



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad: Tesina

Título:

**ESTUDIO DEL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE UN HÍBRIDO DE
MAÍZ DULCE CULTIVADO BAJO DOS FECHAS DE SIEMBRA EN
RESISTENCIA, PROVINCIA DEL CHACO.**

Alumna: Benítez Falcón, María Cecilia

Asesora: Ing. Agr. (Dra.) Sofía E. Olmos

Lugar de trabajo: Huerta Godoy, Resistencia, Chaco.

AÑO 2023

RESUMEN

El efecto de la fecha de siembra sobre la producción y calidad del cultivo de maíz dulce en Chaco, aún no ha sido estudiado suficientemente por lo que su conocimiento contribuiría a la intensificación de la producción local. Tomando en cuenta esta problemática se realizó un ensayo en una huerta comercial de la ciudad de Resistencia en dos fechas de siembra (FS 1: 01/09/2021 y FS 2: 01/10/2021), con un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones, a los efectos de determinar su incidencia sobre parámetros de crecimiento y de calidad del híbrido Protector (súper dulce) con tecnología Attribute II (resistencia a insectos lepidópteros y al herbicida glifosato). En el estado reproductivo R1 (floración femenina) y en el estado de grano lechoso-pastoso (R3) se cortaron ocho plantas por parcela para su análisis. Se obtuvieron a cosecha 142-148 g PF granos/Espiga 1 (espiga superior) para FS 1 y FS 2, respectivamente. En FS 2 se logró en general mayor crecimiento de las plantas. A pesar de ser el híbrido Protector un genotipo prolífico, solamente las espigas superiores produjeron mazorcas aptas para comercialización. Las espigas 1 se clasificarían en tamaño chico (<20 cm) y grado de selección 1 (variación de longitud de la espiga <10%).

INTRODUCCIÓN

Argentina es el cuarto exportador mundial de maíz para grano, luego de Brasil, China y Estados Unidos de América. A pesar de contar con un gran potencial productivo como lo demuestra las 7,2 millones de hectáreas cosechadas en 2019, el país no contribuye a la producción global del tipo de maíz denominado maíz dulce, siendo en realidad importador de este *commodity* (FAO 2021; TrendEconomy 2021).

Actualmente solo el 2% (14.000 ha) del área hortícola de Argentina (700.000 ha) se cultiva con maíz dulce (CFI 2016) indicando que aunque existirían condiciones potenciales para incrementar su cultivo, es baja su participación dentro de los cultivos hortícolas para satisfacer la oferta doméstica. En Argentina la oferta de mazorcas frescas es altamente estacional aunque la diversidad del clima en el país hace que haya oferta todo el año aunque con mayor o menor producción. Al final del verano existe menor

producción y los precios aumentan, durante el invierno el mayor ingreso proviene de la región pampeana, NOA y Formosa (Parera 2017).

Entre los destinos comerciales de producción del maíz dulce se encuentran el consumo fresco de la mazorca (choclo), así como también enlatados y congelados procesados industrialmente (Oliveira Jr. *et al.* 2006; Szymanek 2012). El momento de la cosecha se realiza en el estado de desarrollo y crecimiento de grano lechoso (R3) cuyo indicador evidente es el cambio de color verde claro a marrón de los estigmas de la espiga (Abendroth *et al.* 2011). A nivel comercial se desarrollaron estándares que relacionan el grado de madurez del grano del maíz dulce con su calidad comercial lo cual facilita el pago según el destino de producción (USDA 1997).

La región del NEA (nordeste de Argentina) comprendida por las provincias de Chaco, Formosa, Corrientes y Misiones se caracteriza por una homogeneidad del relieve, clima y de recursos naturales y su clima corresponde al subtropical húmedo según la clasificación de Köppen (Kottek *et al.* 2006). La región es altamente vulnerable a eventos de déficit y excesos hídricos extremos (Lovino *et al.* 2014). En los últimos años el NEA ha evidenciado un cambio de patrones de temperaturas con una tendencia hacia temperaturas más cálidas, particularmente durante el día, con incrementos en la intensidad de las precipitaciones así como de alta variabilidad interanual de las mismas (Lovino *et al.* 2018). En este contexto se vuelve pertinente el estudio de adaptación de nuevas especies y cultivares de maíz dulce con el fin de identificar las mejores prácticas de manejo y genotipos que maximicen rendimiento y calidad para satisfacer las demandas del mercado.

