92	13,00	23,09	15,24	0,056	0,412	0,336	0,056	0,145

*Extracción de macro y micronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) en mazorca y planta de 9 cultivares de maíz dulce (elaboración propia basada en datos de Heckman (2007)).*

Los resultados muestran una importante extracción de nitrógeno y de potasio por parte del cultivo tanto en mazorca como en planta. La obtención de altos rendimientos y calidad en el cultivo de maíz estará estrechamente ligada al programa de fertilización. Un factor importante al iniciar un cultivo es la determinación de la cantidad de nutrientes que el lote posee, esto nos permitirá aplicar las cantidades apropiadas de fertilizante.

Otra premisa para considerar es que el maíz acumula desde siembra a floración más del 70 % de la materia seca total. Esta última consideración nos permite asegurar una alta demanda de nutrientes en ese período. Se debe iniciar el cultivo con una fertilización base que incluya fósforo y nitrógeno aplicado en banda bajo la línea de siembra y a 5 cm al costado. El fosfato diamónico es más eficiente y recomendado para esta fertilización de arranque.

El Cuadro 15 resume los rangos de nutrientes como guía para el diagnóstico del nivel nutricional del maíz. Los datos corresponden a las hojas vecinas a la espiga durante la floración.

Cuadro 14		Niveles				
	Elemento	Deficiente	Bajo	Óptimo	Alto	Exceso
%	Nitrógeno	<1,9	1,90-2,40	2,50-3,50	3,5-4,5	>4,5
	Fósforo	<0,1	0,15-0,25	0,25-0,40	0,4-0,5	>0,5
	Potasio	<1,2	1,20-1,70	1,70-2,50	2,5-4,0	>4,0
	Calcio	<0,2	0,20-0,30	0,40-0,80	0,8-1,2	>1,2
	Magnesio	<0,1	0,10-0,20	0,20-0,40	0,4-0,6	>0,6
	Azufre	< 0,05	0,05-0,10	0,10-0,30	0,3-0,5	>0,5
ppm	Zinc	<10	10-20	20-70	50-200	>200
	Manganeso	<10	10-20	20-250	100-300	>300
	Cobre	<1	1-3	3-15	15-30	>30
	Hierro	<20	20-50	50-200	200-500	>500
	Boro	<1	1-4	4-15	15-90	>90

Rangos de niveles de nutrientes para el maíz (Melgar, 1997).

El nitrógeno, si bien no se encuentra en grandes concentraciones en la materia seca, puede variar de 2 % a 4 %, constituye un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier vegetal. Las plantas pueden absorber el nitrógeno como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). La diferencia en la absorción de ambas fuentes de nitrógeno radica en que en el caso de la absorción de nitrato este es un proceso activo con requerimiento de energía. Contrariamente, el amonio es absorbido pasivamente.

El nitrógeno favorece la expansión foliar y el crecimiento general de la planta. La deficiencia de este elemento produce plantas pequeñas, consecuentemente disminuye el área foliar y los rendimientos. La deficiencia de nitrógeno se manifiesta por un amarillamiento generalizado de la planta por una destrucción de los cloroplastos (Figura 15).

La deficiencia de nitrógeno afecta la fenología del cultivo produciendo un retardo en los estados vegetativos y reproductivos; y la expansión foliar y duración de las hojas se ve severamente afectada, consecuentemente se reduce la intercepción de la radiación y la acumulación de materia seca.

En una experiencia realizada en el sur de la provincia de Buenos Aires, en un cultivo de maíz destinado a la producción de grano se observó una tasa de acumulación máxima de nitrógeno que varió entre 2,7 y 3,7  $\text{kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  a los 25 días después de la siembra, y la acumulación máxima superó 250  $\text{kg ha}^{-1}$  variando según el tipo de híbrido.

Figura 15



*Deficiencia de nitrógeno en plantas jóvenes. Fotografía: A. Tasistro – International Plant Nutrition Institute (IPNI).*

El fósforo es absorbido como fosfato mono o diácido y rápidamente incorporado al metabolismo. También se caracteriza por una rápida movilidad dentro de la planta. La cantidad medida de fósforo acumulada en la parte aérea de plantas de maíz supera los  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ . La deficiencia de este elemento produce en maíz una reducción en el número de mazorcas, número de granos por mazorca y consecuentemente una reducción en los rendimientos.

Debido a que la movilidad del fósforo en el suelo es prácticamente nula, su absorción está muy influenciada por el crecimiento de las raíces y la posibilidad de estas de estar en contacto con el fertilizante aplicado. En un ensayo en Florida (EUA) en maíz dulce, se demostró que la aplicación en banda de fósforo (3 cm debajo de la semilla) aumentó la eficiencia de uso de este elemento, los rendimientos y fue más eficaz que la aplicación al voleo cuando los niveles de fósforo en el suelo fueron mayores a  $1,2 \text{ g m}^{-3}$ .

La deficiencia de fósforo produce un retardo en el crecimiento. Los síntomas visuales se detectan en las hojas inferiores. Es común observar coloración rojiza, por acumulación de antocianinas, y en casos extremos se pueden detectar en el tallo (Figura 16).

En un ensayo realizado en Balcarce se determinó que un cultivo de maíz destinado a la producción de grano, la planta necesita absorber 4 kilogramos de fósforo por tonelada de grano producido, donde la máxima tasa de acumulación se produce a los 40 días después de la emergencia ( $0,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ).

Figura 16



Deficiencia de fósforo, obsérvese la coloración rojiza de las hojas.  
Fotografía: <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar>

Figura 17



Deficiencia de azufre en plantas jóvenes de maíz dulce.  
Fotografía: <http://aesl.ces.uga.edu>

El potasio es esencial para todo organismo vivo, el crecimiento meristemático, la fotosíntesis, el contenido de humedad de la planta son algunos de los procesos fisiológicos altamente influenciados por este elemento. Es un elemento de alta movilidad en las plantas debido a la permeabilidad que tiene las membranas a este elemento.

La deficiencia de potasio no presenta síntomas visibles inmediatamente de producida. En muchas plantas, incluyendo al maíz, su deficiencia se manifiesta con clorosis y necrosis en la punta y bordes de las hojas. También se ha reportado un incremento a enfermedades de raíz (*Fusarium sp.*) y deformación de la mazorca.

El azufre es absorbido por la planta como sulfato en un proceso activo. El contenido normal de azufre en los vegetales está en el orden del 0,2 al 0,5 % de materia seca. Es un constituyente fundamental de las proteínas y aminoácidos (cisteína y metionina).

La deficiencia produce una reducción en el crecimiento y un amarillamiento de las hojas que puede confundirse con una deficiencia de nitrógeno (Figura 17). Se pueden observar deficiencias de este elemento en cultivos de alta productividad y con alta fertilización y en ambientes de bajo contenido de materia orgánica. La utilización de fertilizantes que incluyan azufre en su formulación (sulfato de amonio, superfosfato, etc.) es suficiente para revertir una deficiencia de este elemento.

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes químicos es la utilización de estiércoles, práctica que se adapta a superficies de cultivos no extensas y a aquellos cultivos destinados a la producción orgánica.

En un trabajo realizado en Grecia, se observó una relación significativa entre aumento de materia orgánica del suelo y productividad en el híbrido Midas, no observando diferencias significativas en los rendimientos cuando se utilizó nitrógeno (240 kg ha<sup>-1</sup>) o estiércol de vaca (20 t ha<sup>-1</sup>). Similares resultados fueron reportados por investigadores españoles, donde se comparó el efecto de utilizar lombricompostado como fertilizante y fertilización tradicional inorgánica en híbridos dulces y super dulces. En ambos tipos de maíz, la productividad fue significativamente superior cuando se utilizó lombricompostado comparado con fertilizantes de síntesis.

## 5.9. Manejo de plagas y enfermedades

El maíz por su importancia económica y social ha sido y continúa siendo una especie donde se invierte grandes esfuerzos en investigación y desarrollo. En este sentido son numerosos los estudios, tanto del sector público como del privado, para la detección y control de plagas, y enfermedades. Las enfermedades y plagas que atacan al maíz dulce son numerosas, sin embargo las principales pueden ser controladas vía prácticas culturales (rotación de cultivos, control de malezas hospederas) control químico y uso de germoplasma resistente o tolerante.

Es importante, especialmente cuando utilicemos el control químico, monitorear la presencia de la enfermedad y plaga y su evolución para ser eficiente y minimizar el uso de pesticidas. En este punto se pretende describir sucintamente las principales enfermedades y plagas que afectan al maíz dulce.

