

Autor: Maich, R.H.

Efecto de la fecha y densidad de siembra sobre el comportamiento agronómico en maíz

Un ensayo en condiciones de secano para determinar la respuesta agronómica de un híbrido de maíz a cuatro fechas y tres densidades de siembra en Córdoba.

Palabras Claves:

Fecha de Siembra; Densidad; Rendimiento; Maíz.

Introducción

Fecha y densidad de siembra son dos prácticas de manejo en maíz estudiadas en detalle. Álvarez (2015) sintetiza en pocas palabras los aspectos a tener en cuenta al momento de decidir cuándo y cuánto sembrar en un cultivo de maíz en seco.

En primera instancia, se debe hacer coincidir el periodo crítico para la determinación del rendimiento en grano con un momento en que la disponibilidad hídrica para el cultivo resulte lo menos limitante posible. En lo que respecta a la densidad de siembra, el mencionado autor nos advierte que cuando el maíz es cultivado con una densidad subóptima, el mayor rendimiento por planta no alcanza a compensar el menor número de plantas por unidad de superficie.

Si bien se tiene a México como el centro de origen del maíz, en la actualidad su cultivo se ha extendido a latitudes en el hemisferio norte tan altas como 55 grados (Letonia) o en el hemisferio sur hasta los 36 grados (Nueva Zelanda). Los resultados de Beiragi *et al.* (2011) provenientes del hemisferio norte (Irán), muestran que las siembras de fines de primavera brindaron los mejores resultados agronómicos. En Letonia, por su parte, Gaile (2012) observó que la fecha óptima de siembra se correspondió con mediados de primavera. Finalmente, el trabajo de Liu *et al.* (2013) llevado a cabo en China muestra que la tendencia a lo largo de 25 años fue la de adelantar la fecha de siembra y de recurrir al uso de materiales de ciclo completo.

Circunscribiendo el análisis al hemisferio sur, los resultados de Tsimba *et al.* (2013 a) y Bonelli *et al.* (2016) resultan casi coincidentes: el atraso de la fecha de siembra trajo aparejado una merma en el rendimiento en grano. Maltese *et al.* (2019) llegaron a resultados parcialmente similares. Surge una interesante controversia respecto a cuál de los dos componentes numéricos o físicos del rendimiento se vio más afectado por el atraso de la fecha de siembra. Para Tsimba *et al.* (2013 a) resultó el número de granos; mientras que para Bonelli *et al.* (2016) fue el peso del grano. Tsimba *et al.* (2013 b) observan, al igual que Bonelli *et al.* (2016), que el defecto de destinos y el exceso de fuente conspira contra las siembras tempranas, mientras que el exceso de destinos y defecto de fuente conspira contra las siembras tardías.

Los resultados de Lu *et al.* (2017) contextualizan ambientalmente el efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano en maíz y aseveran que directamente está determinado en función de la cantidad de agua acumulada al momento de la siembra y las precipitaciones durante R1.

Finalmente, la constatación de interacciones entre las distintas fuentes de variación puestas en juego al momento de determinar el efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano en maíz, son el plato fuerte del trabajo de Caviglia *et al.* (2014). Estos autores observaron que el rendimiento de un maíz temprano respecto a un tardío se ve potenciado si se lo fertiliza con nitrógeno. En síntesis, existe coincidencia entre los distintos autores respecto a que con el atraso de la fecha de siembra, el cultivo de maíz ve disminuido su rendimiento en grano. Por el contrario, no hay coincidencia respecto a cuál de los dos componentes físicos o numéricos del rendimiento, peso o número de granos, acompaña esta caída en el rendimiento con el atraso en la fecha de siembra.

