

EFECTO DEL CULTIVAR, FECHA Y DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN TRIGO CULTIVADO EN SECANO

Maich, R. H.¹

¹Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cátedra de Genética. Córdoba. Argentina.

rimaich@agro.unc.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de esta nota fue determinar el efecto de la densidad y de la fecha de siembra sobre el comportamiento agronómico de cuatro cultivares de trigo cultivados en la región semiárida central de la provincia de Córdoba. Las densidades de siembra usadas fueron dos: 100 y 200 semillas viables m⁻². Los materiales se sembraron en dos fechas de siembra, el 12 de mayo y el 17 de junio de 2019. El rendimiento en grano promedio de los cultivares agronómicamente superiores superó las 3 ton ha⁻¹ y el número de granos, los 9000 destinos por unidad de superficie. La merma en porcentaje con un atraso de un mes en la fecha de siembra fue del 37.7 % para el rendimiento en grano y del 46.2 % para la producción de biomasa aérea. Para el rendimiento en grano la diferencia no significativa entre medias favoreció a la parcela sembrada con 200 semillas m⁻² y fue del 6%. Elección varietal y fecha de siembra priman entre las decisiones de manejo de un cultivo de trigo en secano en la región central semiárida de la provincia de Córdoba.

Palabras clave: *Trigo, Triticum aestivum L., densidad, fecha de siembra, cultivar.*

INTRODUCCIÓN

El cultivar de trigo elegido, la fecha y la densidad de siembra, y el manejo nutricional e hídrico son decisiones que los productores toman tal de alcanzar el máximo rendimiento en grano con una aceptable calidad agroindustrial. Aunque el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en trigo se ha estudiado desde 1926, no son abundantes las citas en las que se analiza a la densidad de siembra en un contexto en el que también varían las fechas de siembra y los ciclos biológicos de los materiales evaluados. Para un dado cultivar de trigo, tanto un exceso como un defecto de semillas viables sembradas por unidad de superficie pueden alejarnos del rendimiento alcanzable. Para lograr este objetivo es necesario determinar la densidad óptima, o la menor densidad que posibilita maximizar el rendimiento en grano. Para una dada variedad de trigo su densidad óptima varía según la región triguera en la que se lo cultive, fecha de siembra, tipo y manejo del suelo, etc. Por ejemplo, la densidad óptima para una siembra temprana suele ser menor a la usada en siembras más tardías. Por otra parte, se ha demostrado que la densidad óptima es más alta en ambientes con lluvias regularmente distribuidas o en ambientes en los que se cuenta con riego. En ambos casos, se ha observado un aumento lineal en el rendimiento de grano a medida que se aumenta la densidad de siembra. Sin embargo, en otras condiciones ambientales el rendimiento puso de manifiesto una respuesta lineal negativa, una respuesta cuadrática positiva o una

respuesta sin cambios a medida que aumentó la densidad de siembra. Aun cuando se sostenga que está dicha la última palabra en cuanto a la densidad de siembra óptima en trigo, el mejoramiento genético posibilita la obtención de nuevas variedades que no necesariamente se encuadran en los paradigmas vigentes.

Con la intención de ir interiorizando al lector sobre el tema objeto de análisis y estudio, se procedió a clasificar la revisión bibliográfica que sirve de sustento a la presente nota de la siguiente manera: hemisferio en el que se llevaron a cabo los estudios, siembra de invierno o primavera, régimen pluviométrico, secano o con riego, fertilizado o no, fechas de siembra y número de genotipos de trigo evaluados. Los once trabajos revisados datan del año 2000 en adelante. Salvo uno, conducido en Nueva Zelanda, los restantes diez trabajos se condujeron en el hemisferio norte; siete con siembra de otoño (septiembre-octubre-noviembre) y tres con siembra de primavera (abril). El grueso de los ambientes en el que se implantaron los ensayos se caracteriza por poseer un clima en que las precipitaciones o se distribuyen homogéneamente a lo largo de todo el año o se concentran en la estación invierno-primaveral, es decir un clima óptimo para el cultivo de los cereales de invierno. La mayoría de los ensayos se condujeron en secano (9 sobre 11), sin embargo en dos de ellos se tuvo que recurrir a riego suplementario. En todos los trabajos se fertilizó con nitrógeno. En algunos el objetivo fue alcanzar un dado rendimiento (reposición del N exportado con el grano), en otros fue evaluar la

interacción entre la fertilización nitrogenada y la densidad de siembra. En dos de los once trabajos se trabajó con más de una fecha de siembra dentro de cada estación de cultivo. Finalmente, el número de genotipos de trigo evaluados fluctuó entre uno y veinte, siendo más frecuente los trabajos en los que se evaluaron entre 4 y 6 genotipos.