La producción hortícola del NEA se concentra en productores familiares en áreas periurbanas (CIPAF 2011). La contribución de la región al mercado doméstico de maíz dulce es pequeña (3,5%) (Barón *et al.* 2013); sin embargo, su cultivo contaría con la oferta ambiental y suministro de riego instaladas en producciones hortícolas que facilitaría su adopción particularmente en verano cuando temperaturas extremas impiden el cultivo de verduras de hojas. Entre los factores limitantes de la difusión del cultivo se encuentran la alta presión de factores adversos como ser enfermedades, plagas y malezas (Parera 2017). Dentro de las principales plagas que afectan el cultivo se puede mencionar la chicharrita del maíz vector de virosis y del espiroplasma que causan el

achaparramiento del maíz (Giménez Pecci *et al.* 2002) y el cogollero del maíz (Niccia *et al.* 2019) entre otros. En cuanto a enfermedades prevalecen las virosis y mollicutes (Giménez Pecci *et al.* 2017) y hongos como el tizón del maíz (De Rossi *et al.* 2022). Por estos motivos es esencial el estudio de prácticas de manejo y elección del mejor genotipo de maíz dulce que permitan afrontar los desafíos que impone el cultivo.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el desarrollo y crecimiento de un híbrido de maíz dulce cultivado en la zona periurbana de la ciudad de Resistencia, Chaco bajo diferentes ofertas ambientales impuestas con dos fechas de siembra.

ANTECEDENTES

Se denomina maíz dulce a la clase de maíz (variedad o híbrido) que tiene uno o más alelos recesivos que alteran el contenido de carbohidrato del endosperma resultando en endosperma con altos niveles de azúcar y bajos en almidón (Tracy 2000). Entre los genes que alteran la composición del endosperma se encuentran *su1* (*sugary1*), *sh2* (*shrunken2*), *bt1* (*brittle1*), y *bt2* (*brittle2*), cuyos alelos afectan además el crecimiento de las plantas, la calidad culinaria, la apariencia de las espigas y plantas, y la viabilidad de las semillas (Coe Jr. *et al.* 1988; Tracy 2000).

Como consecuencia del contenido reducido de almidón en el endosperma, el maíz dulce en comparación del maíz para grano, experimenta problemas de vigor y uniformidad de emergencia durante la etapa de implantación del cultivo (Lizaso *et al.* 2007). En este sentido, se ha demostrado que genotipos con el alelo *sh2* manifiestan menor tolerancia al frío durante el proceso de germinación (Hassell *et al.* 2003). Asimismo, temperaturas por debajo de 10°C no solo afectan la germinación de maíz dulce sino también el crecimiento de las plántulas y su metabolismo (Haskell 1948; Xiang *et al.* 2020). Por el contrario, temperaturas altas de 35 to 43°C luego de espigazón reducen en maíz dulce el llenado de los granos apicales y el periodo del llenado de los granos (Rajablarijani *et al.* 2014).

Una de las prácticas de manejo que influyen la productividad de maíz dulce, esto es el número y peso de los granos y el tamaño de la mazorca, es la elección de la fecha de siembra (Khan *et al.* 2019; Shibzukhov *et al.* 2021).

La elección de la fecha de siembra permite imponer al cultivo a priori determinadas condiciones de crecimiento. Así por ejemplo en clima subtropical las siembras tardías exponen el cultivo a una caída de temperatura y radiación extendiendo el tiempo a cosecha y afectando negativamente la productividad de las mazorcas (Franco *et al.* 2016). En general el momento óptimo de la fecha de siembra de maíz dulce depende del año, sitio y genotipo (Öktem *et al.* 2004; Lente & Pepó 2011). Entre las variables de crecimiento que modelan con mayor porcentaje de explicación la productividad del maíz dulce, ante las diferentes condiciones ambientales impuestas, se encuentran el área foliar y el peso seco de la espiga (Reid 2017). Mientras que otras prácticas agronómicas, como la densidad de siembra y el nivel de fertilización con nitrógeno modelan además el peso seco de espigas (Lizaso *et al.* 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio del ensayo: Los ensayos se condujeron en la huerta hortícola del sr. Damián Godoy ubicado en el Barrio Golf Club de la ciudad de Resistencia Chaco, bajo condiciones de riego por micro aspersión utilizando como fuente de agua una laguna lindante al establecimiento. Los ensayos se realizaron sin control químico de plagas y con cobertura de malla antipájaro.

Diseño experimental: Se utilizó diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres parcelas como repeticiones. Las unidades experimentales (UE) consistieron de parcelas con cuatro surcos de 4 m de largo espaciados a 0,7 m. La densidad de siembra fue de 4 plantas por metro lineal (57.142 plantas/ha). Se sembraron dos semillas por sitio y en el momento de estado de tres hojas se procedió al raleo. Como labor previa a la siembra se realizó el pasaje de una rastra de disco.

Fechas de siembra: Se realizaron dos fechas de siembra (FS) consecutivas el primer día del mes durante la estación de primavera-verano: FS 1) 01/09/2021 y FS 2) 01/10/2021.

Material vegetal: Se empleó el híbrido superdulce “Protector” de Syngenta con tecnología Attribute II (Resistencia a lepidópteros y a glifosato). Se sembró un 10% del área de relleno utilizando una variedad de maíz dulce común sin eventos transgénicos (Abasto INTA).

Fertilización: Se realizó el muestreo de suelo el mismo día de la FS 1. El análisis se realizó en el laboratorio de suelos del Instituto Agrotécnico (UNNE) teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- pH actual con potenciómetro (relación 1: 2,5)
- Conductividad eléctrica de extracto, relación 1:2,5
- Fósforo método Bray Kurtz No1 - IRAM 29570-1
- Carbono Orgánico método semi-micro Walkley-Black -IRAM 29571-2
- Nitrógeno Total método semi-micro Kjeldahl.
- Calcio y Magnesio por complejometría con EDTA- Extracto con Acetato de Amonio 1M, pH7.-
- Textura, por el método hidrométrico de Boutoukus.