Sobre el tratamiento de la densidad de siembra en maíz, los resultados de la tesis de grado de Cordido (2013) ponen en evidencia que ni la fuente de variación debida al híbrido de maíz evaluado ni la densidad de siembra usada, resultaron significativas. Sí en cambio resultó significativo el efecto del ambiente en el que se evaluaron la combinación de ambos tratamientos, es decir, si la evaluación se llevó a cabo en la loma o en el bajo del lote. Sin embargo, los resultados de Dehdashti and Riahinia (2008) al igual que los publicados por Lashkari *et al.* (2011) muestran que con densidades cercanas a las 90 mil plantas ha⁻¹, o aún superiores, se obtuvo la mejor respuesta agronómica en maíz. Distinto es lo que aseveran Abuzar *et al.* (2011) que sostienen que la densidad de siembra no debería exceder las 60 mil plantas ha⁻¹, coincidente con lo afirmado por Shafi *et al.* (2012).

Entre 60 mil plantas ha⁻¹ y 120 mil plantas ha⁻¹ se podrían ubicar los resultados de Sani *et al.* (2008) con 66 mil plantas ha⁻¹, los de Zamir *et al.* (2011) con 83 mil plantas ha⁻¹, los Maddonni *et al.* (2006) y Gul *et al.* (2011) con 90 mil plantas ha⁻¹, los Sharifi *et al.* (2009) con 100 mil plantas ha⁻¹ y los de Li *et al.* (2015) con 105 mil plantas

ha⁻¹. Salvo rarísimas excepciones, en la mayoría de los trabajos citados los cultivos no se condujeron en estricto secano. Para dar un cierre al párrafo precedente, valga la siguiente información: Por lo que se relevó durante la campaña agrícola 2018-2019 en los departamentos Santa María, Río Primero y Río Segundo de la provincia de Córdoba, los rendimientos en grano de los maíces sembrados de manera temprana y en secano superaron las 9 ton ha⁻¹ (0% de humedad), fluctuando la densidad de siembra entre las 60 y 80 mil plantas ha⁻¹.

Los ensayos tendientes a dilucidar el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en grano en maíz van por lo general acompañados con otros tipos de tratamientos (riegos y fertilización). Imran *et al.* (2015) condujeron su estudio en maíz sin limitantes, aún así, y con una densidad de 80 mil plantas por ha⁻¹ fertilizadas a razón de 150 kg de N ha⁻¹, los rendimientos no superaron las 3 ton ha⁻¹. Los resultados de Dahmardeh (2011), por su parte, muestran que para alcanzar las 4 ton ha⁻¹ se tuvo que recurrir a 100 mil plantas ha⁻¹ fertilizadas con 350 kg N ha⁻¹ y no se especificó si el cultivo fue irrigado. En función de los resultados obtenidos por Arif *et al.* (2010), la respuesta resultó lineal hasta las 75 mil plantas ha⁻¹ fertilizadas con 120 kg N ha⁻¹ y con un rendimiento de 8 ton ha⁻¹. Los autores no especifican si el cultivo se regó. Finalmente, los resultados del trabajo de Al-Naggar *et al.* (2015) muestran a todas luces que cuando el cultivo de maíz es fertilizado y regado periódicamente, el rendimiento en grano responde linealmente al incremento en la densidad de siembra, al menos hasta las 95 mil plantas ha⁻¹ con una dosis de N de 570 kg ha⁻¹, manejo que facilitó el logro de 14 ton de grano ha⁻¹. Por lo visto, la densidad de siembra óptima en un ensayo de fertilización nitrogenada resulta un 25% superior a la habitualmente usada, es decir, entre 75 y 100 mil plantas ha⁻¹.

Por último, el número de estudios que abordan simultáneamente el efecto de la fecha y densidad de siembra sobre el comportamiento agronómico en maíz no es abundante. Cantarero y colab. (2000) evaluaron a lo largo de un bienio (1995-1996 y 1996-1997) un híbrido de maíz en dos fechas y dos o tres densidades de siembra (1995-1996) y en tres fechas y tres densidades de siembra (1996-1997). Los autores del trabajo llegaron a la siguiente conclusión: “Las siembras de diciembre deprimieron el rendimiento. En siembras tempranas,

es necesario un mayor número de plantas por m² para obtener altos rendimientos, pero no en las tardías”.

