

## Formación del rendimiento de maíz en ultra baja densidad de siembra del cultivo en el sur de La Pampa

L.D. Kette Eberle<sup>1</sup>, S.S. Paredes<sup>2</sup>, A.F. Casado<sup>3</sup>, M. Diaz-Zorita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FA UNLPam, <sup>2</sup> INTA AER Guatraché, <sup>3</sup> Esc.Agotécnica de Guatrache

En la región semiárida pampeana la variabilidad de los rendimientos de maíz resulta principalmente dependiente de las precipitaciones durante el cultivo y del agua almacenada en los suelos antes de la siembra. En condiciones de secano, el rendimiento comercial de maíz es modificado por variadas prácticas de manejo (por ejemplo, genotipos, fechas y densidades de siembra). Algunos estudios muestran que el 84 % de la variación de los rendimientos estuvo asociada a la disponibilidad de agua durante el período de floración. Teniendo en cuenta esto, mejoras en los rendimientos de maíz serían atribuibles al mejoramiento en el manejo de la interacción entre la elección de genotipos con otras prácticas agronómicas (ej. densidad de siembra).

La siembra del cultivo en baja densidad, implantados en fechas demoradas de siembra realizados en el establecimiento "La Luna" (Guatraché, La Pampa) son un ejemplo para el logro de producción de maíz en el sur de la región semiárida pampeana. En años con precipitaciones similares a la media (por ejemplo, en la campaña 2013/14) densidades de siembra de entre 10000 y 20000 plantas/ha alcanzaron rendimientos que variaron entre 3900 y 4100 kg/ha. Al aumentarse la densidad de plantas por unidad de superficie la producción del cultivo disminuyó. Teniendo en cuenta la tecnología de siembra, en dicha campaña la siembra variable, reduciendo la densidad de plantas al reducirse el espesor de suelos sobre la tosca, fue superior en todos los ambientes por sobre la siembra en densidad uniforme o fija de plantas. El mismo comportamiento se observó en campañas siguientes, como en la 2019/20 donde las precipitaciones entre septiembre y enero fueron de 356 mm, inferiores a la media de 467 mm. En esta campaña los rendimientos del híbrido DK7210 sembrado el 1 de diciembre variaron entre 4700 y 6450 kg/ha en siembras a densidades que variaron entre 11500 y 19500 plantas/ha.

El objetivo de este estudio es describir características de sitio y de cultivos de maíz en condiciones representativas del sur de la provincia de La Pampa para discutir diferentes estrategias de formación del rendimiento según materiales y densidades de siembra.

### Descripción del estudio y características del sitio

La actividad fue desarrollada entre diciembre de 2020 y mayo de 2021 en Ea. "La Carlota" (Guatraché, La Pampa) en un lote bajo prácticas agrícolas con cultivo antecesor de sorgo forrajero con pastoreo directo y luego laboreo de rastra y subsolador. El control de malezas postemergente se realizó con 2,8 l/ha de glifosato y 0,08 lts/ha Tordón (Picloran). La siembra se realizó el 11/12/2020 a una distancia entre hileras de 52 cm y con fertilización uniforme entre tratamientos, equivalente a la del resto del lote, con 80 kg/ha de fosfato monoamónico (FMA) y 120 kg/ha de urea.

El estudio se realizó sobre un ensayo con 5 híbridos de maíz (AX7784, DM2738, DK6910, Next 22.6 y Grobo 1923) combinado con 2 densidades de siembra (alta y baja densidad). El diseño fue en bloques completos al azar con 2 réplicas sembrados en franjas de 12 m de ancho y 150 m de longitud. Además, se incluyó el híbrido KWS 3916 en 2 parcelas de 72 m de ancho y 150 m de largo.