Ahora focalizaremos nuestra atención en los resultados obtenidos en cuanto al efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en grano de trigo. Luego contextualizaremos a los mismos teniendo en cuenta el material evaluado, la fecha de siembra dentro de una dada estación de cultivo y la fertilización nitrogenada. Como era de esperar, en los cultivos regados y fertilizados con nitrógeno por encima de la dosis de base, el rendimiento en grano respondió lineal o cuadráticamente a medida que se incrementó la densidad de siembra (Otteson *et al.*, 2007; Dai *et al.*, 2013; El-Lattief, 2014), ubicándose la densidad óptima alrededor de las 300 semillas viables m^{-2} . Los resultados de Bhatta *et al.* (2017) en un cultivo de trigo conducido en seco y con una dosis de nitrógeno de 90 $kg\ ha^{-1}$ muestran que la densidad de siembra más alta (380 o 500 semillas viables m^{-2}) fue la que más altos rendimientos brindó. Es conveniente destacar que en el ambiente en el que se realizó el ensayo (Nebraska, USA), entre el 58 % y 65% de la precipitación anual aconteció entre abril y julio cuando el cultivo floreció y llenó sus granos. Desandando el camino hacia densidades óptimas más bajas que las mencionadas, nos encontramos con el trabajo de Carr *et al.* (2003) del que se desprende que en una siembra de primavera en North Dakota (USA) la densidad óptima fue de 247 semillas viables m^{-2} . Es de destacar que durante el ciclo del cultivo se contabilizaron precipitaciones entre 300 mm y 400 mm, por encima de la media histórica (288 mm). En los restantes seis trabajos las densidades consideradas como óptimas fueron de las 125 a las 215 semillas viables m^{-2} . Los trabajos de Whaley *et al.* (2000) y de McKenzie *et al.* (2007) retienen como óptimas las densidades de siembra más bajas, respectivamente, 125 y 150 semillas viables m^{-2} . Se debe hacer la siguiente salvedad, en ambos trabajos la fecha de siembra fue temprana (septiembre para el hemisferio norte). Un tipo de interacción que surge de la lectura de los trabajos revisados, es la respuesta de las variedades de trigo a la variación en la densidad de siembra. En el trabajo de Dai *et al.* (2013) se evaluaron dos cultivares en cuatro densidades de siembra, la densidad óptima del cultivar S15 resultó ser el 43% de la requerida por el cultivar T18. Los argumentos que esgrimen los autores para explicar estos resultados radica en que los cultivares diferían en cuanto a la capacidad de macollar y al tamaño de las espigas. Otro tipo de interacción es la que se presenta

entre densidad y fecha de siembra, los resultados del trabajo de Whaley *et al.* (2004) señalan que el daño por frío fue mayor en las densidades bajas en fechas de siembra temprana de mediados de septiembre, mientras que lo contrario aconteció con las siembras intermedias o de mediados de octubre donde el material sembrado a densidades de siembra más alta fue el más afectado por el frío. Adicionalmente se debe hacer una consideración en lo que respecta a la fertilización con nitrógeno, Stephen *et al.* (2005) sugieren no excederse en la fertilización nitrogenada (90-100 $kg\ N\ ha^{-1}$) como así también optan por una densidad de siembra relativamente baja (165 semillas viables m^{-2}). Otro de los aspectos abordados es el referido a si es, o no, conveniente fraccionar la aplicación del nitrógeno. Chen *et al.* (2008) afirman que lo conveniente es aplicar el nitrógeno en una única dosis a la siembra (101 $kg\ N\ ha^{-1}$) gracias a lo cual, y con una densidad de siembra de 215 semillas viables m^{-2} , se obtuvieron 3.3 $tn\ ha^{-1}$. En la presente nota se omite intencionalmente hablar de densidades de siembra expresadas en kg de semilla ha^{-1} . No caben dudas que el número de citas se podría como mínimo haber duplicado de haberse considerado a los trabajos en los que se hablaba de kilos y no de número de granos. Geleta *et al.* (2002), y luego de los correspondientes cálculos, recomiendan sembrar 65 $kg\ ha^{-1}$ que se corresponden con 210 semillas viables m^{-2} .