El modelo ideado por Nafziger (1994) da sustento a lo aseverado por Cantarero y colab. (2000). Los títulos de los trabajos de Berzsenyi *et al.* (2005) y Sárvári (2005) resultan engañosos ya que fechas y densidades de siembra se evaluaron en ensayos separados. Distinto es el caso del trabajo de Aziz *et al.* (2007), quienes concluyen que el rendimiento más alto de la variedad Kisan se logró sembrándola diez días después de iniciado el verano (segunda fecha de siembra sobre un total de cuatro) a una densidad de 90 mil plantas ha⁻¹. Finalmente, un trabajo de reciente publicación (Van Roekel and Coulter, 2011) muestra que el aumento de la densidad de plantas puede no compensar el rendimiento y las pérdidas económicas asociadas con una siembra tardía.

En síntesis, los resultados de Cantarero y colab. (2000) y los de Van Roekel and Coulter (2011) resultan coincidentes en que las siembras tardías de maíz deprimen el rendimiento en grano, mientras que Cantarero y colab. (2000) sugieren que en siembras tardías no es aconsejable aumentar la densidad de siembra. Van Roekel and Coulter (2011) sostienen que el aumento de la densidad no alcanza a compensar la merma en el rendimiento en grano debido al menor peso de estos. En función de la información disponible, el atraso en la fecha de siembra deprime el rendimiento en grano y esto no puede revertirse con un aumento en la densidad de plantas por unidad de superficie.

Antes de plantear el objetivo de este trabajo, resulta conveniente recapitular sobre los saberes aceptados respecto al efecto de la fecha y densidad de siembra sobre el rendimiento en grano en maíz: 1) más vale adelantar que atrasar la fecha de siembra en maíz; 2) bajo condiciones de secano, la densidad de siembra no debería superar las 90 mil plantas ha⁻¹; y 3) con el atraso de la fecha de siembra es conveniente disminuir la densidad de plantas ha⁻¹ respecto a la usada en siembras tempranas.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la respuesta agronómica, en condiciones de secano, de un híbrido de maíz a cuatro fechas y tres densidades de siembra en la región central semiárida de la provincia de Córdoba.

Materiales y métodos

El ensayo de fechas y densidades de siembra en maíz se llevó a cabo en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Córdoba) durante la campaña 2018/2019. El cultivo fue implantado sobre un lote sujeto a un barbecho invernal. El suelo se clasifica como un *Haplustol Éntico* de textura franco-limosa y bien provisto de materia orgánica. Se cultivó el híbrido de maíz DK 72-10 en las siguientes cuatro fechas de siembra: 29 de septiembre, 27 de octubre, 30 de noviembre y 30 de diciembre del año 2018. En cada fecha, se usaron tres densidades de siembra: 4, 6 y 8 plantas m⁻².

Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro surcos de 5 m de longitud distanciados por 0,52 m. Se recurrió a un diseño experimental en bloques completos aleatorios con arreglo en parcelas divididas y dos repeticiones. A la parcela principal, le correspondieron las fechas de siembras y a las sub-parcelas las densidades de siembra. Se sembraron más semillas de las necesarias para lograr, raleo de por medio, el número de plantas m⁻² previsto. El ensayo no se fertilizó y se condujo en secano.

Por el método gravimétrico, se estimó el agua total hasta los 2 m de profundidad a intervalos de 20 cm. Los muestreos se hicieron solo en una de las repeticiones por fecha y densidad de siembra. Las muestras de suelo se realizaron a la siembra y en R6. La eficiencia en cuanto al uso del agua (EUA) por parte del cultivo de maíz fue calculada como la relación entre el rendimiento en grano y los milímetros de agua evapotranspirada. El agua disponible para el cultivo se determinó sustrayéndole al agua total almacenada a la siembra, el agua remanente al momento de la madurez fisiológica,

más las precipitaciones acontecidas durante el ciclo de cultivo. El porcentaje de agua total almacenada en el suelo se estimó de la siguiente manera: peso húmedo - peso seco/ peso seco x 100. Por cada combinación de tratamientos, se cosecharon cuatro metros lineales (2m²) sobre los dos surcos centrales, habiéndose medido o estimado las siguientes variables: rendimiento en grano (kg ha⁻¹) y peso de mil granos (g), ambas variables al 0% de humedad; mientras que se estimó el número de granos por metro cuadrado. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa estadístico *InfoStat* (Di Rienzo *et al.*, 2018).