### Principales plagas

#### ● ● ● *Gusanos blancos*

En este grupo se incluyen a más de 10 especies de coleópteros (familia *Scarabaeidae*), los cuales producen principalmente daños en las primeras etapas del cultivo. Se pueden mencionar en este grupo a *Diloboderus abderus* (bicho torito) y *Phylochloenia bonariensis*. Las larvas se localizan en el suelo, consumen semillas, raíces e inclusive la planta en los primeros estados de desarrollo. En plantas adultas se alimentan de las raíces. Las siembras tempranas están más expuestas al ataque. Se considera que la presencia de 4 larvas/m<sup>2</sup> ya genera daño económico. Existe posibilidad de control químico debiendo pulverizar el suelo 10 a 15 días antes de la siembra con incorporación. También existen tratamientos específicos de semillas.

#### ● ● ● *Isoca de la espiga (Heliothis zea)*

El adulto deposita un huevo sobre el estigma, los cuales eclosionan en 2 a 7 días dependiendo de la temperatura. Las larvas (Figura 18) se alimentan en principio de los estigmas pudiendo

producir corrimientos en el choclo. Posteriormente se dirigen hacia el interior de la espiga alimentándose de los granos. Las chalas protectoras del choclo evitan detectar la plaga y dificultan el control químico. Se recomienda realizar aplicaciones en dos momentos diferentes: la primera al principio de la emergencia de los estigmas y la segunda una semana después. Existen variedades transgénicas Bt que pueden realizar un control parcial de esta plaga.

Figura 18



Izquierda: Larva de Isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*=*Heliothis zea*).  
Fotografía: J. Capinera, U Florida  
<http://edis.ifas.ufl.edu/>.

Derecha: Espiga atacada por Isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*=*Heliothis zea*).  
Fotografía: J. Obermeyer,  
<http://extension.entm.purdue.edu>

Figura 19



Oruga del gusano cortador *Agrotis ipsilon* y daño producido en plantas jóvenes de maíz dulce.  
Fotografía: University of Georgia, Bugwood.org

### ● ● ● Orugas cortadoras

Bajo esta denominación se incluyen varias especies de lepidópteros *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (gusano grasiento), *Peridroma saucia* (Hubner) (gusano variado), *Porosagrotis gypaetina* (Guenée) (gusano pardo) y *Agrotis malefida* (Guenée) (gusano áspero). Las larvas son generalmente de color gris o pardo (Figura 19). Se alimentan del follaje, atacando principalmente el cuello de planta produciendo la caída y muerte de esta. Las larvas durante el día permanecen enterradas y actúan durante la noche. Por esta razón se recomienda realizar las aplicaciones, en caso de detectar ataque, durante el atardecer o noche.

●●● *Barrenador del tallo*  
(*Diatraea saccharalis*)

Este lepidóptero deposita los huevos en el envés de la hoja durante la primavera. La larva (Figura 20) que emerge se dirige hacia la axila del tallo y penetra la vaina de las hojas que rodean el tallo generando galerías en este. Si ataca el meristema apical en plantas jóvenes, puede producir la muerte de la planta.

La decisión de realizar el control químico se basa en el monitoreo de los huevos, pues el control debe realizarse antes que la larva ingrese al tallo. Una ovoposición detectada cada 10 plantas determina la pulverización, que en el caso de que los huevos tengan un color blanco existe un período de diez días aproximadamente para iniciar el control; si los huevos tienen una coloración naranja, el tiempo se acorta a 1 o 2 días. Existen variedades Bt (generan la toxina producida por *Bacillus thuringiensis*) que impiden el desarrollo de la larva.

●●● *Isoca militar tardía*  
(*Spodoptera frugiperda*)

Esta mariposa también conocida también como "Isoca cogollera" coloca los huevos sobre el haz de la vaina de las hojas jóvenes. La larva se alimenta de las hojas y se localiza principalmente en las hojas enrolladas (cogollo), pudiendo atacar el ápice en desarrollo y producir la muerte a la planta (Figura 21).

Los maíces cultivados en la zona norte de nuestro país suelen ser fuertemente atacados por esta plaga. El control químico debe realizarse, previo monitoreo de la incidencia de esta plaga, cuando aparecen los primeros daños que se manifiestan en orificios en hoja. Sin embargo el control no suele ser muy eficiente por la ubicación en el cogollo que impide el contacto con el plaguicida.

Figura 20



Larva de *Diatraea Sacharalis*.  
Fotografía: Esteban Daniel Saini,  
IMYZA, INTA Castelar.

Figura 21



Daños producidos por *Isoca militar tardía*  
(*Spodoptera frugiperda*).  
Fotografía: <http://extension.entm.purdue.edu>

En nuestro país los productos autorizados para el control de enfermedades y plagas en maíz dulce están comprendidos en la Resolución 934/10 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa). En el Cuadro 16 se detalla el anexo de esa resolución que lista los productos autorizados.

**Cuadro 16**

Principio activo	Aptitud	Nombre comercial	LMR (mg /kg)
Acefato	Insecticida (mosca blanca, orugas, pulgones, trips)	Acefato - Ganster - Orthene y otros	0,50
Carbaril	Insecticida (orugas)	Sevin - Clartex y otros	1,00
Cipermetrina	Insecticida (gusanos e isocas)	Arrivo - Ataque - Galgotrin y otros	0,10
Clorpirifos etil / Clorpirifos	Insecticida (gusanos)	Lorsban - Boraz - Doser y otros	0,05
Deltametrina / Decametrina	Insecticida (gusanos e isocas)	Decis Flow - Decis Forte y otros	0,50
Fenvalerato	Insecticida (gusanos e isocas)		0,10
Gamacialotrina / Lambdacialotrina	Insecticida (gusanos e isocas)	Archer plus - Fihter plus	0,20
Metomil	Insecticida (gusanos e isocas)	Lannate - Metomes y otros	0,10
Metoxifenocide	Insecticida (gusanos e isocas)	Intrepid - Runner	0,50
Permetrina	Insecticida (gusanos e isocas)	Galgoper - Pounce y otros	1,00
Piridafention	Insecticida (gusanos y trips)		0,05
Triclorfon	Insecticida (gusanos)	Triclona	0,20
Tiram	Fungicida Tratam. semilla	Ritiram Plus Semillas y otros	Exento
Carbofuran	Insecticida - Nematicida (Nematodos, gusanos, pulgones, vaquitas)	Furacarb - Furadan y otros	0,10

*Principio activos, aptitud y límite máximo de residuos listados en el anexo III Resolución 934/10 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria autorizados para su uso en el cultivo de maíz dulce.*

## Principales enfermedades

### ●●● Podredumbre de la semilla - Marchitamiento de la planta

Los causales de este tipo de problema está asociado a un complejo de hongos (*Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Diplodia* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. y *Rhizoctonia* spp.). El síntoma que se puede observar es la pudrición de la semilla afectando la emergencia y produciendo fallas en el cultivo. Los hongos de este complejo pueden estar presentes en la semilla como así también en el suelo (Figura 22).

Condiciones de baja temperatura de suelo (<15 °C) y alta humedad son predisponentes para el desarrollo de estos patógenos, de allí que los mayores problemas ocurren en siembras tempranas. Los híbridos super dulces muestran una mayor sensibilidad y no existen híbridos resistentes en el mercado.

### ●●● Roya común (*Puccinia sorghi*)

Es una enfermedad endémica para Argentina, el hongo causa, en la parte media de las hojas, lesiones cloróticas en bandas que luego evolucionan a pústulas marrón-rojizas (pústulas uredosóricas) y negras (pústulas teleutosóricas) como se observan en la Figura 23.

En caso de infecciones severas la hoja puede morir implicando disminución de los rendimientos y retraso en la maduración.

Las siembras tardías tienen mayor probabilidad de ser atacadas por este hongo. Las condiciones predisponentes son alta humedad relativa y temperaturas entre 16 °C y 23 °C. Existen materiales resistentes a esta enfermedad.

Figura 22



Podredumbre de la semilla (*Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Diplodia* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. y *Rhizoctonia* spp.). Fotografía: C. Parera.

Figura 23



Síntoma de ataque de roya común (*Puccinia sorghii*) en hoja de maíz.

Figura 24



Síntomas de ataque de Carbón común (*Ustilago maydis*).