El suelo se clasifica como Paleustol Petrocálcico. En el momento de la siembra se determinó, en 5 estaciones de muestreo, el contenido de agua total mediante el método gravimétrico hasta la presencia de la tosca a intervalos de 20 cm de profundidad. Se estimó la densidad aparente a partir de observaciones previas en suelos de la región para calcular la lámina equivalente de agua total en milímetros. En los primeros 40 cm del perfil el agua total varió entre 72 y 97 mm y hasta los 60 cm de profundidad entre 133 y 164 mm.

Además, se registró la profundidad hasta la tosca con un muestreo en grillas con cuadrículas equidistantes a 12 metros en el sector con los 5 híbridos iniciales y cada 32 metros en los tabloncillos con el híbrido KWS 3916. La profundidad hasta la tosca varió entre 30 cm a más de 100 cm aumentando de norte a sur y con una distribución heterogénea dentro de las parcelas y entre estas.

En la Tabla 1 se presentan las precipitaciones mensuales registradas en el sitio de estudio durante el ciclo del cultivo.

**Tabla 1: Precipitaciones durante el ciclo del cultivo.**

Mes	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Precipitaciones (mm)	51	55	5	0	0

### Evaluaciones en los cultivos de maíz

Al inicio del cultivo, 45 días después de la siembra, se contó el número de plantas en cada híbrido y en los dos tratamientos de densidad de siembra sobre 2 surcos de 10 m de longitud en cada parcela. La cantidad de plantas/ha varió entre 28606 y 30288 en los tratamientos con alta densidad de siembra y entre 15144 y 15625 en los de baja densidad (Tabla 2).

Próximo al estado de floración, en 2 estaciones de muestreo por cada tratamiento, se determinó la proporción aparente de intercepción de radiación midiendo el porcentaje de sombreado del suelo o cobertura al mediodía. Se empleó una regla graduada colocada en el entresurco en forma perpendicular a la dirección de siembra y se registraron los centímetros cubiertos con sombras del cultivo. En promedio, la cobertura fue del 77,4 % en cultivos con alta densidad de plantas y del 72,2 % en los de baja densidad (Tabla 2).

**Tabla 2: Cantidad de plantas y porcentaje de intercepción de radiación (cobertura) según híbridos y densidad de cultivo de maíz.**

Híbrido	Alta Densidad		Baja Densidad	
	Plantas/ha	Cobertura (%)	Plantas/ha	Cobertura (%)
<b>AX7784</b>	30288	76,2	15625	76,2
<b>DK6910</b>	28606	77,6	15385	67,1
<b>DM2738</b>	29087	70,0	16346	70,2
<b>Grobo1923</b>	27885	80,0	14423	72,8
<b>KWS3916</b>	28846	81,7	15865	75,0
<b>Next 22.6</b>	28606	78,6	15144	72,1
<b>Promedio</b>	<b>28886</b>	<b>77,4</b>	<b>15465</b>	<b>72,2</b>

Durante el llenado de granos se observó elevada presencia de *Ustilago maydis* (Carbón común del maíz). Este hongo, específico del maíz, perdura en los rastrojos y en el suelo e ingresa en las plantas en forma directa (ej. estomas), por lesiones (ej. producidas por vientos fuertes, granizo, insectos u otros daños mecánicos) y por órganos florales, afectando tejidos meristemáticos en crecimiento. Este hongo está presente en todos los campos de maíz por lo que la aparición y la severidad de la infección depende de las condiciones para que penetre y crezca en las plantas. Además, se conoce que cultivos en suelos con altos niveles de nitrógeno suelen estar más expuestos a la infección, en cambio, niveles adecuados de fósforo y zinc suelen reducirla. Entre las acciones que pueden disminuir el impacto del carbón del maíz, la más importante, es la siembra de híbridos adaptados localmente y resistentes o tolerantes, aunque no hay materiales inmunes a este patógeno. Luego, mantener la nutrición balanceada principalmente, en suelos de la región pampeana, con N, P y Zn y minimizar los daños mecánicos. Los fungicidas en aplicación sobre semillas proveen protección en las primeras semanas del cultivo y los de aplicación foliar en cobertura no dan resultados adecuados.

