

Autor: Ricardo Héctor Maich

UNC

Fechas y densidades de siembra en maíz cultivado en el semiárido cordobés

Análisis y resultado de un ensayo realizado en la región central de Córdoba, para evaluar diferentes fechas de siembra y diferentes densidades de siembra del cultivo de maíz.

Palabras Claves:

Maíz; Fecha; Densidad de siembra; Córdoba

Introducción

Mucho se ha dicho y mucho hay por decir sobre la fecha y densidad de siembra en maíz. Haber dejado atrás la siembra convencional, al menos de la manera que se lo hacía 40 años atrás, por la siembra directa y haber esperado más de diez años para que el sistema se estabilizase, indujo a sustituir algunos paradigmas por otros. Uno de los que más ruido hizo entre los productores de la región central de la provincia de Córdoba fue adaptar la fecha de siembra del maíz a las condiciones semiáridas de la región. La siembra del maíz da inicio a fines de septiembre o principios de octubre. El marco teórico que lo sustenta es que, al sembrar temprano y con dos meses por delante para florecer, el periodo crítico para la determinación del número de destinos por unidad de superficie debería ubicarse en diciembre cuando se alcanza el día más largo del año, es decir la máxima heliofania o cantidad de radiación recibida por el cultivo. Por lo general, una limitante para nada irrelevante en las siembras tempranas en la región semiárida de la provincia de Córdoba es no contar con una buena cama de siembra, sobre todo en los primeros 20 cm. El mes de noviembre suele ser mala palabra para la siembra del maíz debido a que la floración coincide con el fatídico mes de enero de altas temperaturas, las cuales interfirieron con la polinización de las espigas y por más que llueva, generan un déficit hídrico debido a la excesiva demanda atmosférica. Hasta no hace mucho, en diciembre solo se sembraban los maíces de segunda. Aún así, los productores de la región comenzaron a diversificar las fechas de siembra de los maíces de primera con el objetivo de mover la floración más bien hacia atrás que hacia adelante. Si bien el cultivo atravesará su periodo crítico con una menor radiación incidente, ubicará al mismo en el mes de febrero periodo en que las temperaturas comienzan a bajar y las precipitaciones tienden a regularizarse. Otro aspecto que también sufrió un ajuste en función de las condiciones agroclimáticas de la región fue la densidad de siembra. El maíz, a diferencia de lo que sucede con los cereales de invierno, no macolla aunque si puede llegar a producir más de una espiga por vástago. Esta limitante de no compensar la baja densidad macollando determina que la densidad de siembra sea una práctica de manejo, por así decirlo, más predecible. Aún así, y al igual de lo acontecido con la fecha de siembra, el ajuste en la cantidad de plantas por hectárea fue otro de los

cambios que sufrió el cultivo de maíz en el semiárido cordobés. En líneas generales, se la redujo en un 25 % respecto a la utilizada en la zona núcleo. Finalmente, la elección del híbrido de maíz en cuanto a su ciclo (corto, intermedio o largo) dependerá si es de primera o de segunda, si se riega o no, con o sin fertilización, si se implanta en la zona núcleo o fuera de ella, entre otros aspectos. Se puede deducir a partir de los contenidos tratados hasta aquí que, además de la elección del híbrido, se debe prestar atención a la pluviometría, temperatura e insolación características de la región. Con la presente nota técnica se pretende brindar información preliminar sobre el comportamiento agronómico en maíz cultivado en secano, en distintas fechas y densidades de siembra en la región central semiárida de Córdoba.

Materiales y métodos

El ensayo comparativo de rendimiento en maíz se realizó en secano durante la campaña agrícola 2019-2020 en el Área Experimental del Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Córdoba (UNC). Se evaluaron dos híbridos de maíz de ciclo largo, DK 72-10 y P 2089. Las densidades de siembra usadas fueron tres: 40 mil, 60 mil y 80 mil plantas ha⁻¹. Ambos híbridos se sembraron en cuatro fechas de siembra, 19 de octubre de 2019, 14 de noviembre de 2019, 13 de diciembre de 2019 y 13 de enero de 2020. El híbrido DK 72-10 también se sembró en una quinta fecha de siembra, 6 de febrero de 2020. El diseño utilizado fue en bloques completamente aleatorizados con dos repeticiones con arreglo en parcelas divididas, correspondiéndole la principal a las fechas de siembra, a la subparcela el híbrido de maíz y las sub-subparcelas las densidades de siembra. Se trabajó con micro parcelas de cuatro surcos de 5 m de longitud distanciados por 52 cm. El distanciamiento entre surcos en la quinta fecha de siembra en el híbrido DK 72-10 fue de 35 cm. Al momento de la siembra y de la cosecha se tomaron muestras de suelo hasta los 2 metros de profundidad con el objetivo de estimar la cantidad en mm de agua total. Se registraron las precipitaciones acontecidas durante todo el ciclo de cultivo y entre 15 días antes y 15 días después de R1 (periodo crítico o PC). Del mismo modo se obró en cuanto al registro térmico con temperaturas iguales o superiores a 32 grados y nivel de radiación en MJ m⁻² durante el PC (información brindada por Ignacio Severina). A partir de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela, se midieron o estimaron las siguientes variables:

rendimiento en grano al 0% de humedad (kg ha^{-1}), peso de 1000 granos al 0% de humedad (g) y el número de granos m^{-2} . Se estimó la eficiencia en el uso del agua (EUA) expresada en kg de grano al 0% de humedad por mm de agua evapotranspirada por hectárea ($\text{kg mm}^{-1} \text{ha}^{-1}$). Se analizaron los datos con el software para análisis estadísticos de aplicación general Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

Resultados y discusión

En las **tablas 1, 2 y 3** se presentan los valores medios correspondientes al rendimiento en grano y sus dos

principales componentes físicos o numéricos, peso del grano y número de éstos por unidad de superficie. Para el rendimiento en grano no se constataron interacciones significativas de primer orden (híbrido x fecha de siembra, híbrido x densidad de siembra y fecha de siembra x densidad de siembra) ni de segundo orden (híbrido x fecha de siembra x densidad de siembra). En cuanto a la fuente de variación "híbrido", los híbridos evaluados difirieron significativamente solo en cuanto al peso de su grano. La relación entre el rendimiento en grano y la fecha de siembra más que de tipo lineal positiva ($R^2 = 0.53$) se ajustó a una de índole

Tabla 1

Efecto del híbrido de maíz sobre el rendimiento en grano, el peso de mil granos y el número de granos por unidad de superficie cultivado en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2019-2020.

Híbrido	Grano	P1000G	N°Granos
DK 72-10	7616 a	256.6 b	3021 a
P 2089	7718 a	270.0 a	2888 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Grano (kg ha^{-1} de grano al 0% de humedad), P1000G (peso de mil granos al 0% de humedad) y N°Granos (número de granos m^{-2})

Tabla 2

Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano, el peso de mil granos y el número de granos por unidad de superficie en maíz cultivado en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2019-2020.

Fecha de siembra	Grano	P1000G	N°Granos
19 de octubre del 2019	4440 d	273.2 a	1635 d
14 de noviembre del 2019	7051 c	254.4 b	2851 c
13 de diciembre del 2019	11024 a	277.8 a	3980 a
13 de enero del 2020	8152 b	247.8 b	3353 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Grano (kg ha^{-1} de grano al 0% de humedad), P1000G (peso de mil granos al 0% de humedad) y N°Granos (número de granos m^{-2})

Tabla 3

Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en grano, el peso de mil granos y el número de granos por unidad de superficie en maíz cultivado en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2019-2020.

Densidad de siembra	Grano	P1000G	N°Granos
40000 plantas ha^{-1}	6995 b	280.3 a	2509 c
60000 plantas ha^{-1}	8023 a	264.5 b	3025 b
80000 plantas ha^{-1}	7983 a	245.1 c	3330 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Grano (kg ha^{-1} de grano al 0% de humedad), P1000G (peso de mil granos al 0% de humedad) y N°Granos (número de granos m^{-2})

cuadrática o parabólica ($R^2 = 0.73$). Finalmente, los valores medios del rendimiento en grano para 60 y 80 mil plantas ha^{-1} no difirieron significativamente entre sí, siendo significativamente superiores al logrado con 40 mil plantas ha^{-1} . Por su parte, el número de granos m^{-2} incrementó significativamente a medida que se incrementó la densidad de siembra, mientras que el peso de mil granos disminuyó.

Una somera discusión de los resultados hasta aquí presentados nos permite afirmar que los híbridos de punta de las principales empresas semilleras del país poseen potenciales de rendimientos equivalentes. En lo que respecta a la densidad de siembra, y al igual que lo observado por los productores de la región, la densidad óptima está más cerca de las 60 mil que de las 80 mil plantas ha^{-1} . Un resultado distintivo de este trabajo es la relación entre rendimiento en grano y fechas de siembra, aun cuando preliminares, pareciesen estar en línea con los obtenidos por Tsimba *et al.* (2013), quienes observaron una respuesta cuadrática del rendimiento respecto a las fechas de siembra. El rendimiento significativamente más alto se logró con la siembra de mediados diciembre, seguido por el de la siembra de mediados de enero (Tabla 2).