### ●●● Carbón común (*Ustilago maydis*)

Se caracteriza por el desarrollo de agallas cubiertas con una membrana de color blanco llenas de masas de esporas que pueden alcanzar hasta 15 cm de diámetro. Los tejidos meristemáticos y jóvenes son más susceptibles de ser atacados y si el desarrollo de las agallas se localiza en el choclo, este pierde totalmente el valor comercial (Figura 24).

En algunos países, México principalmente, se consumen las agallas (cuitlacoche) realizando el productor inoculaciones para favorecer el desarrollo del patógeno. El patógeno pasa el invierno como teleutospora en el suelo, en residuos vegetales e inclusive en las semillas. La ruptura de las agallas libera las esporas que se diseminan principalmente por el viento.

Las condiciones predisponentes son sequía y temperaturas entre 25 °C y 35 °C. También se ha demostrado que lesiones producidas por granizo y maquinaria favorecen la infección, al igual que altos niveles de fertilización nitrogenada. Existen materiales resistentes y el control químico no es efectivo.

### ●●● Podredumbre basal del tallo

Esta enfermedad puede ser causada por diferentes patógenos (*Fusarium* spp., *Colletotrichum graminicola*, *Diplodia* sp. y *Gibberella zeae*). Produce la muerte prematura de las plantas o el vuelco de estas. Los síntomas aparecen en la etapa final del cultivo ya que la infección ocurre en el período de floración. Los cultivares super dulces (*sh2*) son muy susceptibles.

Los patógenos pueden ingresar por las raíces, por los nudos o a través de lesiones producidas por insectos. Los entrenudos basales toman una coloración parda oscura y los tejidos internos se desintegran facilitan-

Figura 25



Síntoma de podredumbre del tallo producido por *Gibberella zeae*  
Fotografía: Programa de Maíz del CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo.

do el vuelco o finalmente la muerte de la planta (Figura 25).

Son condiciones predisponentes las altas temperaturas y humedad relativa. Existen híbridos resistentes y como medidas culturales se debe evitar elevados niveles de nitrógeno y bajos de potasio en la planta y buscar opciones de rotación. No existe control químico efectivo para este complejo de patógenos.

#### ● ● ● *Maize dwarf mosaic virus (MDMV)*

Este virus fue identificado en la década de 1960 y está presente en todo el mundo. En Argentina fue citado en 1970. El acortamiento de los entrenudos, las estrías verdes claro y amarillas en hojas y una disminución en el crecimiento de la planta son los síntomas principales que presentan las plantas infectadas (Figura 26). La forma de transmisión es a través de áfidos, se han reportado más de 25 especies y puede infectar a otras especies de gramíneas, siendo el sorgo de Alepo una fuente de infección primaria para el maíz. Las medidas para su control consisten en eliminar las malezas que son reservorio (gramíneas), control de áfidos y uso de híbridos resistentes.

Figura 26



Planta infectada con Maize dwarf mosaic virus.  
Fotografía: courtesy of Roy Gingery.

## 5.10. Manejo de malezas

La competencia de las malezas afecta la producción de los cultivos. La estrategia de control al igual que en plagas y enfermedades implica un continuo monitoreo para identificar las malezas presentes y su densidad. En maíz dulce la presencia de malezas latifoliadas o gramíneas puede afectar significativamente la producción si supera el estado de 6 hojas (V6) y si las malezas presentes son gramíneas, 4 hojas (V4).

Esto marca la importancia de realizar los controles de malezas en las primeras etapas vegetativas del cultivo para no afectar la producción. Las estrategias de control pueden clasificarse como mecánicas, químicas o una combinación de ambas, según el nivel de infestación y época. En el caso de optar por el control químico los herbicidas se clasifican según el momento de aplicación en a) presembrado, b) preemergencia y c) posembrado. En el Cuadro 17 se detallan los productos autorizados por Senasa para el control de malezas en maíz dulce.

**Cuadro 17**

Principio activo	Aptitud	Nombre comercial	LMR (mg/kg)
Alaclor	Herbicida (gramíneas y hoja ancha)	Alacror - Alanex	0,10
Atrazina	Herbicida (gramíneas y hoja ancha)	Atrazina - Atranex - Atrea	0,25
Bentazon	Herbicida (hoja ancha)	Basagran	0,05
Bromoxinil	Herbicida (hoja ancha)	Bromotril - Bromoxunil y otros	0,05
Dalapon / ácido 2,2 dicloropropionico	Herbicida (gramíneas)	Dalap y otros	0,10
Diuron	Herbicida (hoja ancha)	Baron - Diurex - Karmex y otros	0,50
Glifosato / glifosato ácido	Herbicida (gramíneas y hoja ancha)	Glifosato - Roundup Credit y otros	0,10
Linuron	Herbicida (gramíneas y hoja ancha)	Linuron - Afalón y Linurex	0,20
Metolacloro / s- metolacloro	Herbicida (gramíneas y hoja ancha)	Metolagan	0,10
Terbutilazina	Herbicida preemergente (hoja ancha)	Agax - Thyllanex	0,10

Principio activo, aptitud y límite máximo de residuos listados en el anexo III Resolución 934/10 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria autorizados para su uso en el cultivo de maíz dulce.

## 5.11. Manejo de la cosecha

El período óptimo de cosecha es relativamente corto en el cultivo de maíz dulce. Los choclos sobremaduros presentan el mismo tamaño que los cosechados en el momento de madurez ideal, sin embargo el pericarpio se endurece, aumenta la concentración de almidón en los granos y puede iniciarse un proceso de deshidratación que lleva al arrugado del grano.

El punto apropiado de cosecha puede determinarse por el contenido de humedad de los granos. El contenido de humedad ideal para los super dulces (*sh2*) varía entre 75 % y 80 % y para los híbridos azucarados (*su1*) y azúcar aumentado (*se*) 69 % - 73 %. Igualmente, los contenidos de azúcar varían según la mutación (Cuadro 18). Al momento de cosecha las "barbas" tienen un color marrón, y deben estar totalmente deshidratadas.

**Cuadro 18**

Propiedades del grano	shrunken2	sugary1	LMR (mg/kg)
Fructosa (mg.g <sup>-1</sup> )	34,3	31,9	0,10
Glucosa (mg.g <sup>-1</sup> )	35,8	31,0	0,25
Sacarosa (mg.g <sup>-1</sup> )	210	60,7	0,05
Azúcar total (mg.g <sup>-1</sup> )	280	124	0,05
Contenido de humedad (%)	74,6	71,3	0,10

Contenido de azúcar en híbridos shrunken 2 y sugary 1 cosechados 20 días después de la polinización (Won et al., 1994).

**Figura 27**

Cosecha mecánica de maíz dulce destinado a industria.

La cosecha puede ser mecánica o manual; generalmente la producción cosechada con maquinaria de alto rendimiento es destinada a la industria del enlatado y congelado (Figura 27). Para el mercado en fresco se prefiere la cosecha manual para evitar daños que afecten la poscosecha. En Estados Unidos es común realizar el empaquetado del maíz, para mercado en fresco, directamente en el campo con plantas de empaque autopropulsadas denominadas "mulas" (Figura 28).

**Figura 28**

Arriba: Cosecha y embalado de maíz dulce a campo en Florida, EUA.

Fotografía: C. Parera.

Abajo: Cosecha y embalado de maíz dulce a campo, detalle de embalado.

Fotografía: USDA.

## 5.12. Manejo de poscosecha

El maíz se cosecha al estado inmaduro lo que lleva a una rápida deterioración. Tiene una alta tasa respiratoria lo que se traduce en una alta generación de temperatura la cual está influenciada por la temperatura de almacenamiento o conservación (Cuadro 19). Es fundamental bajar el “calor de campo” rápidamente para detener los procesos biológicos que llevan a la deterioración del producto. Para que un sistema de enfriamiento sea ideal se debe reducir en  $\frac{3}{4}$  la diferencia entre la temperatura de campo del producto y la temperatura ideal de conservación.

Temperatura (C)	ml CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	Kcal t <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
0	30 - 51	3.660 - 6.222
5	43 - 83	5.246 - 10.126
10	104 - 120	12.688 - 14.640
15	151 - 175	18.422 - 21.350
20	268 - 311	32.696 - 37.942
25	282 - 435	34.404 - 53.070

Producción de CO<sub>2</sub> (ml kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) y calor (Kcal t<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) en maíz dulce, según la temperatura en cámara (elaboración propia sobre datos de Suslow y Cantwell, 1997).