El estrés hídrico y condiciones ambientales secas con temperaturas entre 27 y 34°C junto con condiciones deficientes de polinización durante la aparición de los estigmas ("barbas") favorecen la enfermedad. Estas condiciones de altas temperaturas, estrés hídrico y fallas en la polinización ocurrieron durante el período de floración del cultivo relevado.

Alcanzada la madurez fisiológica se determinó la densidad de plantas y de macollos por m<sup>2</sup> y el número de espigas ubicadas en el vástago principal (apicales y subapicales) o en los macollos.

Todos los materiales sembrados menos el híbrido KWS3916 mostraron formación de macollos. Los híbridos Grobo1923 y DM2738 fueron los que mostraron mayor formación de estructuras reproductivas. Tanto en alta como en baja densidad de cultivo, la mayor cantidad de espigas se determinó en el híbrido DM2738 (este material había sido seleccionado para este estudio por su prolificidad y capacidad de macollar). Los otros materiales tenían atributos productivos por flexibilidad en el tamaño de las espigas (Next 22.6) o solo la formación de macollos fértiles (AX7784). Diferencias en la capacidad de formación y tamaño de las estructuras reproductivas, además de las características genéticas de los materiales dependen de las condiciones de crecimiento y competencia por recursos (Ej. densidad de siembra). En estas evaluaciones, en promedio la cantidad de espigas formadas por planta fue similar entre densidades de cultivo por lo que fue mayor la cantidad de estructuras reproductivas al aumentar la cantidad de plantas (Tabla 3). No obstante, al separar las espigas con granos ("cosechables") de las que no tenían granos se observó que al reducirse la densidad del cultivo la cantidad de espigas, tanto por planta como por superficie fue mayor.

Tabla 3: Cantidad de espigas formadas y con granos según híbridos y densidad de cultivo de maíz.

Híbrido	Espigas formadas				Espigas con granos			
	Alta Densidad		Baja Densidad		Alta Densidad		Baja Densidad	
	Esp/planta	Esp/m <sup>2</sup>	Esp/planta	Esp/m <sup>2</sup>	Esp/planta	Esp/m <sup>2</sup>	Esp/planta	Esp/m <sup>2</sup>
AX7784	2,2	7,8	2,6	4,8	0,8	2,9	1,2	2,2
DK6910	2,2	5,5	1,9	3,2	0,8	2,0	1,9	3,2
DM2738	3,0	9,9	2,5	4,8	0,2	0,4	1,3	2,4
Grobo1923	2,0	6,3	2,6	4,1	0,5	1,4	1,8	3,0
KWS3916	1,1	3,2	1,1	1,8	0,6	1,9	1,0	1,7
Next 22.6	2,7	8,5	2,1	4,1	0,6	1,7	1,9	3,6
Promedio	2,2	6,9	2,1	3,8	0,6	1,7	1,5	2,7

El rendimiento promedio de todo el ensayo fue de 1465 kg/ha alcanzando en algunas de las muestras cosechadas algo más de 6300 kg/ha y mostrando diferencias principalmente entre las densidades de cultivo (Figura 1). En todos los materiales evaluados los mayores rendimientos, se alcanzaron con la menor densidad de siembra (15000 plantas/ha). Las diferencias en la producción ante la reducción en la cantidad de plantas cultivadas se explicaron por la compensación de los materiales por la formación de espigas principales más grandes, de espigas subapicales o macollos fértiles (Figura 1).