Al realizar la primera siembra no se contó con la información necesaria para realizar las correcciones de fertilización al momento de la implantación. Teniendo en cuenta la alta demanda de nitrógeno del cultivo de maíz dulce (Parera 2017) se adicionó nitrógeno (400 Kg/ha de nitrógeno) en forma de urea fraccionada incorporada durante cuatro semanas desde el momento de emergencia hasta el estadio de seis hojas expandidas (V6). La aplicación de nitrógeno en esta etapa resulta en una mayor acumulación de peso seco de la espiga (Lizaso *et al.* 2007).

Determinaciones: En el estado reproductivo (ER) R1 y en el estado de grano lechoso-pastoso (R3) se cortaron ocho plantas por UE y se midió: peso fresco y seco (secado en estufa a 65°C) de las fracciones vegetativa (tallo, vaina, lámina) y fracciones reproductiva (chala, mazorca, granos) y diámetro de la espiga superior (espiga 1) y la ubicada inmediatamente debajo (espiga 2). Además, en las plantas se contó el número de hojas verdes remanente y el número de entrenudos. En el momento de floración femenina (R1) se calculó área verde como la sumatoria del producto entre la longitud y ancho máximo de cada lámina completamente verde de cada planta, y el factor 0,75 (Razquin *et al.* 2017).

Tiempo térmico: Se calculó el tiempo térmico acumulado para alcanzar el estado R1 y R3 y se estimó la tasa de aparición de puntas de hojas (o filocrono) descrito en (Wilhelm & McMaster 1995). Para el cálculo de tiempo térmico ($^{\circ}\text{C}$ día acumulados) se empleó la siguiente ecuación: $[(T^{\circ}\text{C min} + T^{\circ}\text{C max})/2] - 10$; si $T^{\circ}\text{C min} < 10^{\circ}\text{C}$, $T^{\circ}\text{C min} = 10$; si $T^{\circ}\text{C max} > 30^{\circ}\text{C}$, $T^{\circ}\text{C max} = 30$ (Abendroth et al., 2011). Los datos meteorológicos se obtuvieron del aeropuerto de la ciudad de Resistencia.

Análisis de datos: análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones de medias con LSD de Fisher, utilizando el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2010). En el ANOVA se utilizó un modelo lineal mixto considerando en determinadas variables a la fecha de siembra y al estado reproductivo (R1 y R3) como factores fijos, mientras que plantas y parcelas se incorporaron como factores aleatorios. En cada variable se modeló la heterocedasticidad a fin de obtener de reducir la magnitud de las medidas de ajuste de distintos modelos (AIC, criterio de Akaike y BIC, Criterio Bayesiano de Información).

RESULTADOS

Condiciones ambientales de crecimiento:

Durante el ciclo de crecimiento completo de maíz dulce sembrado en FS 1 y FS 2 (Figura 1) se registraron temperaturas medias diarias de 22 y 24 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Así, el atraso de la siembra de un mes, de septiembre a octubre, resultó en un incremento de la temperatura media diaria de 2 $^{\circ}\text{C}$. Similar tendencia se presentó con las temperaturas diarias registradas en el periodo de llenado de granos (Tabla 1), las temperaturas en FS 2 resultaron ser 1 $^{\circ}\text{C}$ superiores que las ocurridas en FS 1. Durante el primer mes de implantación del cultivo, se obtuvieron 8 y 3 días de temperaturas por debajo de 10 $^{\circ}\text{C}$ para FS 1 y FS 2, respectivamente.