El *hydrocooling* (enfriado por un baño de agua helada) es un método muy utilizado para maíz dulce dado que esta hortaliza es muy susceptible a pérdidas de humedad. El choclo convenientemente paletizado (Figura 29) es sumergido o mojado a través de una lluvia de agua a una temperatura de 0 °C - 1 °C durante aproximadamente 45 minutos a 1 hora. El tiempo de contacto del producto con el agua estará asociado al momento de cosecha o sea a la temperatura con que el producto llega del campo.

Otro método utilizado es *vacuum cooling* (enfriado por vacío), donde a través de vacío se reduce la temperatura. Es un método más rápido que el anterior. Hay que ser cuidadoso en mantener a los choclos con alto grado de humedad pues hay una pérdida de un 1 % de humedad por cada 10 °C de pérdida de temperatura. El enfriamiento se logra mucho más rápido que el método anterior pudiendo en media hora reducir la temperatura de 29 °C a 4,4 °C.

Otra práctica de enfriado de maíz dulce es *Slush icing* (inyección de hielo). En este sistema una mezcla de hielo triturado y agua es incorporada a presión en los envases que contienen el producto. Se calcula que es necesario inyectar al menos 12 kg de hielo en un envase que contenga 5 docenas de choclos.

Figura 29



*Palet de maíz dulce embalado en envase de madera e hidrogenado. Fotografía: C. Parera.*

La temperatura ideal de almacenamiento es de 0 °C y 95 % de humedad. Una práctica común en el estado de Florida, EUA, es rociar la carga paletizada con hielo una vez colocada en el camión, esto asegura el mantenimiento de la temperatura y alta humedad a relativos bajos costos hasta el arribo a los mercados. La utilización de atmósfera controlada para mantener la calidad es utilizada en muchos países, pero no es una práctica común de conservación en Argentina.

## Tipificación, empaque y comercialización

Argentina, debido a su gran variedad de climas, permite que el maíz dulce esté presente en los mercados a lo largo de todo el año. Las principales provincias productoras son Salta, Buenos Aires y Santa Fe, si bien en la mayoría de los cinturones verdes de las principales ciudades de nuestro país es factible su producción. Se comercializa en diferentes tipos de envases (Cuadro 20 y Figura 30).

Cuadro 20

Tipo	Medidas (cm)			Peso aproximado (kg)	Material	Retorno
	Ancho	Alto	Largo			
Jaula	35 - 36	28 - 30	48 - 51 - 54	12 - 18	Madera	sí
Toro	30 - 32	18 - 2124	50 - 52	10	Madera	sí
Torito	29 - 30	21 - 22	44 - 45	8	Madera	sí
Bolsa	42	-	75	18	Polipropileno	no

Características de los principales envases utilizados para la comercialización del maíz dulce (MCBA, 1997).

Figura 30



Envase (jaula 18 kg), más utilizado para la comercialización de maíz dulce en Argentina. Fotografía: C. Parera.

La resolución 297/83 de la Secretaría de Agricultura y Ganadería reglamenta las normas de tipificación, empaque y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a mercado en fresco en Argentina. El capítulo referido a maíz dulce contiene las siguientes definiciones, donde los números entre paréntesis corresponden a la aclaración de términos abajo expuesta:

Las condiciones mínimas (118) que debe poseer la mercadería destinada a mercado en fresco serán: sano (3); fresco (4); limpio (5); seco (26); bien cubierto (58); bien formado (20); bien granado (59); los dientes (60) serán: tiernos (61); turgentes (23) y lechosos

(62); la espiga (63) deberá presentarse entera (19); con el tallo cortado a no más de treinta milímetros (30 mm) de longitud. Deberá estar libre de: insectos vivos (7); podredumbres (8); decoloraciones (9); lesiones (10); causadas por contusiones (13) o cualquier otra causa; olor y sabor extraños (15).

#### ● ● ● *Clasificación por tamaño*

- **Grandes:** choclos cuya espiga sea igual o superior a los veinte centímetros (20 cm) de largo.
- **Chicos:** choclos cuya espiga sea menor de veinte centímetros (20 cm) de largo.

#### ● ● ● *Grados de selección*

- **Grado N.º 1:** dentro de este grado se clasificarán los choclos del mismo cultivar; tamaño y que cumplan con las condiciones mínimas establecidas en el punto. Tolerancias: hasta un cinco por ciento (5 %) de defectos. No se admitirán insectos vivos; podredumbres, cualquiera sea su origen. En lo que respecta a tamaño entre el choclo más grande y el más chico del envase, solo podrá existir una diferencia del diez por ciento (10 %) en el largo de la espiga.
- **Grado N.º 2:** dentro de este grado se clasificarán los choclos de un mismo cultivar; tamaño y que cumplan con las condiciones mínimas establecidas. Tolerancias: en las brácteas, ligera flojedad, decoloraciones y lesiones, siempre que no se comprometa el reconocimiento del cultivar y la conservación de la mercadería. La espiga puede estar rota en la punta. Hasta un diez por ciento (10 %) de fallas en el granado; hasta un quince por ciento (15 %) de otros defectos, dentro de los cuales cinco por ciento (5 %) con insectos vivos. No se admitirán podredumbres cualquiera sea su origen. En lo que respecta a tamaño entre el choclo más grande y el más chico del envase, podrá existir una diferencia del veinte por ciento (20 %) en el largo de la espiga.
- **Grado N.º 3:** dentro de este grado se clasificarán los choclos de un mismo cultivar; tamaño y que cumplan con las condiciones mínimas establecidas. Tolerancias: las brácteas flojas, pero que cubran la espiga; deformaciones; decoloraciones y lesiones siempre que no comprometan el reconocimiento del cultivar y la conservación de la partida; la espiga puede estar rota en la punta, pero no debe faltar más del diez por ciento (10 %) del total de esta. Hasta un quince por ciento (15 %) de fallas en el granado y hasta un veinte por ciento (20 %) de otros defectos dentro de los cuales solo el medio por ciento (0,5 %) podrá ser de podredumbres, cualquiera sea su origen; se admitirán insectos vivos. en lo que respecta a tamaño, solo se tendrán en cuenta los límites establecidos para grandes y chicos.

#### ● ● ● *Aclaración de términos*

- **(3) Sano/a:** que la hortaliza no presente enfermedades o afecciones de origen parasitario ni descomposición que impidan o limiten el aprovechamiento del producto.
- **(4) Fresco/a:** estado de turgencia que presenten los productos cuando son cosechados y mantenidos en condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Consistencia y so-

lidez normal de un producto determinado por la densidad; resistencia y textura de sus tejidos u órganos.

- **(5) Limpio/a:** cuando las partes comercializables de las hortalizas (raíz, tallo, tubérculo, bulbo, hojas, plantas enteras, inflorescencias, frutos, vainas) están libres de: tierras, barro o residuos de algún elemento químico con que se ha tratado la planta, los envases correspondientes también deben presentar esta condición.
- **(6) No excesivamente húmedo/a:** que no contenga agua en la superficie, originada por lavado o por haberse cosechado húmedo por efecto de: lluvias, niebla o rocío y que se lo conservó con dichos inconvenientes en las operaciones de mercadeo.
- **(7) Insectos vivos:** en cualquier estado de desarrollo.
- **(8) Podredumbre:** todo daño causado por microorganismos que implique cualquier grado de descomposición, desintegración o fermentación de los tejidos.
- **(9) Decoloración:** aquellas que presentan desviaciones parciales o totales del color típico del cultivar y que modifican la apariencia general de: la raíz, bulbo, hoja, bráctea, vaina, grano, fruto, inflorescencia, etc.
- **(10) Lesiones:** aquella que presenta escoriaciones secas o cicatrizadas, cualquiera sea su origen, en un grado tal que disminuya su posibilidad de comercialización.
- **(13) Contusiones, machucados o magullones:** daños provocados por golpes que no causan heridas, pero se visualizan por la muerte y destrucción de tejidos.
- **(15) Olor y sabor extraño:** distintos al común o normal de la especie; estos pueden ser causados por la aplicación de sustancias químicas en el cultivo (pesticidas, herbicidas, abono, etc.) o al utilizarse envases que anteriormente fueron usados para otros productos.
- **(19) Entero/a:** la planta, raíz, bulbos, tallos, hojas, inflorescencias, fruto o vainas que no se presentan: partidos, seccionados, divididos, trozados, dentados ni rotos.
- **(20) Bien formado/a:** es la hortaliza que presenta la forma característica del tipo o cultivar, pudiendo ofrecer pequeñas desviaciones por crecimiento desigual de la especie.
- **(23) Turgente/s:** cuando a causa de la presión interna de sus células, la membrana se mantiene tensa, mostrando cierta firmeza.
- **(58) Bien cubierto:** las brácteas (29) deben proteger totalmente a la espiga.
- **(59) Bien granado:** las espigas (63) deben tener las hileras completas, próximas entre sí y los granos no deben ser vacíos, flácidos, momificados, etc.
- **(60) Dientes:** cada uno de los frutos (granos) del choclo.
- **(61) Tiernos:** el tegumento de los frutos del maíz no debe estar significativamente ablandado, presentándose apto para el consumo humano al estado fresco.
- **(62) Lechoso:** estado de los granos en su máximo desarrollo; de su interior (endosperma) emana un líquido blanco lechoso, al romper el tegumento con la uña.
- **(63) Espiga:** conjunto de frutos insertos en el marlo que los sostiene.
- **(118) Condiciones mínimas:** conjunto de características básicas que deben reunir las hortalizas para su comercialización.

