



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Área de Consolidación

Sistemas Agrícolas de Producción Extensiva

Efecto de la densidad y el uso de cultivos de cobertura sobre el comportamiento agronómico en maíces Flint y dentados

Autor:

Giannuzzo, Juan Ignacio

Tutor:

Dr. Ricardo H. Maich

2020



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de dos híbridos de maíces Flint y un híbrido dentado, cultivados sobre lotes con dos tipos manejo y con dos densidades de siembra. El ensayo se llevó a cabo en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC) durante la campaña agrícola 2016-2017. Se contó con una superficie de 900 m² con antecesor soja, la cual fue subdividida en nueve parcelas de 100 m² cada una. Cinco de las cuales se mantuvieron limpias químicamente y en las cuatro restantes se implantó un trigo como cultivo de servicio. Se evaluaron tres híbridos de maíz, dos Flint del semillero Rusticana (NT 228 y NT 426) y un dentado de Dekalb (DK 72-10); sembrados a razón de 50 mil semillas ha⁻¹ y los restantes nueve surcos con 80 mil semillas ha⁻¹. 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. En cuanto al rendimiento en grano, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el híbrido dentado DK 72-10 y el Flint NT 426. A resultados similares se llegó cuando se contrastaron por un lado los tipos de manejo del suelo, y por el otro, las densidades de plantas. Sin embargo, la evaluación del comportamiento agronómico de los híbridos Flint debe ser lo suficientemente exhaustiva tal de echar luz sobre su potencial de rendimiento cuando contrastado con el de los dentados.

Palabras clave: *maíces Flint y dentados, cultivos de cobertura, densidad de siembra, centro-norte de la provincia de Córdoba.*

Introducción

Históricamente Argentina es un exportador de maíz y uno de los cinco mayores productores a nivel mundial. También es el único exportador del maíz no-GMO, denominado localmente como maíz plata, maíz Flint o colorado. Más del 90 % del área cultivada de maíz en Argentina está ocupada por híbridos dentados o semi-dentados GMO, y no más del 3% por maíces Flint (aproximadamente 150.000 hectáreas). Anualmente se exportan a Europa unas 400.000 toneladas (Greco y Martí Ribes, 2016).

El maíz Flint es conocido por sus altos rendimientos de molienda en seco y la calidad particular que brinda a una amplia gama de productos finales, como cereales para el desayuno, refrigerios y otros ingredientes texturizados (Rooney y Serna-Saldivar, 2003). La Unión Europea emite permisos especiales de importación para el maíz Flint si la calidad del grano alcanza estándares específicos (Comisión Europea, 1997). La producción de maíces Flint se encuentra dentro del cumplimiento de contratos entre el productor y exportador que exigen el respeto de normas de calidad. Para cumplir con la norma Flint el grano debe tener un peso hectolítrico de más de 76 kg hl⁻¹, un índice de flotación menor al 25% (en una solución estándar) y tener más del 92% de los granos con más del 50% del endosperma vítreo. El vítreo es la proporción de granos que tienen más endospermo córneo que harinoso, y es un atributo clave de dureza debido a la densidad diferencial del endosperma córneo frente al harinoso. Si bien la retención en zarandas no está contemplada en las normas, la industria toma como referencia el valor de retención en zarandas redondas de 8 mm (idealmente mayor a 50%).

Los genotipos dentados GMO por lo general rinden más que los no-GMO Flint del mercado, por lo que los productores reciben una prima (sobreprecio) para producir maíces especiales para la molienda seca. El mejoramiento genético ha ayudado a que el rendimiento y la estabilidad de algunos materiales Flint estén muy próximos de los híbridos dentados transgénicos del mercado, y tal como lo afirman Borrás y Gerde (2014) “*tenemos que darle a los Flint la misma oportunidad de expresar ese potencial logrando buena calidad de grano*”. Actualmente se reconoce que estos maíces con endosperma más duro no-GMO rinden a campo entre un 10% y un 20% menos que los dentados (o semi-dentados) GMO (Tamagno *et al.*, 2015). Según Borrás y Gerde (2014) los maíces Flint rinden menos porque establecen un menor número de granos por planta que los dentados y a su vez granos de menor tamaño.