A continuación se procede a presentar de manera descriptiva los resultados obtenidos con el híbrido DK 72-10 cultivado a lo largo de cinco fechas de siembra y con una densidad de 60 mil plantas ha^{-1} (Tabla 4). Se presentan, entre otras variables, el intervalo en días para el periodo crítico (PC), las precipitaciones acontecidas durante el mismo (PP-PC), los días con temperaturas iguales o superiores a 32 grados centígrados ($T^{\circ}C \geq 32-PC$) y la radiación incidente (Rad-PC). En cuanto a las variables agronómicas, a las ya citadas, se suma la eficiencia en el uso del agua (EUA). Resumidamente, en el mes de diciembre se ubicó el PC para la fecha de siembra del 19 de octubre de 2019 y en el mes de abril para la fecha de siembra del 6 de febrero de 2020. Salvo para la fecha de siembra del 14 de noviembre de 2019, las precipitaciones durante el PC fueron menores para las dos últimas fechas de siembra. Fechas en las que los días con temperaturas iguales o superiores a 32° fueron menores a las acontecidas durante las dos primeras fechas de siembra. La radiación incidente sobre el cultivo disminuyó con el atraso de la siembra. Para complementar los resultados presentados en la tabla 2, se puede observar que el rendimiento en grano ($R^2 = 0.96$), el número de estos por metro cuadrado ($R^2 = 0.99$) y la eficiencia en cuanto al uso del agua ($R^2 = 1.00$)

Tabla 4

Contexto ambiental y comportamiento agronómico para el híbrido de maíz DK 72-10 cultivado en cinco fechas de siembra con una densidad de 60 mil plantas ha^{-1} .

FS	FF	PC		AT-FS	PP-C	PP-PC	$T^{\circ}C \geq 32-PC$	Rad-PC	Grano	P1000G	Nro granos	EUA
		-15d	+15d									
19/10	26/12	11/12	10/01	414	394	125.5	14	19.8	3777	299.0	1263	8.4
14/11	18/01	03/01	02/02	358	354	23.0	14	22.2	7281	248.0	2936	21.4
13/12	14/02	30/01	29/02	413	349	151.0	7	20.3	10598	275.9	3842	25.4
13/01	19/03	04/03	03/04	421	247	63.0	7	15.3	9243	261.0	3541	23.1
06/02	07/04	23/03	22/04	395	238	55.5	2	13.4	5139	186.0	2763	13.3

FS: Fecha de siembra; FF: Fecha de floración femenina; PC: Periodo crítico; AT-FS: Agua total en mm almacenada en el suelo a la siembra; PP-C: Precipitaciones en mm acontecidas durante la estación de cultivo; PP-PC: Precipitaciones en mm acontecidas durante el periodo crítico; $T^{\circ}C \geq 32-PC$: Número de días con temperaturas iguales o superiores a 32 °C durante el periodo crítico; Rad-PC: Radiación en $MJ m^{-2}$ durante el periodo crítico; Grano: $kg ha^{-1}$ al 0 % de humedad; P1000G: Peso de mil granos en gramos; Nro granos: Número de granos m^{-2} ; EUA: Eficiencia en el uso del agua expresada en kg de grano al 0 % de humedad $mm^{-1} ha^{-1}$.

respondieron de manera cuadrática a la variación en las fechas de siembra.

En la **tabla 5** se promedia parte de la información presentada en la **tabla 4** de tal manera que se pueda comparar los valores medios de las dos primeras fechas de siembra (19 de octubre y 14 de noviembre de 2019) a las que se denominaran “tempranas” (a) respecto a los correspondientes de las dos últimas fechas de siembra (13 de enero y 6 de febrero de 2020) o “extra tardías” (b). En la quinta columna de la **tabla 5** se presentan las diferencias en porcentaje entre las siembras tempranas (=100) y las extra tardías. Salvo para el agua almacenada en el suelo a la siembra, en que se dispuso de un 5.7% más al momento de sembrar la cuarta y quinta fecha de siembra, para el resto de las variables climáticas analizadas las siembras extra tardías dispusieron de menos precipitaciones durante el ciclo de cultivo (-35.0%), como así también durante el PC (-20.3%), una menor cantidad de días con temperaturas iguales o superiores a 32 ° (-64.3 %) y una menor cantidad de radiación incidente (-31.4%). En contrapartida, el rendimiento en grano promedio al 0 % de humedad de las siembras extra tardías fue un 31.1 % superior al logrado con las siembras tempranas.

Sin entrar en demasiados detalles, salvo el número de días con temperaturas iguales o superiores a 32°, el

resto de las variables climáticas conspiraron contra el rendimiento en grano de las siembras extra tardías. Aún así, el rendimiento promedio de las siembras de enero y febrero fue un 31.1% mayor al logrado con las siembras de octubre y noviembre. El 50% de los días comprometidos con en el PC de las siembras tempranas tuvieron temperaturas máximas de 32° o más, mientras que en el caso de las siembra extra tardías el porcentaje fue del 17%. Al respecto valgan las siguientes consideraciones.

