

CANDELARIA DUO INTA UNA VARIEDAD DE MAIZ PARA AGRICULTURA FAMILIAR Y ORGANICA

Jonatan Martínez¹, José A. Llovet² y Daniel A. Presello^{2}*

La mayor parte de la producción de maíz se realiza con híbridos transgénicos de grano dentado o semidentado para la producción extensiva o tipo plata no transgénico para exportación y molienda seca. En la industria semillera argentina ha habido un proceso de fusión de empresas y los semilleros actuales de mayor escala focalizan sus esfuerzos en abastecer las demandas más importantes quedando algunas tipologías de producción, como la agricultura familiar o la agricultura orgánica con escasas ofertas de semilla. Las variedades de polinización abierta tienen menor potencial de rendimiento en comparación al de los híbridos que aprovechan la heterosis del maíz, pero tienen algunas ventajas como el menor costo de producción de semilla y la posibilidad de ser utilizadas para mejorar su adaptación a estas estrategias productivas. Una de las variedades recientemente registradas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, es Candelaria Dúo INTA.

INTRODUCCION

El mejoramiento poblacional se realiza mediante diferentes tipos de selección recurrente para rendimiento y caracteres de interés agronómicos. Estos métodos son eficientes, pero demandan un uso intensivo de recursos destinados a ensayos multi-ambientes que permiten discernir efectos genéticos verdaderos y separarlos de aquellos relacionados con el ambiente y la interacción genotipo por ambiente. Por otro lado, la selección indirecta de caracteres asociados al rendimiento y de alta heredabilidad puede generar materiales superiores con costos y plazos menores.

La domesticación del cultivo de maíz ha llevado a una pérdida de la dominancia apical, es decir una mayor concentración de recursos en el tallo principal y reducción del número de ramificaciones. Estos cambios resultan evidentes cuando se compara el número de tallos por planta del maíz moderno (*Zea mays* L.) con el de la especie de teosinte ancestral más probable, *Zea mays* spp. *parviglumis* (Doebley y Hubbard, 1997). El maíz moderno también ha reducido la capacidad de producir espigas múltiples en el único tallo de la planta a pesar de que cada nudo ubicado entre 6 a 8 hojas debajo de la panoja tiene un primordio de espiga que está claramente diferenciado en estado V9 (Ritchie *et al.*, 1993). Los genotipos que desarrollan espigas cosechables en más de un primordio se conocen como prolíficos y la expresi-

ón de este carácter depende de la genética de la variedad y de las condiciones ambientales en la que es cultivada.

El rendimiento de los maíces, para una determinada densidad de plantas, depende del número de espigas por planta, el número de granos por espiga y el peso del grano. Alteraciones genéticas o ambientales de uno de los componentes afecta la expresión de los otros. El índice de prolificidad, definido como número de espigas sobre número de plantas, es un carácter que contribuye a mejorar el índice de cosecha con efectos en la productividad y estabilidad del rendimiento. Este carácter tiene mayor heredabilidad que el rendimiento y, dada su asociación con el mismo, puede ser usado como criterio de selección para mejorar en forma indirecta la productividad del cultivar.

Experimentos de selección han demostrado una importante respuesta directa sobre la prolificidad y respuestas indirectas sobre el rendimiento y uno de sus principales componentes, el número de granos por planta; por otro lado, existe un efecto negativo sobre el peso de grano (De Leon y Coors, 2002). Estos resultados indican que la selección por prolificidad incrementa el número de granos por unidad de superficie pero el tamaño final de los mismos dependerá del potencial del cultivo para proveer fotoasimilados (Echarte y Andrade, 2003). Como resultado del mejoramiento genético en regiones maiceras templadas, como el Cintu-

1- Alumno de la Carrera de Agronomía. Escuela de Ciencias Agrarias. UNNOBA

2- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Pergamino.

* presello.daniel@inta.gob.ar



Fotografía 1. En condiciones de alta disponibilidad de recursos, como esta planta de bordura, Candelaria Dúo INTA produce espigas múltiples bien granadas.

rón Maicero de Estados Unidos o nuestra Región Pampeana, no se ha mejorado en forma consistente la prolificidad y muchos genotipos expresan un alto potencial y estabilidad del rendimiento en base a la producción de una única espiga (Etcharte *et al.*, 2013). La selección por prolificidad implica una regresión hacia un carácter ancestral de la especie mediante el aumento de la frecuencia de genes que producen tallos con espigas múltiples.