En función del régimen pluviométrico que caracteriza a la región central semiárida de Argentina, los productores agrícolas ponen sus

“fichas” en cultivar especies estivales (maíz y soja). Por lo general, se apunta a obtener solo un cultivo por campaña agrícola. El suelo descansa no menos de cinco meses hasta ser sembrado con un cultivo destinado a la producción de grano. Mientras tanto, y aprovechando la luz y el espacio dejado por el cultivo apenas cosechado, las malezas invernales entran en escena. Al control químico de las mismas se ha sumado otra práctica de manejo tendiente a atenuar el impacto antrópico sobre el ambiente, en este caso en particular se hace referencia a los cultivos de cobertura (CC) o de servicio; una alternativa de manejo al barbecho químico invernal al que se le asigna las siguientes ventajas: mantener o atenuar la pérdida de carbono de los suelos, prevenir la erosión, aumentar la infiltración, capturar nutrientes, reducir sus pérdidas por lixiviación y contribuir al control de malezas (Daliparthi *et al.*, 1994; Unger & Vigil, 1998). Duarte (2002) y Fernández *et al.* (2005), en estudios desarrollados en la región semiárida y subhúmeda pampeana, comprobaron que, en años con precipitaciones normales, durante barbechos largos y en suelos de baja capacidad de retención de agua, los CC promovieron una mayor eficiencia en el uso del agua (EUA) por parte de los cultivos de cosecha respecto del testigo (sin CC). Sin embargo, también se admite que el consumo hídrico de los CC durante el invierno podría interferir en la oferta de agua para el cultivo sucesor (Munawar *et al.*, 1990; Duarte, 2002; Scianca *et al.*, 2008).

Luego de haber controlado químicamente las malezas o haber suprimido el cultivo de servicio, queda por definir la densidad de siembra ya que la fecha de siembra, siempre y cuando se recurra a un cultivo de servicio, queda relegada a fines de la primavera (última quincena de diciembre). La densidad óptima de siembra depende de la plasticidad vegetativa y reproductiva del híbrido de maíz (Sarlangue *et al.*, 2007). Esa densidad puede ser diferente de la densidad que asegura coberturas eficientes en la captura de luz ya que el maíz ajusta su área foliar en función de los recursos disponibles (naturales o agregados). Por lo tanto, el ambiente y el manejo del suelo determinan la densidad óptima en maíz. Para el caso de los maíces Flint, Di Giovanni *et al.* (2014) recomiendan densidades de siembra para el norte del país, en torno a las 65 mil plantas ha⁻¹, con una ventana de siembra que va del 15 de diciembre al 20 de enero.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de dos híbridos de maíces Flint y un híbrido dentado, cultivados sobre lotes con dos tipos manejo y con dos densidades de siembra.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC) durante la campaña agrícola 2016-2017. El predio se encuentra ubicado sobre el camino a Capilla de los Remedios km 15.5.

Se contó con una superficie de 900 m² con antecesor soja, la cual fue subdividida en nueve parcelas de 100 m² cada una. Cinco de las cuales se mantuvieron limpias químicamente y en las cuatro restantes se implantó un trigo como cultivo de servicio.

El dos de enero del 2017 se procedió a la siembra de tres híbridos de maíz, dos Flint del semillero Rusticana (NT 228 y NT 426) y un dentado de Dekalb (DK 72-10). Se reguló la sembradora tal de ir con una densidad de siembra de 5 semillas viables m⁻² y volver con una densidad de 8 semillas viables m⁻², de modo tal que cada parcela de 100 m² estuvo constituida por dieciocho surcos distanciados por 0.52 m, nueve de los cuales fueron sembrados a razón de 50 mil semillas ha⁻¹ y los restantes nueve surcos con 80 mil semillas ha⁻¹. La semilla de cada uno de los tres híbridos se distribuyó en tres de los nueve cuerpos de la sembradora. El esquema experimental a campo fue en parcelas subdivididas, habiéndose considerado al antecesor, híbrido y densidad de siembra como efectos fijos. Se conto cuatro repeticiones para la combinación de tratamientos “híbrido x antecesor CC x densidad” y con cinco repeticiones para la combinación de tratamientos “híbrido x antecesor rastrojo de soja x densidad” (Figura 1). Tanto en las parcelas provenientes de barbecho químico como de cultivo de cobertura se midió al momento de la siembra la cantidad de agua útil almacenada en el suelo hasta los dos metros de profundidad. Una vez implantado el cultivo, al que no se fertilizó, el control de malezas se llevó a cabo manualmente. El ensayo fue cosechado el 27 de mayo de 2017. El stand final de plantas se redujo, respectivamente a 4.5 y 7.5 plantas m⁻².