Resultados y discusión

A lo largo de las cuatro fechas de siembra y habiendo cultivado el híbrido de maíz DK 72-10 en tres densidades de siembra, la densidad de 80 mil plantas ha⁻¹ fue la que brindó rendimientos en grano significativamente mayores a los logrados con 40 y 60 mil plantas ha⁻¹ (**Tabla 1**). Sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz cultivado con 80 mil plantas ha⁻¹ y en las cuatro fechas de siembra evaluadas, los bajos rendimientos obtenidos en la siembra del 29 de septiembre como así también en la siembra del 30 de noviembre, encuentran sus causas en dos eventos climáticos diversos. Por un lado, el déficit hídrico de diciembre al momento en que el material sembrado hacia fines de septiembre se encontraba transitando el respectivo periodo crítico para la determinación del rendimiento en grano; y por otro lado, el granizo del 10 de febrero del año 2019, una semana después de que el cultivo sembrado a fines de noviembre hubiese alcanzado la etapa fenológica R1. Si bien no de manera significativa, el estrés hídrico de diciembre repercutió más sobre el maíz sembrado a fines de septiembre cuando se lo cultivó a una densidad de 80 mil plantas ha⁻¹. Al contrastar el rendimiento

Tabla 1

Rendimiento en grano al 0% de humedad (kg ha⁻¹) del híbrido de maíz DK 72-10 cultivado en cuatro fechas y tres densidades de siembra.

Densidad de siembra	Fecha de siembra			
	29/09/2018	27/10/2018	30/11/2018	30/12/2018
40 mil plantas ha ⁻¹	4891 d	6036 c	4352 d	5388 d
60 mil plantas ha ⁻¹	4968 d	6090 c	6363 c	7473 b
80 mil plantas ha ⁻¹	4181 d	9566 a	7233 b	8741 a

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

medio de las fechas de siembra de fines de octubre y fines de diciembre respecto a la de fines de noviembre, se constató en esta última fecha de siembra una merma del 21% en el rendimiento, probablemente a causa de la defoliación sufrida por parte del cultivo luego superar R1. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores medios del rendimiento en grano entre las fechas de siembra de fines de octubre y fines de diciembre.

La principal componente física o numérica del rendimiento en grano, el número de granos por metro cuadrado, acompañó la tendencia puesta de manifiesto por el rendimiento en grano (**Tabla 2**). La merma en el número de destinos en el material dañado por granizo y sembrado a fines de noviembre, y cultivado a una densidad de siembra de 80 mil plantas ha^{-1} , fue del 18% respecto a las fechas de fines de octubre y fines de diciembre. El número de destinos fijados en las mencionadas dos últimas fechas de siembra no varió significativamente entre sí.

El análisis estadístico de la información referida al peso de mil granos no mostró diferencias significativas entre medias (**Tabla 3**). Aún así, al comparar el peso de mil granos del material sembrado a fines de octubre

respecto a aquel sembrado a fines de diciembre y cultivado con una densidad de siembra de 80 mil plantas ha^{-1} , se observa una merma del orden del 12%.

En las **Figuras 1 y 2** se presentan los valores de la EUA en el cultivo de maíz. A los fines estrictamente descriptivos, se puede afirmar que la EUA fue aumentando a medida que se incrementó la densidad de siembra desde las 40 mil a las 80 mil plantas ha^{-1} . En lo que respecta al efecto de la fecha de siembra sobre la EUA (**Figura 2**), se denota una tendencia ascendente a medida que se pospuso la misma.