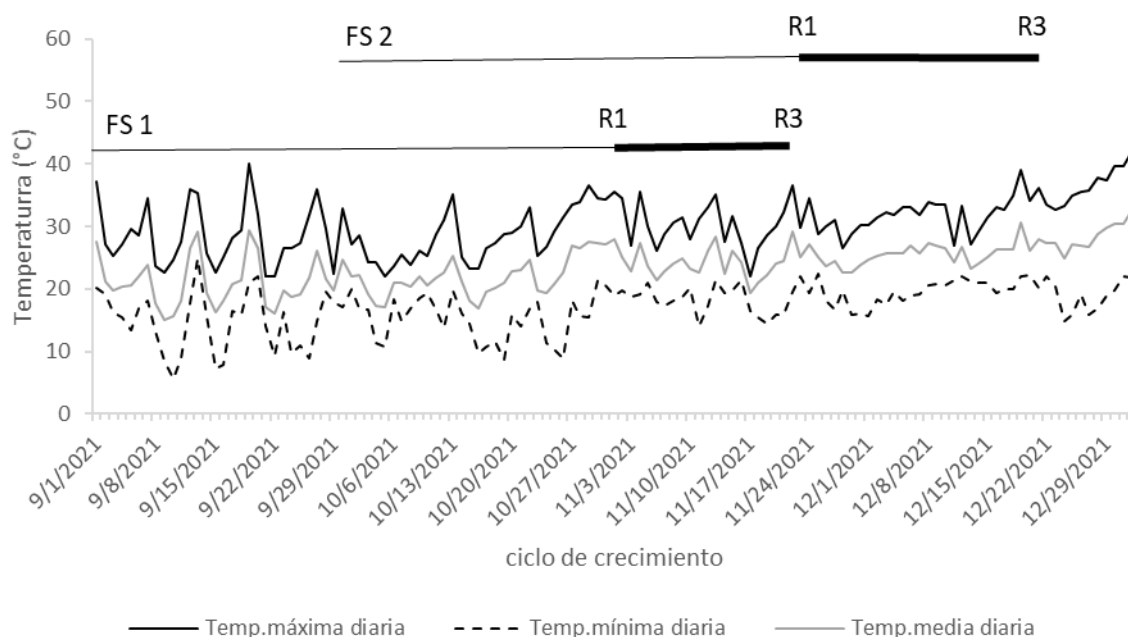


Figura 1: Variación de temperaturas diarias registradas durante el ciclo de crecimiento de maíz dulce en Resistencia, Chaco, sembrado en FS 1 y FS 2. En líneas negra horizontal trazo fino se esquematiza el periodo vegetativo y en líneas negra horizontal trazo grueso se indica el periodo de llenado de granos (R1 a R3).

Tabla 1: Promedio de temperaturas máximas, mínimas y medias diarias registradas el periodo de estado reproductivo R1 a R3 (llenado de granos).

Fecha de siembra	Temp.máxima diaria	Temp.media diaria	Temp.mínima diaria
FS 1	31,2	24,2	18,2
FS 2	31,9	25,6	19,5

Los días calendarios para la ocurrencia del estado R1 fue de 62 y 57 días para FS 1 y FS 2, respectivamente. Mientras que el periodo de llenado de granos (R1-R3) tuvo una duración de 21 y 26 días para FS1 y FS 2, respectivamente.

El momento de cosecha fue el 22/11/2021 y el 22/12/2021 para FS 1 y FS 2, respectivamente. Con ambas fechas de siembra se completó el ciclo del cultivo (cosecha en estado R3) a los 83 días de la siembra. Mientras que el tiempo térmico ($^{\circ}\text{C}$ día acumulados) para alcanzar el estado de R3 fue de 965 y de 1070 $^{\circ}\text{C}$ día para FS 1 y FS 2, respectivamente.

La precipitación acumulada desde siembra a R3 fue de 380 y 422 mm para FS 1 y FS 2, respectivamente. En general se presentó una buena distribución de lluvias durante ambas fechas de siembra, se aplicó el riego complementario en forma periódica cuando la superficie del suelo no se encontraba húmeda.

El análisis de suelo (realizado el día de FS 1) dio como resultado los siguientes valores e interpretaciones (Stahringer & Dalurzo 2022): pH: 7,1 (neutro),; CE ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$): 0,17 (no salino),; P ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$): 67,9 (muy alto),; COT (%): 1,13 ($\text{MO}=1,724\cdot 1,13=1,94\%$, muy pobremente provisto),; NT (%): 0,17 (bien provisto),; NO_3 ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$): 0,79 (bajo),; K ($\text{Cmol}\cdot\text{Kg}^{-1}$): 0,25 (bajo),; Ca ($\text{Cmol}\cdot\text{Kg}^{-1}$): 7,1 (alto),; Mg ($\text{Cmol}\cdot\text{Kg}^{-1}$): 4,9 (alto),; Na ($\text{Cmol}\cdot\text{Kg}^{-1}$): 1,0,; textura: franco limoso.

Con respecto a plagas y enfermedades, se observó ocasionalmente en el estado vegetativo del híbrido Protector la ocurrencia de larvas de “gusano cogollero”, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidóptera: Noctuidae). Mientras que en el estado de cosecha R3 se observaron larvas de la mosca de la mazorca *Euxesta* sp. (Díptera) alimentándose de granos de la punta de la espiga, en particular de la espiga 2. No se observaron otras plagas. Sí se observaron ocasionalmente clorosis marginal y necrosis en la punta de la hoja similar a deficiencias de potasio y color amarillo uniforme en toda la hoja, incluyendo las venas y los tejidos intervenales similar a deficiencia de azufre (Sharma & Kumar 2011).

Determinaciones:

Con la siembra en FS 2, con respecto a FS 1, se lograron mayores valores de altura y área verde acumulada por planta. Mientras que el número de hojas totales y de hojas verdes (en el estado R3) y el número de entrenudos por planta resultó no significativo para fecha de siembra (Tabla 2).

Tabla 2: Valores medios de variables de crecimiento determinadas en maíz dulce sembrado en FS 1 y FS2 en Resistencia, Chaco

Variables	FS 1	FS 2	ANOVA
Nº hojas totales/planta	14,2	14,6	ns
Nº hojas verdes/planta	9,9	9,9	ns
Nº de entrenudos/planta	9,3	9,6	ns
Altura arriba de la panoja	150 b	172 a	***
Área verde (cm ²)/planta	3138 b	3622 a	***

Nota: Cada valor es la media de tres repeticiones de un experimento realizado en la campaña 2021 en maíz dulce, en Resistencia- Chaco. Los resultados del ANOVA simple se presentan en la parte derecha de la tabla. Abreviatura: ns, no significativo. ***, **, *, significativos a $p \leq 0,001$, 0,01 y 0,05, respectivamente.