A partir de cada combinación de tratamientos (antecesor x híbrido x densidad), representado por una parcela de tres surcos, se tomó del surco central una muestra de un metro cuadrado de superficie. 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. Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico *InfoStat* (Di Rienzo *et al.*, 2018).

4.5 plta.m- 2			7.5 plta.m- 2			Pasillo	4.5 plta.m- 2			7.5 plta.m- 2			Pasillo	4.5 plta.m- 2			7.5 plta.m- 2		
426	72-10	228	228	72-1	426		426	72-10	228	228	72-10	426		426	72-10	228	228	72-10	426
426	72-10	228	228	72-2	426		426	72-10	228	228	72-10	426		426	72-10	228	228	72-10	426
426	72-10	228	228	72-3	426		426	72-10	228	228	72-10	426		426	72-10	228	228	72-10	426

Figura 1. Esquema del ensayo de maíz realizado en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2016-2017. Los cuadros de color azul corresponden al antecesor CC y los de color gris al antecesor soja.

Resultados y Discusión

El agua útil almacenada en el suelo al momento de la siembra del maíz fue de 132 mm cuando implantado sobre las parcelas provenientes de barbecho y de 90 mm sobre aquellas con antecesor trigo suprimido al momento de la espigazón.

Las distintas fuentes de variación (híbrido, antecesor y densidad) se analizan e interpretan por separado debido a que no se constataron interacciones de ningún tipo entre las tres fuentes de variación.

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 2016-2017.

Híbrido	Grano	P1000G	N°Granos
DK 72-10	9740 a	263 b	3746 a
NT 228	7760 b	300 a	2600 b
NT 426	8880 a	236 c	3762 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})

Para el rendimiento en grano, y a nivel de medias, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el híbrido dentado DK 72-10 y el Flint NT 426, y estos superaron al NT 228 (Tabla1). Sin embargo, cuando se contrastó el valor medio de ambos maíces Flint respecto al valor medio del dentado, la diferencia significativa a favor del dentado fue del 17% (datos no presentados). La componente numérica, número de granos por metro cuadrado, acompañó la tendencia puesta de manifiesto por el variable principal.

Vale traer a colación la recomendación hecha por Borrás y Gerde (2014) respecto a que hay que proseguir desandando el camino del mejoramiento genético de los maíces Flint sin perder de vista la calidad del grano. Según los mencionados autores, los maíces Flint rinden menos porque establecen un menor número de granos por planta que los dentados y a su vez granos de menor tamaño. Los resultados del presente trabajo pareciesen no confirmar la hipótesis de que en los maíces Flint los valores medios de las dos componentes numéricas del rendimiento, peso y número de los granos, son más bajos de que los observados en los híbridos dentados.

Para ninguna de las variables analizadas se constataron diferencias entre medias estadísticamente significativas cuando el cultivo de maíz se implantó sobre un rastrojo de soja o sobre un cultivo de cobertura (Tabla 2). Respecto al barbecho químico, los 42 mm de agua consumidos por el trigo hasta el momento de su supresión (espigazon) no incidieron negativamente sobre el comportamiento agronómico del maíz. Sin embargo, toda vez que las precipitaciones primaverales se retrasen, o se encuentren por debajo de la media histórica como aconteció en la primavera del 2016, es conveniente retrasar la fecha de siembra del maíz, tratando de que el agua consumida por parte del cultivo de cobertura no interfiera negativamente sobre su crecimiento y desarrollo (Munawar et al. 1990; Duarte, 2002; Scianca et al. 2008).

Tabla 2. Efecto del antecesor 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 2016-2017.

Antecesor	Grano	P1000G	N°Granos
Cultivo de cobertura	8800 a	268 a	3333 a
Rastrojo de soja	8790 a	264 a	3407 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})

Los valores medios para el rendimiento en grano no difirieron entre sí, independientemente de que el maíz fuese cultivado a razón de 4.5 plantas m^{-2} ó 7.5 plantas m^{-2} (Tabla 3). Por el contrario, el peso del grano fue significativamente más alto cuanto menor fue el número de plantas por unidad de superficie, mientras que el mayor número de granos se correspondió con la mayor densidad de siembra. En palabras de Sarlengue *et al.* (2007), la densidad óptima de siembra es aquella que posibilita maximizar el rendimiento en grano con la menor *densidad*. En base a los resultados obtenidos en este trabajo, la densidad óptima está más cerca de las 45 mil que de las 75 mil plantas ha^{-1} .