Antes de proceder a discutir los resultados aquí presentados, es conveniente contextualizar las condiciones ambientales que acompañaron el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz conducido en cuatro fechas y dentro de cada una de ellas con tres densidades de siembra. Salvo las precipitaciones del mes de enero del 2019, que se ubicaron holgadamente por encima de la media histórica, o por el contrario, las precipitaciones de diciembre del 2018 y febrero del 2019 que se ubicaron por debajo de ésta, los registros pluviométricos de los meses de octubre y noviembre del 2018 como así también los de marzo y abril del 2019 estuvieron a tono con la media histórica. La floración del material sembrado a fines

Tabla 2

Número de granos m^{-2} del híbrido de maíz DK 72-10 cultivado en cuatro fechas y tres densidades de siembra.

Densidad de siembra	Fecha de siembra			
	29/09/2018	27/10/2018	30/11/2018	30/12/2018
40 mil plantas ha^{-1}	1960 d	2125 d	1952 d	2121 d
60 mil plantas ha^{-1}	1963 d	2334 c	2619 c	2952 b
80 mil plantas ha^{-1}	1854 d	3537 a	2971 b	3684 a

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

Tabla 3

Peso de mil granos al 0% de humedad del híbrido de maíz DK 72-10 cultivado en cuatro fechas y tres densidades de siembra.

Densidad de siembra	Fecha de siembra			
	29/09/2018	27/10/2018	30/11/2018	30/12/2018
40 mil plantas ha^{-1}	249.6	284.0	223.0	254.0
60 mil plantas ha^{-1}	253.2	257.5	243.0	253.8
80 mil plantas ha^{-1}	225.7	270.5	243.5	237.0

de septiembre coincidió con un diciembre muy seco (56 mm). Mientras que las floraciones para las fechas de siembra de fines de octubre y fines de noviembre acontecieron durante el mes de enero de 2019 con un régimen pluviométrico de 199, 5 mm.

Tal como lo destacan Lu *et al.* (2017), el efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano en maíz resulta de la cantidad de agua acumulada al momento de la siembra y de las precipitaciones durante R1. Los

porcentajes de agua útil a la siembra respecto a la capacidad de campo para cada una de las fechas fueron los siguientes: 38.9% (29/09/18), 53.6% (27/10/18), 56.2% (30/11/18) y 40.7% (30/12/18), suficiente como para que el maíz emergiera sin inconvenientes (Bollatti, 2018). A diferencia de lo observado al momento de la siembra, durante R1 el cultivo sembrado en septiembre respecto a los sembrados en octubre y noviembre se encontró delante de escenarios hídricos diametralmente opuestos.

Figura 1

Eficiencia en el uso del agua en kg de grano mm⁻¹ ha⁻¹ (EUA) en función de la densidad de siembra (40, 60 y 80 mil plantas ha⁻¹) en maíz.