Se comparó el peso seco entre los órganos vegetativos muestreados en el estado reproductivo R1 y R3 en ambas fechas de siembra. Como resultado se observó (Tabla 3) que no hubo interacción significativa para las interacciones FS*ER y se procedió a analizar los efectos simples. El peso seco de hojas resultó no significativo para los factores analizados. En el estado R1 se obtuvo mayor peso seco de vaina y de tallo comparado al estado de R3. La magnitud de las diferencias fue de 1,5 g/planta y de 2,2 g PS/planta para la fracción vaina y tallo, respectivamente. Mientras la siembra en FS 2 resultó en 2,8 g PS/planta mayor que la siembra en FS 1.

El rendimiento de peso fresco de granos de la espiga 1 (espiga superior) resultó no significativo para las fechas de siembra (Tabla 4), obteniéndose valores de 142-148 g PF granos/Espiga 1 para FS 1 y FS 2, respectivamente (Figura 2). Asimismo, tampoco resultaron diferentes las variables de longitud y ancho de la espiga 1. En FS 2 se logró mayor peso fresco de la espiga 2 (posicionada debajo de la espiga superior), y mayor ancho y longitud comparado a FS 1. Por el contrario, en FS 2 se determinó menor humedad de grano en espiga 1 lo que estaría indicando un retraso del momento de cosecha comparado a FS 1.

Las longitudes de la espiga 1 tuvieron los siguientes parámetros de dispersión FS 1= CV: 9,4% mín.: 13 cm, máx. 21 cm; FS 2= CV 4,8%, mín.: 17 cm, máx.:21 cm).

Tabla 3: Valores medios del peso seco de la fracción vegetativa en el estado reproductivo R1 y R3 de maíz dulce sembrado en FS 1 y FS 2 en Resistencia, Chaco.

		PS hojas	PS vaina	PS tallo
FS	1	17,7	10,5	24,3 b
	2	18,7	10,3	27,1 a
ER	R1	17,9	11,2 a	26,9 a
	R3	18,5	9,7 b	24,7 b
FS*ER	1_R1	17,0	11,0	26,1
	1_R3	18,4	10,1	22,6
	2_R1	18,7	11,4	27,6
	2_R3	18,7	9,3	26,7
ANOVA				
FS		ns	ns	*
ER		ns	***	*
FS*ER		ns	ns	ns

Nota: Cada valor es la media de tres repeticiones de un experimento realizado en la campaña 2021 en maíz dulce, en Resistencia- Chaco. Los resultados del ANOVA se presentan en la parte inferior. Abreviatura: ns, no significativo. ***, **, *, significativos a $p \leq 0,001$, 0,01 y 0,05, respectivamente.

Tabla 4. Rendimiento de peso fresco de granos (PF) y dimensiones de las espigas de maíz dulce sembrado en FS 1 y FS 2 en Resistencia, Chaco.

Variables	FS 1	FS 2	ANOVA
PF granos Espiga 1 (g)	148,7	142,8	ns
PF granos Espiga 2 (g)	67,4 b	95,2 a	*
% humedad Espiga 1	81,3 a	77,3 b	***
Ancho Espiga 1 (cm)	4,5	4,7	ns
Longitud Espiga 1 (cm)	18,5	18,8	ns
Ancho Espiga 2 (cm)	3,1 b	4,3 a	*
Longitud Espiga 2 (cm)	11,6 b	16,9 a	*

Nota: Cada valor es la media de tres repeticiones de un experimento realizado en la campaña 2021 en maíz dulce, en Resistencia- Chaco. Los resultados del ANOVA se presentan en la parte derecha de la tabla. Abreviatura: ns, no significativo. ***, **, *, significativos a $p \leq 0,001$, 0,01 y 0,05, respectivamente.



Figura 2. A) Vista del ensayo en el momento de cosecha de FS 1 en Resistencia- Chaco, B) Espiga 1 (izquierda) y espiga 2 (derecha) cosechada en estado R3 en FS 1, se observa en espiga 2 la punta de la mazorca comida por larvas de *Euxesta sp.*

DISCUSIÓN

En el presente trabajo se comenta que fue posible lograr las condiciones ambientales suficientes para obtener el completo desarrollo y crecimiento del híbrido Protector en las dos fechas de siembra FS1 y FS 2 en Resistencia, Chaco, el ciclo completo del cultivo se ubicó al final de estación invernal y primaveral (FS 1) y dentro de la estación primaveral (FS 2).