### Producciones alternativas e industrialización

Como ya vimos, el maíz dulce tiene dos destinos principales: mercado en fresco e industria y dentro de este último destino puede estar orientado enlatado (conserva), al congelado de granos o trozos de marlo (Figura 31) u otro tipo de procesos de transformación: integrante de sopa (deshidratado) o parte de mezclas de vegetales (IV gama).

En Estados Unidos, principal productor de maíz dulce del mundo, del total destinado a industria, aproximadamente el 60 % va a congelado y el resto a enlatado; este es el segundo cultivo después del tomate que procesa la industria de los alimentos.

La producción de maíz dulce destinado a la industria difiere del maíz dulce para mercado en fresco en aspectos como la cosecha, forma y uniformidad de la mazorca, rendimiento y calidad de granos (debe oscilar en un 35 %), profundidad de los granos, humedad al momento de cosecha, facilidad de deschalado y el lapso entre cosecha y procesado debe ser mínimo (no debería superar las 4 horas).

Para congelado, aparte de lo mencionado, es importante que los granos tengan una textura crujiente y cremosa en el interior, de buen tamaño y de color amarillo claro brillante. El pericarpio debe ser lo más fino posible, de allí la importancia del momento óptimo de cosecha, pues a más madurez mayor dureza.

En Argentina, la Ley 18.284 pone en vigencia en todo el territorio nacional (con la denominación de Código Alimentario Argentino) las disposiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial del Reglamento Alimentario aprobado por Decreto N° 141/53, con sus normas modificatorias y complementarias.

Figura 31



Maíz dulce congelado y enlatado.  
Fotografía: C. Parera.

En estas normas, los artículos 929, 929 bis y 929 tris refieren a tres tipos distintos de maíz dulce industrialmente procesado:

- maíz dulce o grano de choclo en conserva,
- maíz dulce o granos de choclo en conserva, tipo cremoso,
- maíz dulce en conserva en trozos.

El artículo 929 - (Res. 1039, 26.3.81) dice:

- Se entiende por Maíz dulce o Grano de choclo en conserva, la conserva elaborada con los granos enteros de las variedades dulces del *Zea mays* L o variedad *saccharata* del maíz los que serán blancos, amarillos o dorados y estarán envasados en un medio líquido apropiado.
- El envase será cerrado herméticamente y esterilizado industrialmente.
- Este producto deberá presentar olor y sabor propios y estará exento de olores y sabores extraños. Estará además libre de panojas, estilos, cáscaras, granos descoloridos o manchados, así como de otras sustancias y cuerpos extraños.
- Los granos serán de consistencia razonablemente tierna y ofrecerán cierto grado de resistencia a la masticación, sin llegar a resultar duros o correosos.
- El contenido de un mismo envase deberá presentar granos de coloración normal para el Tipo respectivo y estará libre de granos de fuera de variedad.
- Este producto se rotulará: Maíz dulce o Granos de choclo y formando una sola frase con letras del mismo tipo, realce y visibilidad, se indicará el color del grano y el tipo de maíz (Grano entero).
- En lugar y con tipos bien visibles del rotulado se hará constar el peso neto del maíz escurrido.

El artículo 929 bis - (Res. 1546, 17.9.85) dice:

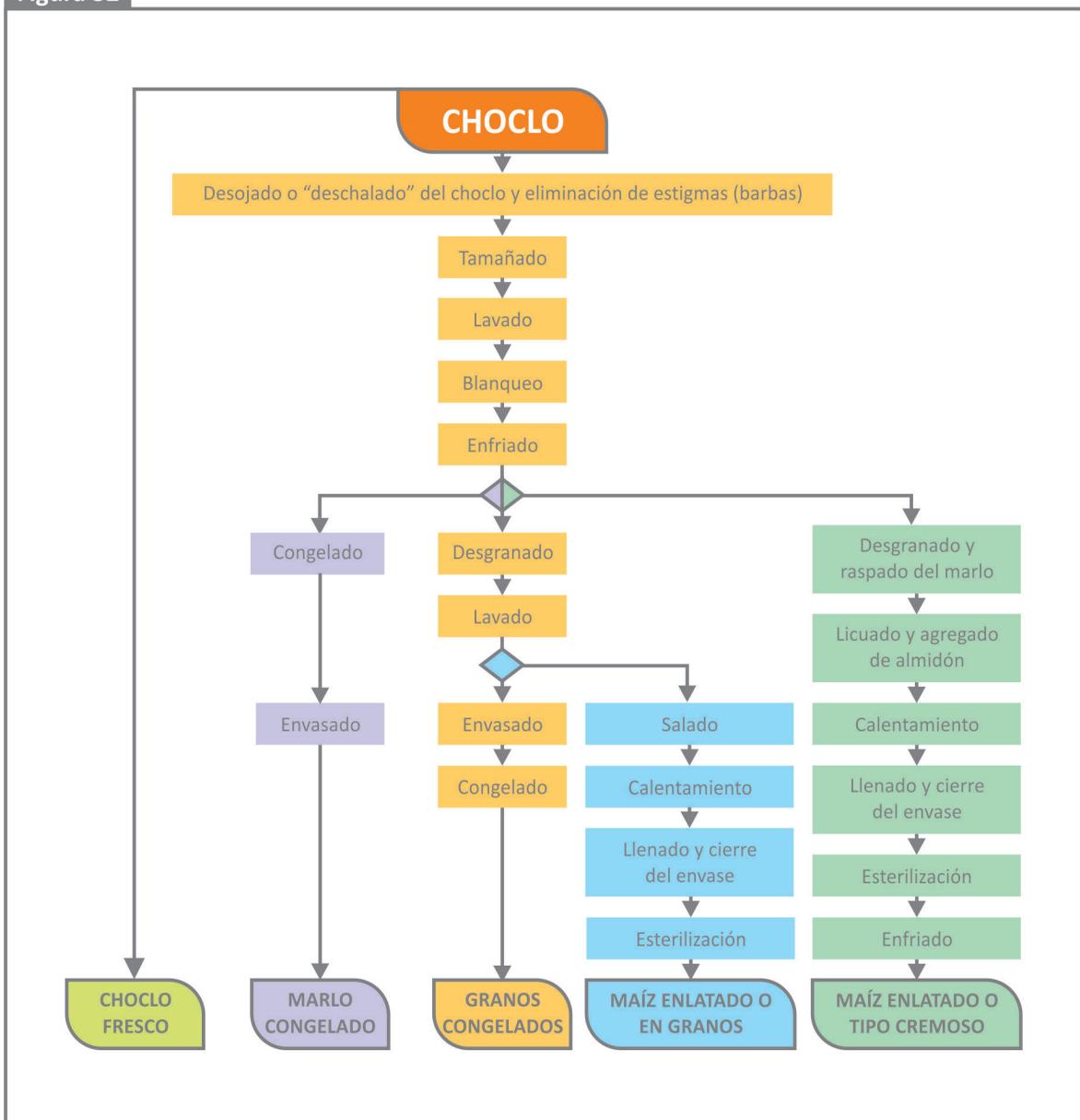
- Se entiende por Maíz dulce o Granos de choclo en conserva, Tipo cremoso, la conserva elaborada con granos de las variedades dulces del *Zea mays* L o variedad *saccharata*, blancos, amarillos o dorados los que han sido partidos, raspados o rallados y que están libres de cualquier cuerpo o sustancia extraños al grano.
- Queda permitido en este Tipo cremoso la adición sin declaración en el rótulo de hasta un 2 % de féculas o almidones en el medio líquido apropiado que se agrega para regular la consistencia de la conserva, productos que podrán ser reemplazados por gomas o alginatos autorizados por este Código.
- Este producto se rotulará: Maíz dulce o Granos de choclo y formando una sola frase con letras del mismo tipo, realce y visibilidad, el color del grano y el tipo de maíz (tipo cremoso). En lugar y con tipos bien visibles se hará constar el peso neto del producto.