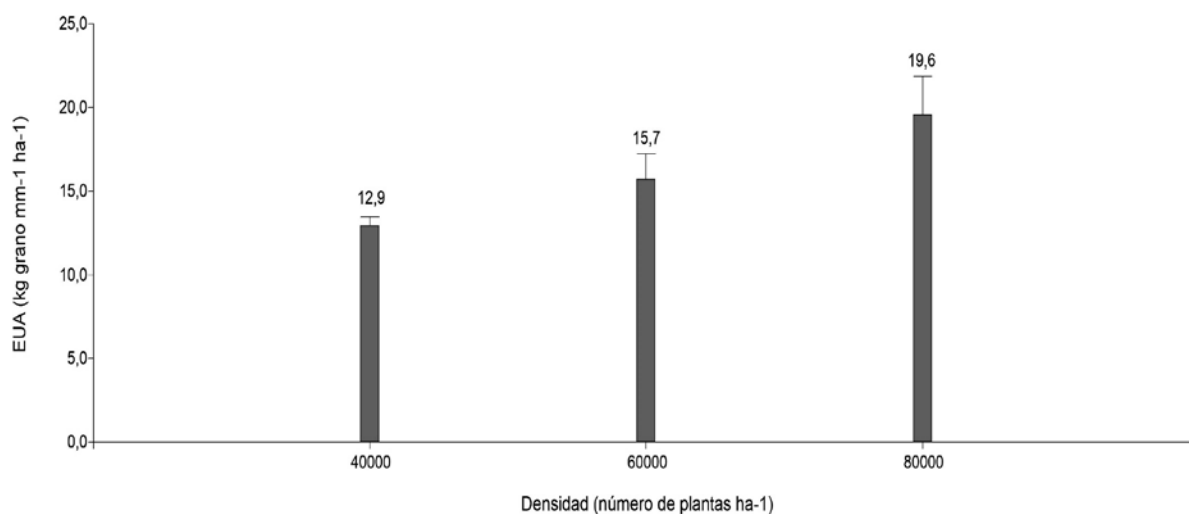
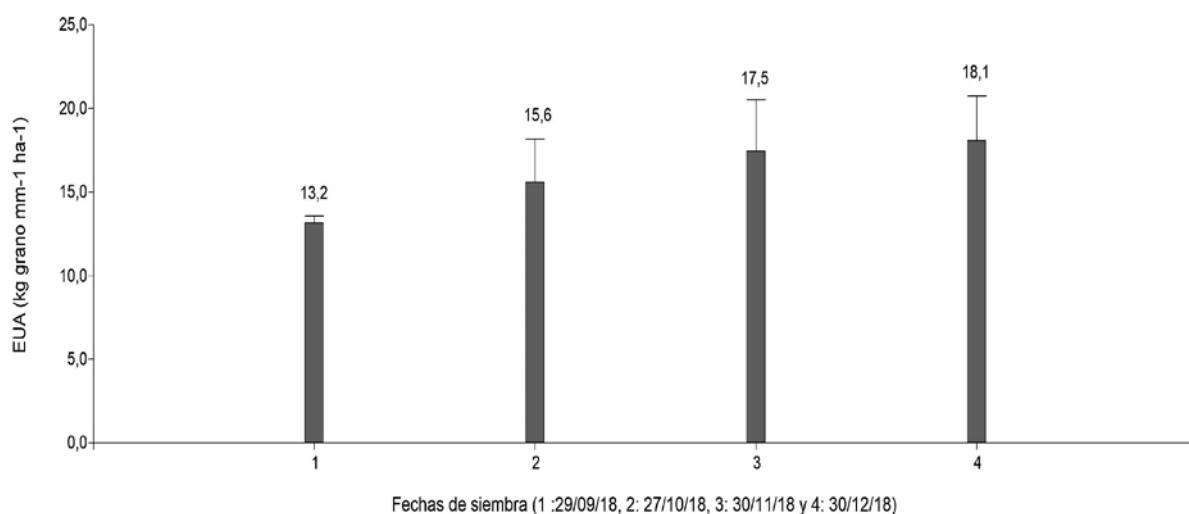


Figura 2

Eficiencia en el uso del agua en kg de grano mm⁻¹ ha⁻¹ (EUA) en función de la fecha de siembra (29/09/18, 27/10/18, 30/11/18 y 30/12/18) en maíz.



Sin entrar en un contrapunto bibliográfico que excede el alcance del presente trabajo, los resultados obtenidos no confirmarían la hipótesis de que un atraso en la fecha de siembra conduce a una merma en el rendimiento en grano. Quizás la ventana de siembra para el cultivo de maíz en la región central de la provincia de Córdoba es lo suficientemente amplia como para que ciertos paradigmas en ciertas ocasiones no se cumplan. Lo que sí pareciera confirmarse es lo observado por Bonelli *et al.* (2016), en cuanto a que es el peso de los mil granos y no el número de éstos por unidad de superficie el componente del rendimiento más afectado por el atraso en la fecha de siembra.