El maíz dulce es un cultivo de clima templado-cálido, sensible a las heladas, siendo la temperatura basal mínima del aire de 10°C (Abendroth *et al.* 2011). Su ciclo se puede dividir en tres etapas: germinación, etapa vegetativa y etapa reproductiva (Parera 2017). Durante la etapa de germinación, los híbridos superdulces (como el híbrido Protector) que cuentan con la mutación *shrunk 2 (sh2)*, tienen una reducida emergencia a baja temperatura. En este sentido, temperaturas del suelo bajas retrasan considerablemente la germinación. Las temperaturas óptimas para la implantación del maíz dulce son mayores al maíz de grano y están cercas a 18°C (Ordás *et al.* 2007). En este sentido, En FS 2 (01/10/2021) durante el primer mes de implantación se logró con respecto a FS 1 (01/09/2021), la menor cantidad de días por debajo de la temperatura basal mínima, condiciones que explican las mayores magnitudes de variables de crecimiento observadas en FS 2.

Con respecto a las precipitaciones, el comienzo de la primavera (septiembre de 2021) se caracterizó por la ocurrencia de lluvias importantes superiores a las normales en varias provincias, incluyendo Chaco, luego de un periodo invernal (junio-julio-agosto) con una alta variabilidad térmica, presentando períodos de frío y calor extremo, así como también con una gran amplitud térmica (SMN 2021). El riego por microaspersión (con picos ubicados a 2 m de altura) fue suficiente para mantener la humedad del suelo del cultivo, aunque presentó la dificultad de suministrar una correcta distribución durante la ocurrencia de vientos intensos de dirección norte coincidentes con altas temperaturas.

Ambas fechas de siembra resultaron en similar número de hojas y de entrenudos, pero en variación de altura total de planta. Esto se explicaría por la respuesta del maíz al fotoperiodo y al termoperiodo. El maíz responde al fotoperiodo como una especie cuantitativa de día corto, es decir que su ciclo se alarga al alargarse la duración del día, a partir de un umbral crítico que varía entre 10 a 13,5 h (Kiniry *et al.* 1983). En maíces fotosensitivos el número de primordios de hojas puede incrementarse a medida que aumenta el fotoperiodo. Sin embargo, los fotoperiodos largos no se traducirán en un mayor número de hojas si son acompañados de bajas temperaturas que depriman la actividad meristemática en el ápice; o aparecerán asociados con una iniciación anticipada de la panoja (y por lo tanto de menor producción de hojas) si existen temperaturas altas que aumenten la velocidad de desarrollo. Los cultivares tropicales muestran, en general, mayor sensibilidad al aumento del fotoperiodo que los adaptados a ambientes templados (Bonhomme *et al.* 1991). En forma adicional, es un hecho que los maíces cultivados han sido mejorados genéticamente para su adaptación en latitudes altas (clima templado) donde se presentan días largos durante estación primavera-estival (Hung *et al.* 2012), por este motivo presentan una baja respuesta al fotoperiodo. El híbrido Protector es un material importado de Estados Unidos de América de origen templado (Syngenta 2017), y bajo las condiciones de crecimiento en los ensayos de FS 1 y FS2 no ha mostrado tener sensibilidad al fotoperiodo, asimismo presentó un bajo porte (baja altura de planta) y una variación de

altura debida a los ambientes diferentes impuestos con fechas de siembras FS1 y FS2.

Las condiciones favorables de crecimiento de la FS 2 también favorecieron la acumulación de peso seco del tallo del híbrido Protector. Por otro lado, la disminución de peso seco de vainas y de tallo en la cosecha en el estado reproductivo R3, comparado a R1, podría estar relacionada a la removilización de reservas de estos órganos vegetativos (fuente) hacia los granos (destino). En este sentido, se sabe que el tallo de la planta de maíz se puede comportar como fuente y como destino, amortiguando déficits y excesos de asimilados durante la etapa de llenado efectivo de los granos (Andrade 2023). Por otro lado, peso de hojas verdes no varió en los estados reproductivos R1 y R3, asimismo se observó en la cosecha gran permanencia de hojas verdes, de color oscuro y baja senescencia.

En relación a la producción de espigas, el híbrido Protector se destaca por ser muy prolífico con alto porcentaje de doble espiga por planta (Syngenta 2017). En la práctica tanto en FS 1 como FS 2 se observó mayor cantidad de espigas por planta, así como de macollos con espigas, en algunos casos se observaron malformaciones en órganos reproductivos como ser el desarrollo de espigas menores en la punta de la panoja de macollos. En cuanto a rendimiento y calidad comercial de las espigas de maíz dulce, en el presente ensayo se lograron anchos de espigas aceptables para el consumo fresco (Williams 2018), esto es $>4,5$ cm, solamente en FS 2. Las longitudes de las espigas 1 (superior) estuvieron de acuerdo a lo citado en la bibliografía dentro del rango aceptable de 17-18 cm (Williams 2018). En cuanto a la calidad de las mazorcas, no se observaron daños por plagas en la espiga 1 que pudieran reducir su calidad comercial (USDA 1997). Por el contrario, la espiga 2 no cumplió con un tamaño apto para comercialización y fue la más atacada por larvas de la mosca de la mazorca. Teniendo en cuenta las reglamentaciones en Argentina de tipificación de maíz dulce (Resolución 297/83 de la Secretaría de Agricultura y Ganadería), las espigas 1 obtenidas en FS 1 y FS 2 se clasificarían como espigas chicas (< 20 cm de longitud) y grado de selección 1, donde para el grado 1 se especifica que solo podrá existir una diferencia del diez por ciento (10 %) en la longitud de la espiga (Parera 2017).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de cultivo empleadas fue posible completar el ciclo del cultivo de maíz dulce, híbrido superdulce Protector, en forma satisfactoria en siembras de FS 1 (01/09/2021) y FS 2 (01/10/2021) en Resistencia, Chaco. En el ciclo del cultivo durante la estación primaveral no se observaron factores limitantes de plagas ni de enfermedades.