Tabla 3. Efecto densidad de siembra 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 2016-2017.

Densidad de siembra	Grano	P1000G	N°Granos
4.5 plantas m^{-2}	8510 a	285 a	3038 b
7.5 plantas m^{-2}	9090 a	248 b	3702 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})

Conclusiones

El rendimiento en grano del maíz Flint aún se ubica por debajo del dentado. Por otra parte, el uso de un cereal de invierno (por ejemplo, trigo) como cultivo de cobertura o de servicio, suprimido oportunamente, se presenta como una alternativa de manejo ambientalmente sustentable. Finalmente, bajo condiciones de secano y en la región centro-norte de la provincia de Córdoba, la densidad de siembra puede reducirse respecto a la

usada en la zona maicera núcleo sin por ello afectar significativamente el rendimiento en grano.

Agradecimientos

Al Dr. Julio Di Rienzo, por la orientación en como dar el sustento estadístico al trabajo.

Al Dr. Ricardo H. Maich, por el aprendizaje de todos estos años, y la paciencia.

Bibliografía

- Borrás L., Gerde J. 2014. Avances en el conocimiento para entender y maximizar la calidad del grano de maíz Flint. En: *Optimizando el manejo del cultivo de maíz flint*. Editorial Tecnigráfica. 21-36.
- Daliparthy, J., Herbert, S. J., & Veneman, P. L. (1994). Dairy manure applications to alfalfa: crop response, soil nitrate, and nitrate in soil water. *Agronomy Journal*, 86(6), 927-933.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. (2008). InfoStat, versión 2018, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- DiGiovanni L., Pereyra A., González A. 2014. Recomendaciones y consejos para obtener un verdadero maíz Flint. En: *Optimizando el manejo del cultivo de maíz flint*. Editorial Tecnigráfica. 75-80.
- Duarte, G. (2002). Sistemas de Producción de girasol en la región húmeda de la Argentina. *Manual práctico para el cultivo de girasol*.
- European Commission, 1997. Commission Regulation (EC) No 641/97 of 14 April 1997 amending Commission Regulation (EC) No 1249/96 of 28 June 1996 on rules of application (cereals sector import duties) for Council Regulation (EEC) No 1766/92. Off. J. Eur. Uni

- Fernández, R., Funaro, D., & Quiroga, A. (2005). Influencia de cultivos de cobertura en el aporte de residuos, balance de agua y contenido de nitratos. *Boletín de divulgación técnica*, 87.
- Greco, I. A., & Martí Ribes, I. (2016). Actualidad en producción, exportación y tendencias en nuestro uso del maíz Plata/Flint Argentino para el mercado Europeo. *Optimizando el manejo del cultivo de maíz flint*. Editorial Tecnigráfica, 87.
- Munawar, A., Blevins, R. L., Frye, W. W., & Saul, M. R. (1990). Tillage and cover crop management for soil water conservation. *Agronomy Journal*, 82(4), 773-777.
- Rooney, L. W., & Serna-Saldivar, O. S. (2003). Specialty corns. *Corn chemistry and technology*. Ed.: White, JP-Johnson, L. A. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul., 522-523.
- Sarlangue, T., Andrade, F. H., Calviño, P. A., & Purcell, L. C. (2007). Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density. *Agronomy Journal*, 99(4), 984-991.
- Scianca, C. M., Alvarez, C. O., Barraco, M. R., Quiroga, A. R., & Pérez, M. B. (2008). Impacto de diferentes coberturas invernales sobre propiedades edáficas, población de malezas y productividad de soja [Resumen]. In *Congreso Nacional de Trigo. 7. Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. 5. Encuentro del Mercosur. 1. 2008 07 02-04, 2 al 4 de julio 2008. Santa Rosa, La Pampa. AR*.
- Tamagno S., Greco I. A., Almeida H., Borrás L. 2015. Physiological differences in yield related traits between flint and dent Argentinean commercial maize genotypes. *Europ. J. Agronomy* 68:50–56.
- Unger, P. W., & Vigil, M. F. (1998). Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53(3), 200-207.