OBJETIVO

El objetivo de esta nota fue determinar el efecto de la densidad y de la fecha de siembra sobre el comportamiento agronómico de cuatro cultivares de trigo con distintos ciclos biológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo comparativo de rendimiento en trigo se realizó durante 2019 en el Área Experimental del Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Córdoba (UNC). Esta zona se corresponde con la zona semiárida central de la provincia de Córdoba, con una precipitación media anual de 770 mm, bajo un régimen monzónico, es decir las precipitaciones se concentran principalmente durante la estación estival. Se evaluaron los siguientes cuatro cultivares comerciales de trigo para pan: ACA 906 (ciclo corto), Klein Liebre (ciclo intermedio), Baguette 801 y Klein Guerrero (ambos de ciclo largo). Las densidades de siembra usadas fueron dos: 100 y 200 semillas viables m^{-2} . Los materiales se sembraron en seco en dos fechas de siembra, el 12 de mayo y el 17 de junio de 2019. El diseño utilizado fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones con arreglo en parcelas divididas,

Tabla 1. Efecto de la variedad de trigo sobre el rendimiento y sus principales componentes en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2019-2020.

Material	Grano ¹	Biomasa ²	IC ⁴	P1000G ⁴	N° Granos ³	N° Espigas	N° Granos/Espiga ⁴
ACA 906	3434 a	11826 b	29.9	37.7	9071 a	301 a	31
Klein Liebre	2275 b	11800 b	20.1	32.0	7175 b	296 a	24
Baguette 801	2310 b	10815 b	21.2	30.6	7378 b	301 a	25
Klein Guerrero	3246 a	13802 a	23.5	36.5	8959 a	333 a	27

¹-Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

²- Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,07$)

³- Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,06$)

⁴-Interacción significativa material x fecha de siembra.

Grano (kg ha^{-1} de grano), Biomasa (kg ha^{-1} de biomasa aérea), IC (índice de cosecha en porcentaje), P1000G (peso de mil granos en gramos), N° Granos (número de granos m^{-2}), N° Espigas (número de espigas m^{-2}) y N° Granos/Espiga (número de granos por espiga).

Tabla 2. Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento y sus principales componentes en trigo cultivado en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2019-2020.

Fecha de siembra	Grano	Biomasa	IC ¹	P1000G ¹	N° Granos	N° Espigas	N° Granos/Espiga ¹
12 de Mayo	3471 a	15679 a	22	34.5	9990 a	378 a	26
17 de Junio	2161 b	8442 b	25	33.9	6281 b	237 b	27

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

¹-Interacción significativa material x fecha de siembra.

Grano (kg ha^{-1} de grano), Biomasa (kg ha^{-1} de biomasa aérea), IC (índice de cosecha en porcentaje), P1000G (peso de mil granos en gramos), N° Granos (número de granos m^{-2}), N° Espigas (número de espigas m^{-2}) y N° Granos/Espiga (número de granos por espiga).

Tabla 3. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y sus principales componentes en trigo cultivado en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC) durante la campaña agrícola 2019-2020.

Densidad de siembra	Grano	Biomasa	IC	P1000G	N° Granos	N° Espigas	N° Granos/Espiga
100 semillas m^{-2}	2735 a	11431 a	24.1 a	34.4 a	7829 a	287 b	27 a
200 semillas m^{-2}	2898 a	12690 a	23.2 a	34.0 a	8442 a	328 a	26 a

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

Grano (kg ha^{-1} de grano), Biomasa (kg ha^{-1} de biomasa aérea), IC (índice de cosecha en porcentaje), P1000G (peso de mil granos en gramos), N° Granos (número de granos m^{-2}), N° Espigas (número de espigas m^{-2}) y N° Granos/Espiga (número de granos por espiga).