DESCRIPCION DE LA VARIEDAD

En 2017, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria inscribió en el Registro Nacional de Cultivares del INASE la variedad de polinización abierta Candelaria Dúo INTA desarrollada en la Estación Experimental Agropecuaria de Pergamino, siguiendo los objetivos del Programa Nacional de Cereales y Oleaginosas y en el marco de una vinculación tecnológica con semilleros. Este material genético fue obtenido mediante siete ciclos de selección recurrente por prolificidad a partir de la variedad Candelaria INTA. En cada ciclo, se sembró un surco con 30 plantas de unas 300 progénies para autofecundar la segunda espiga de unas 6 ó 7 plantas por surco. A madurez, se cosecharon

solamente espigas de los surcos más prolíficos y con la relación de pesos entre la segunda y la primera espiga tan cercana a 1 como fuera posible. Los materiales selectos en cada generación fueron recombinados en campo de invierno a fin de completar el ciclo de selección. Durante los siete ciclos de selección, se desecharon las familias susceptibles a vuelco, quebrado y enfermedades y se trató de mantener un tipo de grano similar al de Candelaria INTA.

La selección redujo la dominancia apical aumentando la prioridad de las espigas como destino de la producción de fotoasimilados, lo cual mejora la estabilidad del rendimiento. En condiciones de baja densidad y alto nivel de recursos (agua, nutrientes, luz) las plantas producen espigas múltiples como las que se ven en la fotografía 1, mientras que en altas densidades y condiciones de estrés severo, si bien baja notablemente el índice de prolificidad, las plantas aún producen al menos una espiga (fotografía 2). En condiciones de cultivo y densidades normales, Candelaria Dúo INTA puede producir entre 1 y 3 espigas por planta (fotografía 3). Esta capacidad de ajustar el número de espigas por planta a la oferta ambiental le da plasticidad a la variedad ante cambios en las condiciones ambientales mejorando la estabilidad del rendimiento.

INTERACCION DENSIDAD X NITROGENO

En 2017/2018, bajo condiciones de estrés hídrico severo y altas temperaturas, se comparó el rendimiento e índice de prolificidad de Candelaria Dúo INTA varias densidades y niveles de fertili-

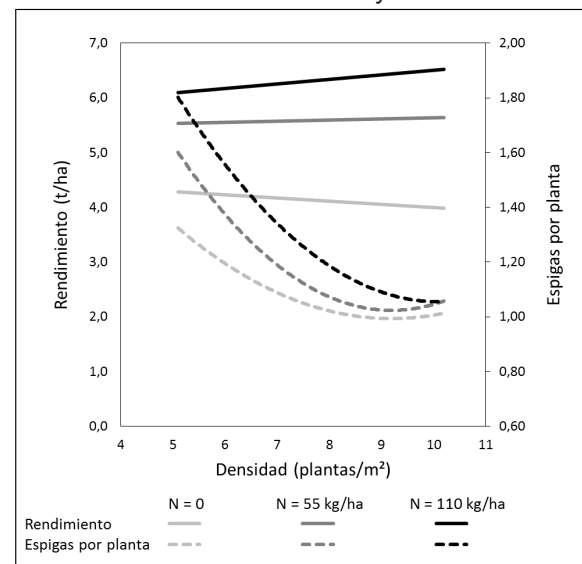


Figura 1. Rendimiento y número de espigas por planta en la variedad Candelaria Dúo INTA en un ensayo de interacción densidad x nitrógeno realizado en la EEA Pergamino con cinco niveles de densidad (5,1, 5,8, 6,8, 8,2 y 10,2 plantas/m²) y tres niveles nitrógeno agregados como urea en estado V7.



Fotografía 2. En condiciones de alta densidad y estrés hídrico severo, la variedad produce una espiga por planta.

zación nitrogenada. El experimento fue realizado en un suelo Argiudol típico, Serie Pergamino, con cultivo antecesor trigo/soja de 2ª y contenidos de 24,2 kg/ha de nitrógeno (0–60 cm), y 16,4 mg/kg de fósforo extractable y 2.84 % de materia orgánica (0-20 cm). A la siembra, todo el ensayo fue fertilizado con 180 kg/ha de un arrancador (7 % de N, 40 % de P_2O_5 y 5 % de S). Se utilizó un diseño factorial (nitrógeno x densidad) con tres repeticiones y parcelas de 4 surcos de 5 metros de largo. Los niveles para densidad fueron de 5,1, 5,8, 6,8, 8,2 y 10,2 plantas por m^2 y los de fertilidad nitrogenada consistieron en la aplicación de 0, 55 y 110 kg de N por ha, agregados como urea esparcida sobre el suelo en estado de séptima hoja expandida, a estos niveles hay que sumarle los 12,6 kg/ha de nitrógeno agregados con el fertilizante arrancador. Se incluyeron como tratamientos testigo al híbrido DK7220VT3P a una densidad de 8,2 plantas por m^2 y fertilizado con las mismas dosis de N. Se cosecharon solamente los dos surcos centrales de cada parcela eliminando las plantas externas sin competencia completa.

El ensayo floreció entre el 18 y 26 de diciembre, Candelaria Dúo INTA lo hizo entre cuatro y 5 días después de DK7220VT3P, dependiendo del

tratamiento. Las precipitaciones de esta campaña fueron 37 mm inferiores al promedio histórico desde junio a noviembre, 20 mm superiores al promedio durante el período de floración en diciembre y marcadamente inferiores (123 mm) durante enero y febrero, afectando la última parte del período crítico, mayormente en los tratamientos de floración más tardía, y el llenado de granos.