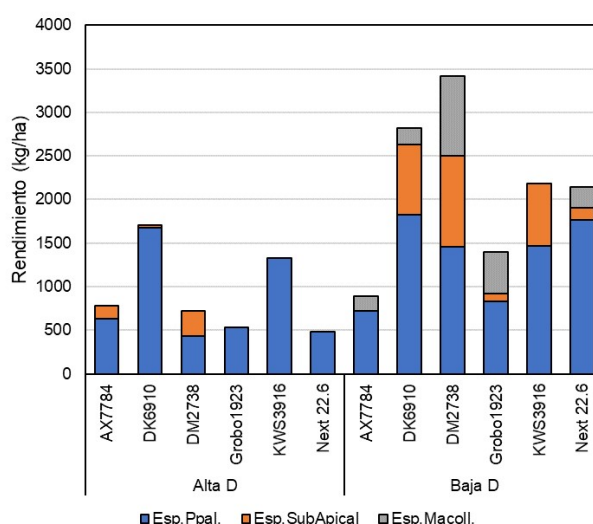


Figura 1: Producción de granos de maíz según híbridos y densidades de cultivo. Esp. = espiga, Ppal.: principal, Macoll. = de macollos.

En todos los casos, al disminuir la densidad de siembra se incrementó el número de granos formados por unidad de superficie y su peso individual (Tabla 4). La mayor contribución al rendimiento se relacionó con la mayor cantidad de granos cosechados que, dependiendo del material cultivado, se incrementó al disminuir la densidad de siembra por aumento en los granos aportados por la espiga principal como por espigas subapicales o de macollos. Estos comportamientos destacan la importancia de reconocer que entre materiales de maíz los mecanismos de fijación de granos y su expresión ante cambios en la oferta de recursos individuales para su crecimiento son diversos. Es así que la elección de genotipos adaptados localmente requiere identificar su capacidad de crecer en condiciones limitadas de recursos y de su habilidad de fijación de granos tanto en espigas del vástago principal como alternativamente en macollos.

Tabla 4: Componentes numéricos del rendimiento según híbridos y densidad de cultivo de maíz.

Número de granos/m <sup>2</sup>						
Hibrido	Alta Densidad			Baja Densidad		
	Esp.Ppal	Esp.Sub Ap.	Esp.Mac.	Esp.Ppal	Esp.Sub Ap.	Esp.Mac.
<b>AX7784</b>	252	59		243		74
<b>DK6910</b>	667	21		712	387	84
<b>DM2738</b>	177	142		580	447	413
<b>Grobo1923</b>	252			387	60	255
<b>KWS3916</b>	449			450	198	
<b>Next 22.6</b>	228			672	69	99
<b>Promedio</b>	<b>338</b>	<b>74</b>		<b>507</b>	<b>232</b>	<b>185</b>

Peso individual de los granos (mg/grano)						
Hibrido	Alta Densidad			Baja Densidad		
	Esp.Ppal	Esp.Sub Ap.	Es.Mac.	Esp.Ppal	Esp.Sub Ap.	Es.Mac.
<b>AX7784</b>	254	255		298	29	227
<b>DK6910</b>	251	144		258	207	214
<b>DM2738</b>	245	201		243	191	223
<b>Grobo1923</b>	206			212	149	187
<b>KWS3916</b>	244			321	363	
<b>Next 22.6</b>	189			258	208	234
<b>Promedio</b>	<b>231</b>	<b>200</b>		<b>265</b>	<b>191</b>	<b>217</b>

Estos resultados validan que, para el logro y la producción de maíz en ambientes con suelos con espesor limitado por presencia de tosca del sur de la provincia de La Pampa, es importante la elección de la densidad de siembra y de los genotipos adaptados localmente por su habilidad de formación de granos tanto en espigas del vástago principal como alternativamente en macollos fértiles.

**Agradecimientos:** Al establecimiento “La Carlota”, al Ing. Agr. Julián Saavedra e integrantes del CREA Guatraché, a los Ing. Agr. Fabricio González, Emiliano Cerquetti de la Escuela Agrotécnica de Guatraché, a la Ing. Agr. Laura Rodríguez, a la Lic. Biología Soledad Weinmeister y a la Ing. Rec. Nat. Cintia Schenkel de la AER INTA Guatraché la colaboración en la instalación y gestión del ensayo. Este estudio integra parte del grupo de estudio y trabajo Red de Ultra baja densidad de maíz (RED-UBA DE MAIZ).