correspondiéndole a la parcelas principales las fechas de siembra, a la subparcelas los cultivares de trigo y a las sub-subparcelas las densidades de siembra. Se trabajó con micro parcelas de cuatro surcos de 5 m de longitud distanciados por 20 cm. Al momento de la siembra se tomaron muestras de suelo hasta los 2 metros de profundidad con el objetivo de estimar la cantidad en mm de agua útil. Se registraron las precipitaciones acontecidas durante el ciclo de cultivo. A partir de la cosecha de los dos surcos centrales de cada parcela, se midieron o estimaron las siguientes variables: rendimiento en grano y en biomasa aérea (estibado y aireado por dos meses) (kg ha^{-1}), índice de cosecha (%), peso de 1000 granos (g), número de granos y espigas m^{-2} y número de granos espiga⁻¹. Se analizaron los datos con el software para análisis estadísticos de aplicación general Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El agua útil almacenada en el suelo hasta los 2 m de profundidad en la siembra del 12 de mayo de 2019 fue de 271 mm y de 228 mm para la siembra del 17 de junio de 2019. Las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo, desde el 12 de mayo de 2019 hasta el 30 de octubre de 2019 (momento de la cosecha de la siembra del 12 de mayo) fueron de 68 mm, mientras que de 97 mm para el material sembrado el 17 de junio de 2019 que fue cosechado entre el 8 y el 21 de noviembre de 2019. Del total de agua que el cultivo tuvo a su disposición, entre el 20% (primera fecha de siembra) y el 30% (segunda fecha de siembra) provino de las precipitaciones que acontecieron durante su ciclo biológico.

Los valores medios correspondientes al rendimiento en grano y sus principales componentes numéricas y fisiológicas de los cuatro cultivares de trigo evaluados se presentan en la **tabla 1**. De las siete variables, tres pusieron de manifiesto interacciones genotipo x fecha de siembra significativa (índice de cosecha, peso de mil granos y número de granos por espiga). Salvo para el número de espigas por metro cuadrado, las restantes tres variables agronómicas medidas o estimadas pusieron de manifiesto diferencias significativas entre las variedades de trigo evaluadas. En cuanto al rendimiento en grano y su principal componente numérica o física (número de granos m^{-2}) los cultivares ACA 906 y Klein Guerrero pusieron de manifiesto valores medios significativamente más altos que los evidenciados por los cultivares Klein Liebre y Baguette 801. En ambos grupos se encuentran representados cultivares de ciclo largo (Klein Guerrero y Baguette 801). El rendimiento en grano promedio de los cultivares agronómicamente superiores superó las 3 $ton\ ha^{-1}$ y el número de granos, los 9000 destinos por unidad de superficie.

En lo que respecta al efecto de la fecha de siembra sobre el comportamiento agronómico de los cuatro cultivares de trigos evaluados, exceptuadas las tres variables anteriormente mencionadas que presentaron interacciones significativas, los valores medios resultaron significativamente mayores cuando los materiales se sembraron el 12 de mayo respecto al 17 de junio (**Tabla 2**). La merma en porcentaje con un atraso de un mes en la fecha de siembra fue del 37.7 % para el rendimiento en grano y del 46.2 % para la producción de biomasa aérea. A continuación se comentaran los resultados inherentes a la interacción entre variedades de trigo y fechas de siembra constatadas para el índice de cosecha, peso de mil granos y número de granos por espiga. El índice de cosecha no se vio modificado por la fecha de siembra en los dos cultivares de ciclo largo (Baguette 801 y Klein Guerrero), en cambio en los cultivares de ciclo corto (ACA 906) e intermedio (Klein Liebre) el índice de cosecha fue más alto en la siembra de junio. Los cultivares de ciclos más cortos no variaron por efecto de la fecha de siembra el peso de su grano, si en cambio lo hicieron los cultivares de ciclo más largos, aunque no manera unívoca. Klein Guerrero lo aumentó con el atraso de la fecha de siembra mientras que Baguette 801 lo disminuyó. Finalmente, el número de granos por espiga del cultivar ACA 906 varió en función de la fecha de siembra, siendo mayor en la siembra de junio.

Carr, P. M., Horsley, R. D., & Poland, W. W. (2003). Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars. I. Grain Production. *Crop Science*, 43 (1):202–209.