A pesar de ser el híbrido Protector un genotipo prolífico, solamente la espiga superior de la planta (espiga 1) cumpliría los parámetros de calidad comercial para consumo fresco.

Según el estándar de comercialización en Argentina la espiga 1 se clasificaría como espiga chica y grado 1.

BIBLIOGRAFÍA

- ABENDROTH, L.J., ELMORE, R.W., BOYER, M.J. & MARLAY, S.K. (2011). *Corn growth and development* (Ed PMR 1009.). State University Extension, Ames, Iowa.
- ANDRADE, F.H. (2023). *Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz*, 1a ed. (Ed U.S. Andrade F, Otegui M, Cirilo A). Balcarce: Maizar.
- BONHOMME, R., DERIEUX, M., KINIRY, J.R., EDMAN, G.O. & OZIER-LAFONTAINE, H. (1991). Maize Leaf Number Sensitivity in Relation to Photoperiod in Multilocation Field Trials. *Agronomy Journal*, **83**, 153-157.
- CFI. (2016). *Sector hortícola*. Buenos Aires.
- CIPAF. (2011). *Atlas. Población y agricultura familiar en la región NEA*: Buenos Aires.
- COE JR., E.H., NEUFFER, M.G. & HOISINGTON, D.A. (1988). The Genetics of Corn. En *Corn and Corn Improvement* Agronomy Monographs. (Ed Sprague, G. F. and Dudley, J. W., Eds.), pp. 81-258. Madison, WI, USA: Amer. Soc. Agron.
- FAO. (2021). *FAOSTAT, Crops*.
- GIMÉNEZ PECCI, M.P., LAGUNA, I., AVILA, A., REMES LENICOV, A., VIRLA, E., BORGOGNO, C., NOME, C. & PARADELL, S. (2002). Difusión del Corn Stunt

Spiroplasma del maíz (*Spiroplasma kunkelii*) y del vector (*Dalbulus maidis*) en la República Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, ISSN 0041-8676, N^o. 1, 2002, pags. 1-8.

- GIMÉNEZ PECCI, M.P., MAURINO, M.F., DRUETTA, M., TORRICO, A.K., OLESZCZUC, D., GUERRA, F.A., GUERRA, G.D., DE ROSSI, R., PLAZAS, M., BRÜCHER, E., BARONTINI, J., FERRER, M. & LAGUNA, I.G. (2017). Enfermedades del maíz de siembra tardía causadas por virus, mollicutes y bacterias. En *El mismo maíz, un nuevo desafío: Compendio primer congreso de maíz tardío*, 1.^a ed (Eds L. Borrás & S. Uhart), pp. 128-145. San Isidro. Argentina: Dow Agrosciences.
- HASKELL, G. (1948). Effect of low temperatures on the germination of inbred lines of sweet corn. *Science*, **107**, 150.
- HASSELL, R.L., DUFAULT, R.J. & PHILLIPS, T.L. (2003). Low-temperature germination response of su, se, and sh2 sweet corn cultivars. *HortTechnology*, **13**, 136-141.
- HUNG, H.-Y.H.-Y., SHANNON, L.M.L.M., TIAN, F., BRADBURY, P.J.P.J., CHEN, C., FLINT-GARCIA, S.A.S.A., McMULLEN, M.D.M.D., WARE, D., BUCKLER, E.S.E.S., DOEBLEY, J.F.J.F., HOLLAND, J.B.J.B., DOEBLEY, J.F.J.F. & HOLLAND, J.B.J.B. (2012). ZmCCT and the genetic basis of day-length adaptation underlying the postdomestication spread of maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**, E1913-21.
- KHAN, Z.H., KHALIL, S.K., IKRAMULLAH, ALI, M., IQBAL, A., ISLAM, B., ALI, K., ALI, W., AHMAD, M., AFRIDI, S.G. & SHAH, F. (2019). Physical characteristics of cobs and kernels in sweet corn under varying planting environments. *Fresenius Environmental Bulletin*, **28**, 6568-6573.
- KINIRY, J.R., RITCHIE, J.T., MUSSER, R.L., FLINT, E.P. & IWIG, W.C. (1983). The Photoperiod Sensitive Interval in Maize1. *Agronomy Journal*, **75**, 687-690.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, **15**, 259-263.
- LENTE, Á. & PEPÓ, P. (2011). Effect of year and technological factors on the yield and agronomic traits of sweet corn (*Zea mays* L. Convar. saccharata Koern.) varieties in a long-term experiment. *Acta Agronomica Hungarica*, **59**, 143-152.
- LIZASO, J.I., BOOTE, K.J., CHERR, C.M., SCHOLBERG, J.M.S., CASANOVA, J.J., JUDGE, J., JONES, J.W. & HOOGENBOOM, G. (2007). Developing a sweet corn simulation model to predict fresh market yield and quality of ears. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **132**, 415-422.
- LOVINO, M., GARCÍA, N.O. & BAETHGEN, W. (2014). Spatiotemporal analysis of extreme precipitation events in the Northeast region of Argentina (NEA). *Journal of Hydrology: Regional Studies*, **2**, 140-158.
- LOVINO, M.A., MÜLLER, O. V, BERBERY, E.H. & MÜLLER, G. V. (2018). How have daily climate extremes changed in the recent past over northeastern