En lo que respecta a la densidad de siembra, e independientemente del momento en que el cultivo de maíz fue sembrado, no es aconsejable sembrar menos de 80 mil plantas ha⁻¹. Al contrastar estos resultados con los obtenidos por Cantarero y *colab.* (2000) y por Van Roekel and Coulter (2011), no resulta que un atraso en la fecha de siembra conlleve una merma en el rendimiento ni que haya que disminuir la densidad de siembra para atenuar dicho efecto. Para confirmar lo antedicho, la EUA fue mayor cuanto más alta fue la densidad y no disminuyó al atrasar la fecha de siembra.

Referencias

- Ábuzar, M. R., Sadozai, G. U., Baloch, M. S., Baloch, A. A., Shah, I. H., Javaid, T., Hussain, N. (2011). Effect of plant population densities on yield of maize. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4), 692-695.
- Al-Naggar, A. M. M., Shabana, R. A., Atta, M. M., Al-Khalil, T. H. (2015). Maize response to elevated plant density combined with lowered N-fertilizer rate is genotype-dependent. *The Crop Journal*, 3(2), 96-109.
- Alvarez D. M. 2015. Ecofisiología del cultivo de maíz. En: El cultivo de maíz en San Luis, Garay J.A. y J.C. Colazo (eds.). Información Técnica 188. INTA Ediciones.
- Arif, M., Amin, I., Jan, M. T., Munir, I. Q. B. A. L., Nawab, K. H. A. L. I. D., Khan, N. U., Marwat, K. B. (2010). Effect of plant population and nitrogen levels and methods of application on ear characters and yield of maize. *Pak. J. Bot.* 42(3), 1959-1967.
- Aziz, A., Rehman, H. U., Khan, N. (2007). Maize cultivar response to population density and planting date for grain and biomass yield. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(1), 25.
- Beiragi, M. A., Khorasani, S. K., Shojaei, S. H., Dadresan, M., Mostafaei, K., Golbashi, M. (2011). A study on effects of planting dates on growth and yield of 18 corn hybrids (*Zea mays* L.). *American Journal of Experimental Agriculture*, 1(3), 110.
- Berzsenyi, Z., Lap, D. Q. (2005). Responses of maize (*Zea mays* L.) hybrids to sowing date, N fertiliser and plant density in different years. *Acta Agronomica Hungarica*, 53(2), 119-131.
- Bollatti, P. A. 2018. ¿Cuál es la humedad mínima de suelo para iniciar la siembra de maíz de septiembre? https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_sbra_maiz_18mj_0.pdf
- Bonelli, L. E., Monzon, J. P., Cerrudo, A., Rizzalli, R. H., Andrade, F. H. (2016). Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crops Research*, 198, 215-225.
- Cantarero, M. G., Luque, S. F., Rubiolo, O. J. (2000). Efecto de la época de siembra y la densidad de plantas sobre el número de granos y el rendimiento de un híbrido de maíz en la región central de Córdoba (Argentina). *Agriscientia*, 17, 3-10.
- Caviglia, O. P., Melchiori, R. J. M., Sadras, V. O. (2014). Nitrogen utilization efficiency in maize as affected by hybrid and N rate in late-sown crops. *Field Crops Research*, 168, 27-37.
- Cordido, L. 2013. Efecto de densidad de siembra y ambiente, sobre el rendimiento de tres híbridos de maíz de siembra tardía en el oeste arenoso, Provincia de Buenos Aires [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-densidad-siembra-ambiente-rendimiento.pdf>
- Dahmardeh, M. (2011). Effect of plant density and nitrogen rate on PAR absorption and maize yield. *American Journal of Plant Physiology*, 6(1), 44-49.
- Dehdashti S. M., Riahinia, S. (2008). Effect of Plant Density on Some Growth Indexes, Radiation Interception and Grain Yield in Maize (*Zea mays* L.). *Journal of Biological Sciences*, 8: 908-913.