En un encuentro realizado en el 2015 en la AER INTA Brinkmann, la Dra. Claudia Vega (EEA Manfredi) explicó que el maíz por encima de los 32 °C ve afectado su crecimiento y su desarrollo con efectos directos en la producción del cultivo. En línea con lo afirmado por la mencionada profesional, el aumento de la temperatura conlleva aumentos en el ritmo fotosintético y consecuentemente en la tasa de crecimiento, alcanzándose el máximo aproximadamente a los 30°C y disminuye con temperaturas mayores (https://www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html?op=vb&boletin_id=145). Del párrafo anterior se desprende que 32 °C se corresponde con la delgada línea entre el bien (altos rendimientos) y el mal (bajos rendimientos). Suwa *et al.* (2010) observaron que con las temperaturas más altas se observó un incremento en la producción de biomasa y una reducción en el

Tabla 5

Comportamiento agronómico y contexto ambiental para el híbrido de maíz DK 72-10 cultivado en fechas tempranas (19/10/19 y 14/11/19) (a), en fecha tardía (13/12/19) y extra tardías (13/01/20 y 06/02/20) (b) de siembra con una densidad de 60 mil plantas ha⁻¹.

Variable		Fecha de siembra	Diferencia a vs b (a =100)	
Promedio 19/10/2019-14/11/2019 (a)		13/12/2019	Promedio 13/01/2020-06/02/2020 (b)	
AT-FS	386	413	408	+5.7%
PP-C	374	349	243	35.0 %
PP-PC	74	151	59	20.3 %
T°C≥32-PC	14	7	5	64.3 %
Rad-PC	21	20.3	14.4	31.4 %
Grano	5529	10598	7191	+31.1 %

FS: Fecha de siembra; FF: Fecha de floración femenina; PC: Período crítico; AT-FS: Agua total en mm almacenada en el suelo a la siembra; PP-C: Precipitaciones en mm acontecidas durante la estación de cultivo; PP-PC: Precipitaciones en mm acontecidas durante el período crítico; T°C≥32-PC: Número de días con temperaturas iguales o superiores a 32 °C durante el período crítico; Rad-PC: Radiación en MJ m⁻² durante el período crítico; Grano: kg ha⁻¹ al 0 % de humedad; P1000G: Peso de mil granos en gramos; Nro granos: Número de granos m⁻²; EUA: Eficiencia en el uso del agua expresada en kg de grano al 0 % de humedad mm⁻¹ ha⁻¹.

rendimiento en grano debido a que la actividad a nivel de la fuente no se vio tan resentida como si lo fue a nivel de los destinos. Por su parte, Hatfield (2016), afirma que exponer un cultivo de maíz a temperaturas superiores a 30 ° C durante la etapa de polinización reduce el número de granos. Finalmente, Harrison *et al.* (2011) recopila los resultados de distintos trabajos de la siguiente manera,

la tasa máxima de llenado de grano se alcanza entre los 25° C y 32 ° C, pero el periodo de llenado es más corto, por lo que los granos no alcanzan su peso potencial. Por encima de los 32 ° C, la producción de almidón se ve afectada, por lo que paralelamente a la disminución en el periodo de llenado de grano también se ve disminuida la tasa de llenado.

Conclusiones

- Haciendo la salvedad que los resultados de la presente nota provienen de un año de evaluación, aun así es necesario poner énfasis en que no está dicha la última palabra en cuanto al efecto de la fecha de siembra sobre el comportamiento agronómico del maíz cuando cultivado en seco y un ambiente en el que las precipitaciones de primavera se retrasan, y que las temperaturas por encima de los 32 grados se hacen presente no tan solo en el verano sino también durante la primavera.

Bibliografía

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Harrison, L., Michaelsen, J., Funk, C., & Husak, G. (2011). Effects of temperature changes on maize production in Mozambique. *Climate Research*, 46(3), 211-222.
- Hatfield, J. L. (2016). Increased temperatures have dramatic effects on growth and grain yield of three maize hybrids. *Agricultural & Environmental Letters*, 1(1).
- Suwa, R., Hakata, H., Hara, H., El-Shemy, H. A., Adu-Gyamfi, J. J., Nguyen, N. T., Kanai, S., Lightfoot, D.A., Mohapatra, P.K., & Fujita, K. (2010). High temperature effects on photosynthate partitioning and sugar metabolism during ear expansion in maize (*Zea mays* L.) genotypes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(2-3), 124-130.
- Tsimba, R., Edmeades, G. O., Millner, J. P., & Kemp, P. D. (2013). The effect of planting date on maize grain yields and yield components. *Field Crops Research*, 150, 135-144.

Encuentre el presente trabajo en www.aapresid.org.ar - PUBLICACIONES