- Argentina? *Global and Planetary Change*, **168**, 78-97.
- NICCIA, E., MARZETTI, M. & MADIAS, A. (2019). Comportamiento de híbridos de maíz con diferentes eventos biotecnológicos frente a *Spodoptera frugiperda*. En *Revista RED de MAÍZ TARDIO Aapresid - Campaña 2018-2019*, pp. 1-7.
- ÖKTEM, A., ÖKTEM, A.G. & COŞKUN, Y. (2004). Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) under Şanlıurfa conditions . *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **28**, 83-91.
- OLIVEIRA JR., L.F.G., DELIZA, R., BRESSAN-SMITH, R., PEREIRA, M.G. & CHIQUIERE, T.B. (2006). Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura . *Food Science and Technology* , **26**, 159-165.
- ORDÁS, B., ROMAY, M.C. & REVELLA, P. (2007). Maíz dulce ¿por qué no? *Horticultura*, **202**, 14-18.
- PARERA, C. (2017). *Producción de maíz dulce*, First Edit. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.
- RAJABLARIJANI, H.R., MIRSHEKARI, B., AGHAALIKHANI, M., RASHIDI, V. & FARAHVASH, F. (2014). Sweet corn weed control and yields in response to sowing date and cropping systems. *HortScience*, **49**, 289-293.
- RAZQUIN, C.J., MADDONNI, G.A. & VEGA, C.R.C. (2017). Non-destructive leaf area estimation in individual plants of maize (*Zea mays* L.) growing in crop canopies . *AgriScientia*, **34**, 27-38.
- REID, J.B. (2017). A preliminary model of sweet corn growth and yield. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **45**, 130-149.
- DE ROSSI, R.L., GUERRA, F.A., PLAZAS, M.C., VULETIC, E.E., BRÜCHER, E., GUERRA, G.D. & REIS, E.M. (2022). Crop damage, economic losses, and the economic damage threshold for northern corn leaf blight. *Crop Protection*, **154**, 105901.
- SHARMA, M.K. & KUMAR, Y P. (2011). *A guide to Identifying and Managing Nutrient Deficiencies in Cereal Crops* (Eds G.D. K. Majumdar, T. Satyanarayana, R. Gupta, M. L. Jat & D.L.A.E. Sulewsky). Norcross, GA, EUA. EL Batán México: Instituto Internacional de Nutrición Vegetal (IPNI) Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- SHIBZUKHOV, Z.-G., KISHEV, A., SHIBZUKHOVA, Z., EZIEV, M. & AKBAR, I. (2021). Sowing time influence on the sweet corn productivity in the mountainous ecologically clean zone of Kabardino-Balkaria. En, p. Kabardino-Balkarian State Agricultural University Named after V.M. Kokov, Lenin Avenue, 1V, Nalchik, 360030, Russian Federation.
- SMN. (2021). *Reporte preliminar. Estado del clima en Argentina 2021*.
- STAHINGER, N.I. & DALURZO, H.C. (2022). *Interpretación General de Resultados de Análisis de Suelos*.
- SYNGENTA. (2017). *Sweet Corn, Fresh Market Crop Guide*.
- SZYMANEK, M. (2012). Processing of Sweet Corn. En *Trends in Vital Food and*

- Control Engineering* (Ed A.A. Eissa), pp. 85-98. Rijeka: IntechOpen.
- TRACY, W.F. (2000). Sweet Corn. En *Specialty Corns, Second Edition* (Ed A.R. Hallauer), p. CRC Press.
- TRENDECONOMY. (2021). *World merchandise exports and imports by commodity (HS02): Seet corn (Zea mays var. saccharata)*.
- USDA. (1997). *United States Standards for Grades of Sweet Corn for Processing*.
- WILHELM, W.W. & MCMASTER, G.S. (1995). Importance of the Phyllochron in Studying Development and Growth in Grasses. *Crop Science*, **35**, 1-3.
- WILLIAMS, M.M. (2018). Reproductive Sink of Sweet Corn in Response to Plant Density and Hybrid. *HortScience horts*, **53**, 28-32.
- XIANG, N., HU, J., WEN, T., BRENNAN, M.A., BRENNAN, C.S. & GUO, X. (2020). Effects of temperature stress on the accumulation of ascorbic acid and folates in sweet corn (*Zea mays* L.) seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **100**, 1694-1701.