- 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>
- Gaile, Z. (2012). Maize (*Zea mays* L.) response to sowing timing under agro-climatic conditions of Latvia (Letonia). *Zemdirbyste-Agriculture*, 99(1), 31-40.
- Gul, B., Marwat, K. B., Saeed, M., Hussain, Z., Ali, H. (2011). Impact of tillage, plant population and mulches on weed management and grain yield of maize. *Pak. J. Bot.* 43(3), 1603-1606.
- Imran, S., Arif, M., Khan, A., Khan, M. A., Shah, W., Latif, A. (2015). Effect of nitrogen levels and plant population on yield and yield components of maize. *Advances in Crop Science and Technology*, 1-7.
- Lashkari, M., Madani, H., Ardakani, M. R., Golzardi, F., Zargari, K. (2011). Effect of plant density on yield and yield components of different corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Am-Euras J Agric Environ Sci*, 10(3), 450-457.
- Li, J., Xie, R. Z., Wang, K. R., Ming, B., Guo, Y. Q., Zhang, G. Q., Li, S. K. (2015). Variations in maize dry matter, harvest index, and grain yield with plant density. *Agronomy Journal*, 107(3), 829-834.
- Liu, Z., Hubbard, K. G., Lin, X., Yang, X. (2013). Negative effects of climate warming on maize yield are reversed by the changing of sowing date and cultivar selection in Northeast China. *Global Change Biology*, 19(11), 3481-3492.
- Lu, H. D., Xue, J. Q., Guo, D. W. (2017). Efficacy of planting date adjustment as a cultivation strategy to cope with drought stress and increase rainfed maize yield and water-use efficiency. *Agricultural Water Management*, 179, 227-235.
- Maddoni, G. A., Cirilo, A. G., Otegui, M. E. (2006). Row width and maize grain yield. *Agronomy Journal*, 98(6), 1532-1543.
- Maltese, N. E., Melchiori, R. J. M., Maddoni, G. A., Ferreyra, J. M., Caviglia, O. P. (2019). Nitrogen economy of early and late-sown maize crops. *Field Crops Research*, 231, 40-50.
- Nafziger, E. D. (1994). Corn planting date and plant population. *Journal of Production Agriculture*, 7(1), 59-62.
- Sani, B. M., Oluwasemire, K. O., Mohammed, H. I. (2008). Effect of irrigation and plant density on the growth, yield and water use efficiency of early maize in the Nigerian Savanna. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 3(2), 33-40.
- Sárvári, M. (2005). Impact of nutrient supply, sowing time and plant density on maize yields. *Acta Agronomica Hungarica*, 53(1), 59-70.
- Shafi, M., Bakht, J., Ali, S., Khan, H., Khan, M. A., Sharif, M. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.* 44(2), 691-696.
- Sharifi, R. S., Sedghi, M., Gholipouri, A. (2009). Effect of population density on yield and yield attributes of maize hybrids. *Res. J. Biol. Sci.* 4(4), 375-379.
- Tsimba, R., Edmeades, G. O., Millner, J. P., Kemp, P. D. (2013 a). The effect of planting date on maize grain yields and yield components. *Field Crops Research*, 150, 135-144.
- Tsimba, R., Edmeades, G. O., Millner, J. P., Kemp, P. D. (2013 b). The effect of planting date on maize: Phenology, thermal time durations and growth rates in a cool temperate climate. *Field Crops Research*, 150, 145-155.
- Van Roekel, R. J., Coulter, J. A. (2011). Agronomic responses of corn to planting date and plant density. *Agronomy Journal*, 103(5), 1414-1422.
- Zamir, M. S. I., Ahmad, A. H., Javeed, H. M. R., Latif, T. (2011). Growth and yield behaviour of two maize hybrids (*Zea mays* L.) towards different plant spacing. *Cercetari agronomice in Moldova*, 44(2), 33-40.