El artículo 929 tris - (Res. 1039, 26.3.81) dice:

- Se entiende por Maíz dulce en conserva en trozos, la conserva elaborada con trozos de las variedades dulces del *Zea mays* L o variedad *saccharata* de maíz, de color blanco, amarillo o dorado, cuyos trozos o rodajas están constituidos por los granos enteros adheridos a los trozos o rodajas de panojas (mazorcas) que han sido cortadas en forma transversal al eje longitudinal de la panoja.

- El espesor de estos trozos o rodajas no será inferior a 2,5 cm. Dichos trozos estarán cubiertos por un líquido de cobertura apropiado. Los tamaños de los trozos o rodajas deberán ser razonablemente uniformes, pudiendo oscilar el número de los mismos entre 9 y 13. Los granos serán de consistencia razonablemente tierna.
- El contenido de un mismo envase deberá presentar los trozos y granos de color normal para el tipo respectivo y estará libre de granos y trozos de otras variedades.
- Este producto se rotulará: Maíz dulce o Choclo en trozos, en conserva, blanco, amarillo o dorado, formando una sola frase con letras del mismo tipo, realce y visibilidad, indicando el color del grano y el tipo de maíz (Choclo en trozos). En lugar y con tipos bien visibles se hará constar el peso neto de los trozos o rodajas escurridos.

Figura 32



Esquema de los distintos destinos (mercado en fresco, congelado y procesado) del maíz dulce y los procesos intermedios.

# Bibliografía

- ABENDROTH, L.; R. ELMORE; M.J. BOYER; S.K. MARLAY. 2011. Corn Growth and Development. Iowa State University. Disponible:<http://publications.iowa.gov/18932/1/Corn%20growth%20and%20development001.pdf> consultado 03 de marzo de 2017.
- AGUYOH, J.; H.G. TABER; V. LAWSON. 1999. Maturity of fresh market sweet corn with direct seeded plants, transplants, clear plastic mulch and rowcovers combinations. *HortTechnology* 9: 420-425.
- AKMAN, Z. 2002. Effect of tiller removing and plant density on ear yield of sweet corn. *Pakistan J. of Biological Science* 5:906-908.
- ANDRADE, F. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. EEA Balcarce. Informe Técnico N.º 106. 16 p.
- ANDRADE, F.; S. UHART; M. FRIGONE. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize. Shade versus plant density effects. *Crop Sci.* 33:482-485.
- ANDRADE, F.H.; H.E. ECHEVERRÍA; N.S. GONZÁLEZ; S.A. UHART; N.A. DARWICH. 1995. Requerimientos de nitrógeno y fósforo de los cultivos de maíz, girasol y soja. *Boletín Técnico* 134. EEA Balcarce INTA. Bs.As.
- ANDRADE, F.H.; A. CIRILO; S.A. UHART; M.E. OTEGUI. 1996. *Ecofisiología del cultivo del maíz*. CERBAS-EEA Balcarce, FCA-UNMP. Dekalb Press. Argentina.
- ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE MEDICAMENTOS, ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA MÉDICA (ANMAT). 2015. Código alimentario argentino. Disponible: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_alimentos\\_caa.asp](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp) consultado: 07 de marzo de 2017.
- BARON, C.; O. LIVEROTTI; J. FERNÁNDEZ. 2013. Mercado y manejo de postcosecha de maíz dulce. Secretaría de Comercio Interior Corporación del Mercado Central de Bs.As. Disponible: [www.mercadocentral.gov.ar](http://www.mercadocentral.gov.ar) consultado: 13 de marzo de 2017
- BEN-ASHER, J.; A. GARCIA; G. HOOGENBOOM. 2008. Effect of high temperature on photosynthesis and transpiration of sweet corn (*Zea mays* L. var. *rugosa*). *Photosynthetica* 46:595-603.
- BERNAR, J.H.; S.T. BESSEMER. 1972. Agricultural plastics in California. *HortScience* 7:373-378.
- BERTOLACCINI, I.; C. BOUZO; N. LARSEN; J. FAVARO. 2010. Especies del género *Euxesta* (Diptera: Ulidiidae = Otitidae) plagas de maíces dulces Bt en la provincia de Santa Fe, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 69 (1-2):123-126.
- BJORKMA, T.; L. BLANCHARD; G. HARMAN. 1998. Growth enhancement of shrunken-2 (*sh2*) sweet corn by *trichoderma harzianum* 12892-35: effect of environmental stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123: 35-40.
- BRAUNWORTH, W.S.; H.J. MACK. 1987. Effect of deficit irrigation on yield and quality of sweet corn. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:32-35
- CALLAN, N.; D. MATHRE; J. MILLER. 1991. Field performance of sweet corn seed Bioprimered and coated with *Pseudonas fluorescens* AB254. *HortScience* 26: 1163-1165.
- CALLAN, N.; D. MATHRE; J. MILLER. 1990. Bio priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* preemergence Damping-off in *sh2* sweet corn. *Plant Disease* 74: 368-372.
- CASTAÑERA P.; F. ORTEGO; P. HERNÁNDEZ-CRESPO; G.P. FARINÓS; R. ALBAJES; M. EIZAGUIRRE; C. LÓPEZ; B. LUMBIERRES; X. PONS. 2010. El maíz Bt en España: experiencia tras 12 años de cultivo. *PHYTOMA* 219:1-7.
- CLAASSLEN, M.M.; R.H. SHAW. 1960. Water deficits effects on corn. II. Grain components. *Agro. J.* 62:652-655.
- CHIESA, A.; E. MATEOS; J. DE GRAZIA; P. TITTONEL. 1999. Efecto de la densidad y la fertilización en el rendimiento del cultivo de maíz dulce. *Horticultura Argentina* 18:20-23.
- CREECH, R.G. 1956. Genetic control of carbohydrates synthesis in maize endosperm. *Genetics* 52:1175-1186.
- DE GRAZIA, J.; P. TITTONELLI; D. GERMINARA; A. CHIESA. 2003. Phosphorus and nitrogen fertilization in sweet corn (*Zea Mays* L. var. *Saccharata* Bailey). *Spanish J. Agricultural Research* 1:103-107.
- DE JUAN, J.A.; C. FABEIRO; F. MARTIN; H. LÓPEZ. 1999. Efecto del déficit de suministro de agua en el rendimiento y en la calidad de un cultivo de maíz dulce. *ITEA* 95:218-240.
- DINKEL, H.D. 1966. Polyethylene mulches for sweet corn in northern latitudes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:497-504.
- DOWNEY, L.A. 1971. Effect of gypsum and drought stress on maize. I Growth light absorption and yield. *Agron. J.* 63:569-572.
- DUPUIS, I.; C. DUMAS. 1990. Influence of temperature stress on in vitro fertilization and heat shock protein synthesis in maize reproductive systems. *Plant Physiol.* 94:665-670.
- EL-HAMED, K.; M. ELWAN; W. SHABAN. 2011. Enhanced sweet corn propagation: studies on transplanting feasibility and seed priming. *Vegetable Crops Res. Bull.* 75:31-50.
- EFTHIMIADOU A.; D. BILALIS; A. KARKANIS; B. FROUD-WILLIAMS; I. ELEFTHEROCHORINOS. 2009. Effects of Cultural System (Organic and Conventional) on growth, Photosynthesis and Yield Components of Sweet Corn (*Zea mays* L.) under Semi-Arid Environment. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 37: 104-111.
- EVANS, D.A.; H.J. MACK; D.S. STEVENSON; J.W. WOLFE. 1960. Soil moisture, nitrogen and stand density effects on growth and yield of sweet corn. *Oregon Agri. Expt. Sta. Tech. Bul.* 53.
- FAO. 2015. *Faostat Agricultural data*. Disponible: <http://www.fao.org>  
Fecha de consultado: 13 de marzo de 2017.
- FONTANETTO, H. 1993. Efecto del método de aplicación del fertilizante fosfórico en el maíz a dos niveles de disponibilidad hídrica. Tesis Magister Scientiae. Fa. Ciencia Agrarias – Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Bs. As.
- FRITZ, A.; B. TONG; C. ROSEN; J. WRIGHT. 2010. Sweet Corn. *Uni. Minessotta. Extension Service*. Disponible: <http://www.extension.umn/garden/fruit-vegetable/sweet-corn/> consultado: 27 de marzo de 2017.