El rendimiento de Candelaria Dúo INTA fue afectado de manera significativa por el nivel de fertilidad nitrogenada ($p < 0,05$), pero no por la densidad con pendientes de regresión no significativas en los tres niveles de nitrógeno (figura 1). En promedio, los rendimientos de la variedad fueron de 4,2, 5,6 y 6,3 t/ha en los tratamientos con agregado de 0, 55 y 110 kg de nitrógeno, respectivamente, rendimientos que se mantuvieron estables a través de los cinco niveles de densidad. El testigo tuvo un índice de prolificidad cercano a 1,0 en todos los tratamientos y rindió 6,3, 7,9 y 9,1 t/ha con 0, 55 y 110 kg de nitrógeno agregado, respectivamente. En estas condiciones experimentales, el rendimiento de la variedad fue aproximadamente 30% menor al del testigo híbrido comercial transgénico. Se observaron escasas plantas volcadas debido a una tormenta ocurrida en enero, y el porcentaje de cañas quebradas fue cercano a cero



Fotografía 3. Cultivo a una densidad de 80.000 plantas por / ha, produciendo entre 1 y 3 espigas por planta con buena calidad de caña.

en todos los tratamientos.

El índice de prolificidad de Candelaria Dúo INTA fue significativamente afectado tanto por la densidad como por el nivel de fertilidad nitrogenada. En el tratamiento con 5,1 plantas/m² y 110 kg de nitrógeno agregado el índice de prolificidad fue superior a 1,8 mientras que en los tratamientos con altas densidades este fue cercano a 1 (figura 1). Estos resultados son consistentes con observaciones previas de que la prolificidad contribuye a la estabilidad del rendimiento. A bajas densidades la variedad produjo un alto índice de prolificidad que fue disminuyendo a medida que disminuyó la dosis de fertilizante nitrogenado e incrementó el número de plantas por m². Sin embargo, aún en la densidad más alta y sin agregado de nitrógeno mantuvo al menos una espiga por planta. La selección de plantas prolíficas reduce la dominancia apical dentro del mismo tallo aumentando la prioridad de los nudos que tienen el potencial de producir espigas como destino de los fotoasimilados y esto hace que aún en condiciones estresantes la variedad no produzca plantas sin espiga que afectarían el rendimiento.

CONSIDERACIONES FINALES

El potencial productivo de la región hace que la tecnología de uso de híbridos transgénicos de alto rendimiento se haya difundido masivamente maxi-

mizando la productividad y rentabilidad del cultivo. El potencial de rendimiento de Candelaria Dúo, de acuerdo a los resultados de estos experimentos es sensiblemente más bajo en comparación al de los híbridos por lo que no es recomendable utilizarla en el gran cultivo. Esta variedad de polinización abierta puede ser utilizada para otras estrategias productivas en las que el impacto del costo de la semilla híbrida es mayor como son la agricultura familiar en predios pequeños con bajos recursos financieros, los ambientes con alto riesgo ambiental en los que se minimiza la inversión a fin de evitar pérdidas económicas en años de estrés severo o la agricultura orgánica, en la que existe interés por sembrar variedades que permitan cumplir el ciclo completo de semilla a grano asegurando la trazabilidad y durante el proceso, seleccionar el material genético por caracteres de adaptación a esta modalidad de cultivo. La condición de material colorado duro libre de transgénicos le da ventajas competitivas en la exportación del grano a algunos mercados y evaluaciones en ensayos comparativos indicaron que su resistencia a enfermedades, porcentajes de vuelco y quebrado, así como la altura de plana y espiga son similares a las de los híbridos comerciales usados como testigo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la asistencia en el proceso de selección de Jorge A. Britos y Leonardo J. Magro de INTA Pergamino.

LITERATURA

Echarte L. and F.H. Andrade. 2003. Harvest Index stability of Argentinean maize hybrids released between 1965 and 1993. *Field Crops Research* 82:1-12

Echarte, L., L. Nagore, J. Di Matteo, M. Cambarelli, M. Robles and A. Della Maggiora. 2013. Grain Yield Determination and Resource Use Efficiency in Maize Hybrids Released in Different Decades. In: *Agricultural Chemistry*. Editor M. Stoytcheva and R. Zlatev. ISBN 978-953-51-1026-2. 222 p.

De Leon, N., and J.G. Coors. 2002. Twenty-four cycles of mass selection for prolificacy in the Golden Glow maize population. *Crop Sci.* 42:325-333. doi:10.2135/cropsci2002.0325

Doebley J., A. Stec and L. Hubbard. 1997. The evolution of apical dominance in maize. *Nature* 386:485-8.

Ritchie S, Hanway J, Benson G (1993) How a corn plant develops. Spec. Rep. Iowa State Univ. Coop. Ext. Serv., Ames. How a corn plant develops Spec Rep 53 Rev ed Iowa State Univ Coop Ext Serv, Ames. <<

↓ **DESCARGAR ARTÍCULO**