En la **tabla 3** se muestran los valores medios correspondientes a las variables medidas o estimadas en función del efecto de la densidad de siembra. Diferencias estadísticamente significativas entre medias se probaron solo para el número de espigas por metro cuadrado. La diferencia a favor de la densidad de siembra más alta (200 semillas viables m^{-2}) fue del 14.7 %. Para el rendimiento en grano la diferencia no significativa entre medias favoreció a la parcela sembrada con 200 semillas m^{-2} y fue del 6%.

Que haya diferencias entre medias es tan significativo como que no las haya. La significancia estadística observada en cuanto a la elección del cultivar y la fecha de siembra sobre el rendimiento en grano brindan una lectura directa de los resultados obtenidos. Hay cultivares que rinden más que otros y que un adelanto en la fecha de siembra trae consigo más altos rendimientos. Distinto fue el caso en cuanto al efecto de la densidad de siembra sobre la producción de grano. Desde el punto de vista estadístico, sembrar doscientas o cien semillas viables por metro cuadrado pareciese dar lo mismo. La no significancia estadística no se corresponde con la significancia socioeconómica que significa sembrar más alimento sin tener como contrapartida más alimento. El peso promedio de mil granos para los cuatro cultivares evaluados fue 34 g. La siembra de 100, 200 o 300 semillas m^{-2} se corresponden con la siembra de 34, 68 o 102 $kg\ ha^{-1}$. Por lo general se siembran unas 250 semillas m^{-2} o 85 $kg\ ha^{-1}$ en función del peso promedio del grano antes mencionado. Bien se podrían “ahorrar” unos 50 kg de grano, sin por ello incidir de manera significativa sobre el rendimiento a cosecha, y obtener harina para 45 kg de pan.

CONCLUSIONES

Contextualizando espacial y temporalmente los resultados obtenidos, la elección varietal y fecha de siembra primarían entre las decisiones de manejo de un cultivo de trigo en secano en la región central semiárida de la provincia de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

- Bhatta, M., Eskridge, K. M., Rose, D. J., Santra, D. K., Baenziger, P. S., & Regassa, T. (2017). Seeding rate, genotype, and topdressed nitrogen effects on yield and agronomic characteristics of winter wheat. *Crop Science*, 57(2), 951-963.
- Chen, C., Neill, K., Wichman, D., & Westcott, M. (2008). Hard red spring wheat response to row spacing, seeding rate, and nitrogen. *Agronomy Journal*, 100(5), 1296-1302.

- Dai, X., Zhou, X., Jia, D., Xiao, L., Kong, H., & He, M. (2013). Managing the seeding rate to improve nitrogen-use efficiency of winter wheat. *Field Crops Research*, 154, 100-109.
- 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>.
- El-Lattief, E. A. A. (2014). Determining the optimization seeding rate for improved productivity of wheat under Southern Egypt conditions. *Int. J. Argon. Agric. Res*, 4(1), 47-57.
- Geleta, B., Atak, M., Baenziger, P. S., Nelson, L. A., Baltenesperger, D. D., Eskridge, K. M., M. J. Shipman, & Shelton, D. R. (2002). Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Science*, 42(3), 827-832.
- McKenzie, R. H., Bremer, E., Middleton, A. B., Pfiffner, P. G., Dunn, R. F., & Beres, B. L. (2007). Efficacy of high seeding rates to increase grain yield of winter wheat and winter triticale in southern Alberta. *Canadian journal of plant science*, 87(3), 503-507.
- Otteson, B. N., Mergoum, M., & Ransom, J. K. (2007). Seeding rate and nitrogen management effects on spring wheat yield and yield components. *Agronomy journal*, 99(6), 1615-1621.
- Stephen, R. C., Saville, D. J., & Drewitt, E. G. (2005). Effects of wheat seed rate and fertiliser nitrogen application practices on populations, grain yield components and grain yields of wheat (*Triticum aestivum*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(2), 125-138.
- Whaley, J. M., Sparkes, D. L., Foulkes, M. J., Spink, J. H., Semere, T., & Scott, R. K. (2000). The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. *Annals of Applied Biology*, 137(2), 165-177.
- Whaley, J. M., Kirby, E. J. M., Spink, J. H., Foulkes, M. J., & Sparkes, D. L. (2004). Frost damage to winter wheat in the UK: the effect of plant population density. *European Journal of Agronomy*, 21(1), 105-115.