- GEORGE, D.; M. GUPTA; D. PARWATA. 2003. Influence of planting date, method of handling and seed size on supersweet sweet corn seed quality. *Seed Science and Tech.* 31:351-366.
- GRANT, R.F.; B.S. JOHNSON; J.R. KINIRY; G.F. ARKIN. 1989. Water deficit-timing effect on yield components in maize. *Agron. J.* 81:61-65.
- HANNAH, L.C.; D.J. CANTLIFFE. 1977. Percentage stands and sugars in four Florida sweet corn. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 90:412-413.
- HAO, X. 1999. Effects of plant density on growth, yield and quality of fresh market sweet corn. *Abstract. HortScience.* 34:478.
- HARRIS, R.E. 1965. Polyethylene covers and mulches for corn and bean production in northern regions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87:288-294.
- HART, J.; D.M. SULLIVAN; J.R. MYERS; R.E. PEACHEY. 2010. Sweet corn, *Nutrient Management Guide.* Oregon State University – Extension Service.
- HASSELL, R.; R. DUFAULT; T. PHILLIPS. 2003. Low-temperature germination response of su, se and sh2 sweet corn cultivars. *Hortechonology* 13:136-14.
- HEA, J.; M. DUKESEB; G. HOCHMUTHC; J. JONESB; W. GRAHAM. 2012. Identifying irrigation and nitrogen best management practices for sweet corn production on sandy soils using CERES-Maize model. *Agricultural Water Management* 109:61-70.
- HEADRICK, J.; J. PATAKY; J. JUVIK. 1990. Relationships among carbohydrates of kernel, conditions after pollination and response of sweet corn inbred lines to infection of kernels by *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 80:487-494.
- HECKMAN, J.R. 2007. Sweet Corn uptake and removal. *Hortechonology* 17: 82-86.
- HOPEN, H.J. 1965. Effects of black and transparent polyethylene mulches on soil temperature, sweet corn growth and maturity in a cool growing season. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86:415-420.
- HOCHMUTH, G.J.; D.J. CANTLIFFE; C. MELINE. 1990. Mulching and planting methods affect performance of sweet corn in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 103:91-93.
- HORTIK, H.C.; C. ARNOLD. 1965. Temperature and the rate of development of sweet corn. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87:303-312.
- IOWA STATE UNIVERSITY. 2015. Sweet Corn Profile. Agricultural Marketing Resource Center. Disponible: [www.agmrc.org/commodities](http://www.agmrc.org/commodities) consultado: 13 de marzo de 2017.
- ITO, G.; J. BREWBAKER. 1991. Genetic analysis of pericarp thickness in progenies of eight corn hybrids. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 116: 1072-1077.
- JOVICICH, E.; C.A. PARERA. 1995. Efecto de la cobertura plástica de suelo sobre la producción tardía de maíz dulce. Resúmenes XVIII Congreso Argentino de Horticultura, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero 11-14 de Septiembre, 45 p.
- JOVICICH, E.; C.A. PARERA. 1996. Efecto de la cobertura plástica de suelo sobre la producción tardía de maíz dulce *Hort. Argentina* 15:32-37.
- JOVICICH, E.; J.J. AGUILERA; C.A. PARERA. 1997. Producción tardía de maíz dulce con cobertura plástica de suelo transparente y riego presurizado. *RIA* 28 (1): 55-67.
- KERR, E.A. 1988. Sweeter sweet corn. *Agrologist* vol. 17(2):10-11.
- KINIRY, J.R.; R. BONHOMME. 1991. Predicting maize phenology. En: *Predicting crop phenology.* Ed. T. Hodges. CRC Press. Boca Raton, Ann. Arbor. Boston. 115-131 pp.
- KRUGER, W. 1976. The influence of fertilizer on fungal disease in maize. En: *Fertilizer use and plant health.* Int. Potash Inst. Berna. 145-156 pp.
- KWABIAH, A.B. 2004. Growth and yield of sweet corn (*Zea mays* L.) cultivars in response to planting date and plastic mulch in a short-season environment. *Scientia Horticulturae* 102: 147-166.
- LAGUNA, G.; M. GIMENEZ PECCI. 2015. Enfermedades causadas por virus y mollicutes en el cultivo de maíz. En: *Eyherabide, G. (ed.). Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz.* (e) Ediciones INTA. Bs. As.
- LAMENT, W.J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 3:35-39.
- LAMENT, W. 2005. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. *HortTechnology* 15: 477-481.
- LAMENT, W.J. 1994. Plasticulture vegetable production systems - What are the components? En: *Using plasticulture technology for the intensive production of vegetable crops.* American Society for Horticultural Science Seminar, Lexington, Kentucky, 28-29 septiembre. 3-5 pp.
- LAZCANO, C.; P. REVILLA; R. MALVAR; J. DOMÍNGUEZ. 2011. Yield and fruit quality of four sweet corn hybrids (*Zea mays*) under conventional and integrated fertilization with vermicompost. *J. Sci. Food Agric* 91:1244-1253.
- MARTÍNEZ, M.; A. ALARCÓN. 2005. Manejo de la densidad y la fertilidad nitrogenada para mejorar la productividad de maíz dulce. *Revista Pilquén* N.º 7: 1-6.
- MELGAR, R.; M. DÍAZ ZORITA. 1997. La fertilización de cultivos y pasturas. Ed. Hemisferio Sur-INTA. Bs.As.
- MENGEL, K.; E.A. KIRKBY. 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute. Suiza.
- MERCADO CENTRAL DE BUENOS AIRES. 2000. Serie precios hortícolas históricos. <http://www.mercadocentral.gov.ar> consultado: 29 de marzo de 2017.
- MERCADO CENTRAL DE BUENOS AIRES. 1997. Uso de envases y embalajes en la comercialización de productos frutihortícolas. <http://www.mercadocentral.gov.ar> consultado 29 de marzo de 2017.
- MILLER, D.E.; W.C. BUNGER. 1963. Use of plastic soil covers in sweet corn production. *Agron. J.* 55:417-419.
- MILLER, S.; W.A. KNUDSON. 2014. Nutrition and Cost Comparisons of Select Canned, Frozen, and Fresh Fruits and Vegetables. *American Journal of Lifestyle Medicine* 8(6):430-437.
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. 2015. Series de precios hortícolas. Disponible:[http://www.minagri.gov.ar/dimeagro/anuarios/hortalizas\\_2014/mcba\\_2014.php](http://www.minagri.gov.ar/dimeagro/anuarios/hortalizas_2014/mcba_2014.php) consultado 04 de abril de 2017.
- NAFZIGER, E.D. 1994. Corn planting date and plant population. *J. Prod. Agric.* 7:59-62.

- OKTEM, A.; M. SIMSEK; G. OKTEM. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata* Sturt) with drip irrigation system in a semi arid region. I water – yield relationship. *Agricultural Water Management*. 61: 63-74.
- PARERA, C.; E. JOVICICH; J. AGUILERA. 1996. Efecto de la densidad de siembra y el tipo de riego en el rendimiento y calidad de maíz dulce. Libro de resúmenes XIX Congreso Argentino de Horticultura. Asociación Argentina de Horticultura. 92 p.
- PARERA, C.; E. JOVICICH. 1995. Comportamiento de cultivares de maíz dulce en seis épocas de siembra en San Juan. Libro de resúmenes XVIII Congreso Argentino de Horticultura. Asociación Argentina de Horticultura. 28 p.
- PARERA, C.; D.J. CANTLIFFE; P. STOFFELLA; B.T. SCULLY. 1995. Field Emergence of shrunken-2 Corn Predicted by Single- and Multiple-vigor Laboratory Tests. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:128-132.
- PARERA, C.; D.J. CANTLIFFE. 1994. Presowing seed treatments to enhance supersweet sweet corn seed and seedling quality. *Hortscience* 29:277-278.
- PARERA, C.; D.J. CANTLIFFE. 1991. Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and Solid Matrix Priming. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:942-945.
- PARERA, C.; D.J. CANTLIFFE. 1990. Improved stand establishment of shrunken-2 sweet corn by seed treatments. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 103: 153-157.
- PARODI, L.R. 1972. Gramineas. En *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Vol. 1. Ed. ACME. Bs.As.
- PATAKY, J. 1991. Production of Cuitacloche (*Ustilago maydis* (DS) Corda on sweet corn. *HortScience* 26: 1374-1377.
- PAULLIER, J.; J. ARBOLEYA; E. CAMPELO; D. MAESO; G. GIMÉNEZ. 2014. Producción Integrada de Maíz Dulce. *Boletín de Divulgación* 106. INIA Uruguay.
- PIECZARKA, D.J.; E.A. WOLF. 1978. Increased stand of 'Florida Staysweet' corn by seed treatment with fungicides. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 91:290-291.
- POPOL VUH. 1984. Las antiguas historias del Quiché. Trad. A. Recinos. México Fondo de Cultura Económica y Secretaría de Educación Pública.
- PROGRAMA DE MAÍZ DEL CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación a campo. Cuarta Edición. CIMMYT. México D.F.
- RATTIN, J.; A. DI BENEDETTO; T. GORNATTI. 2006. The effect of transplant in sweet maize (*Zea mays* L.). I: Growth and Yield. *Int. J. Agric. Res.* 1:58-67.
- RATTIN, J.; J. VALINOTE; R. GONZALO; A. DI BENEDETTO. 2008. Efecto del método de implantación y la densidad de siembra en maíz dulce (*Zea mays* L.). *Horticultura Argentina* 27: 5-10.
- RHOADS, F.M. 1990. Sweet Corn Research in North Florida. IFAS. University of Florida.
- ROBINES, J.S.; C.E. DOMINGO. 1953. Some effects of severe soil moisture deficits at specific growth stages in corn. *Agron. J.* 45:618-621.
- ROSSI, A.R.; S. CEPEDA; J.C. PONSÁ. 2015. Malezas: su manejo y control. En: *Eyherabide G* (ed.). Bases para el manejo del cultivo de maíz. Ediciones INTA. Bs. As.
- SANCHEZ, C.; P. PORTER; F. ULLOA. 1990. Relative efficiency of broadcast and banded phosphorus for sweet corn produced on histosols. *Soil Science* 55: 871-875.
- SÁNCHEZ ANDONOVA, P.; J. RATTIN; A. DI BENEDETTO. 2014. Yield Increase as Influenced by Transplanting of Sweet Maize (*Zea mays* L. saccharata). *American Journal of Experimental Agriculture* 4: 1314-1329.
- SANTIBAÑEZ, Q.; P. FUENZALIDA. 1992. Modelos ecofisiológicos para el análisis de los potenciales de producción del maíz. En: Congreso Nacional de Maíz, 5.º Reunión Sudamericana, Pergamino, 1992.
- SARGENT, E. 1990. Precooling recommendations for sweet corn. IFAS. University of Florida.
- SCHUSSLER, J.R.; M. WESTGATE. 1991. Maize kernel set at low water potential: II sensitivity to reduced assimilates at pollination. *Crop. Sci.* 31:1196-1203.
- SHELTON, A.; D. OLMSTEAD; E. C. BURKNESS; W.D. HUTCHISON; G. DIVELY; C. WELTY; A.N. SPARKS. 2013. Multi-State Trials of Bt Sweet Corn Varieties for Control of the Corn Earworm (*Lepidoptera: Noctuidae*). *J. Econ. Entomol.* 106(5): 2151-2159.
- SMITH, R.; J. AGUIAR; J. CAPRILE. 2015. Sweet Corn production in California. University of California. Vegetable Research and Information Center. Disponible: <http://anrcatalog.ucant.edu> Consultado: 11 de abril de 2017.
- SPLITTSTOESSER, W.W. 1990. Vegetable growing handbook. 3 ed. Van Nostrand Reinhold (ed). Nueva York.
- STONE, P.; J. WILSON; D.R. JAMIESON, P.D.; R. GILLESPIE. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. *Australian Journal of Agricultural Research* 52: 115–126.
- STYER, R.C.; D.J. CANTLIFFE. 1984. Dependence of seed vigor during germination of carbohydrate source in endosperm mutant of maize. *Plant Physiol.* 76: 196-200.
- SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA DIRECCIÓN NACIONAL DE INFORMACIÓN Y MERCADOS, MINAGRI. 2014. Estimaciones agrícolas diciembre 2014. Disponible: <http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/indicadores/ifer-dem-int/2014/dic-2014.pdf> consultado: 16 de marzo de 2017.
- SUMMERS, G.; J.J. STAPLETON. 2002. Management of Corn Leafhopper (*Homoptera: Cicadellidae*) and Corn Stunt Disease in Sweet Corn Using Reflective Mulch. *Journal of Economic Entomology* 95 (2): 325-330.
- SUSLOW, T.; M. CANTWELL. 1997. Corn Sweet: Recommendations for maintaining postharvest quality. University of California, Davis. Disponible: <http://postharvest.ucdavis.edu> consultado 22 de marzo de 2017.
- TADMOR, Y.; F. AZANZA; T. HAN; T.R. ROCHEFORD; J.A. JUVICK. 1995. RFLP mapping of the sugary enhancer1 gene in maize. *Theoretical and applied genetics* 91:489-494.
- TOTIS DE ZELJKOVICH, L.; C. REBELLA. 1980. Necesidades de agua de un cultivo de maíz en la región de Pergamino. En: 3.º Congreso Nacional de Maíz, Pergamino, 1980. Actas. 211-220 pp.
- UHART, S.A.; F.H. ANDRADE. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I effect on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. *Crop Sci.* 35: 1376-1383.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2015. National Nutrient Database for standard reference. Sweet Corn. Disponible: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show> consultado: 04 de abril de 2017.

- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2015. Foreign Agricultural Service. Disponible: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline> consultado 08 de marzo de 2017.
- WAN, E.V.; G.B. BROWN; W.A. HILLS. 1971. Genetic modifications of sweet corn quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:441-444.
- WATERER, D. 2010. Evaluation of biodegradable mulches for production of warm-season vegetable crops. *Can. J. Plant Sci* 90(5): 737-743.
- WATTS, D.G.; C.R. DEHLINGER; J.W. WOLFE; M.N. SHEARER. 1968. Consumptive use and net irrigation requirements for Oregon. *Oregon Agr. Expt. Sta. Cir. Inf.* 628.
- WELBAUN, G.; J.M. FRANTZ; M.K. GUNATILAKA; Z. SHEN. 1991. A Comparison of the Growth, Establishment, and Maturity of Direct-seeded and Transplanted sh2 Sweet Corn. *HortScience* 36:687-690.
- WESTGATE, M.E.; J.S. BOYER. 1985a. Carbohydrates reserves and reproductive development at low leaf water potential in maize. *Crop Sci.* 25:762-769.
- WESTGATE, M.E.; J.S. BOYER. 1985b. Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low water potential in maize. *Planta* 164:540-549.
- WESTGATE, M.E.; J.S. BOYER. 1986. Reproduction at low silk and pollen water potential in maize. *Crop. Sci.* 26:951-956.
- WILCOX, G.E.; C.L. PFEIFFER. 1990. Temperature effect on seed germination, seedling roots development and growth for several vegetables. *J. Plant Nutr.* 13:1393-1403.
- WILEY, R.C. 1985. Sweet corn aroma: studies of its chemical components and influence on flavor. En: H.E. Pattee (ed). *Evaluation of quality of fruits and vegetables*. AVI publishing, Westport, Connecticut.
- WILLIAMS, M. 2012. Agronomics and economics of plant population density on processing sweet corn. *Field Crops Research* 128:55-61.
- WOLFE, D.W.; F. AZANZA; J.A. JUVIK. 1997. Sweet Corn. En: *The physiology of vegetable crops*. Ed: H.C. Wien. CAB International. Reino Unido.
- WONG, A.D.; J.A. JUVIK; D.C. BREEDEN; J.M. SWIADER. 1994. Shrunken2 sweet corn yield and the chemical components of quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:747-755.
- ZHANG, T.Q.; C. TAN; J. WARNER. 2007. Fresh market sweet corn production with clear and wavelength selective soil mulch films. *Can. J. Plant Sci.* 87: 559-564.
- ZINZELMEIR, C.; M. WESTGATE; R.J. JONES. 1995. Kernel set at low water potential does not vary with source/sink ratio in maize. *Crop. Sci.* 35:158-163.



La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina.



**ASAHO**

Asociación  
Argentina de  
Horticultura



Ministerio de Agroindustria  
Presidencia de la Nación