

Evaluación de distintas densidades en maíz con tres niveles de fertilización nitrogenada 2022 – 2023 en La Carlota

Ing. Agr. Henry Anselmi y Tec. Patricio Feresin, AER INTA La Carlota
E-mail: aerlacarlota@inta.gob.ar

Introducción

Las distintas densidades de siembra permiten definir distintas capacidades del cultivo de interceptar recursos como la radiación, el agua o los nutrientes (Kruk & Satorre, 2003). En maíz el ajuste de la densidad de plantas resulta especialmente crítico ya que es sumamente sensible a la disminución de la cantidad de recursos por planta durante el periodo crítico (Andrade et al., 1996c).

La elección de la densidad de siembra en maíz debería procurar que se supere el Índice de Área Foliar (IAF) crítico (en maíz IAF crítico es de 4-5) desde aproximadamente 15 días antes de la floración y que se sostenga por encima de ese valor durante los 30 días siguientes.

El rendimiento por unidad de superficie es función de la cantidad de plantas (densidad de siembra), del número de espigas por planta (prolificidad), del número de granos por espiga y del peso de los granos, pero el número de granos por planta es función del crecimiento de las plantas alrededor de la floración. Otro factor que afecta los rendimientos de maíz es la oferta de nutrientes. En la pampa arenosa los mayores rendimientos de maíz en fechas tempranas de siembra se obtienen con ofertas de nitrógeno (N) (N suelo + N del fertilizante) de 140 kg N ha⁻¹, (Barraco & Díaz-Zorita, 2005).

Es conveniente establecer una relación entre la nutrición del cultivo y las variables vinculadas con la generación del rendimiento, como base para el desarrollo de estrategias de fertilización.

La conjugación de estos factores interviene en distintas definiciones del rendimiento dada la interacción de ambos.

El objetivo de este estudio fue evaluar en el rendimiento y en el Margen Bruto (M. B.) el efecto de cuatro densidades de siembra y tres niveles de fertilización nitrogenada de un maíz de siembra temprana.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó aplicando un diseño experimental en franjas con 2 repeticiones, utilizando la maquinaria del productor (franjas de 8,40 m de ancho por 86 m de largo).

El suelo corresponde a un complejo de series La Carlota 40%, La Carlota fase acumulada 30% y Olaeta 30%. Capacidad de Uso Illec. Estas unidades ubicadas al Sur y Oeste de la ciudad de La Carlota, ocupa situaciones intermedias de las lomadas y presenta ligera susceptibilidad a la erosión eólica.

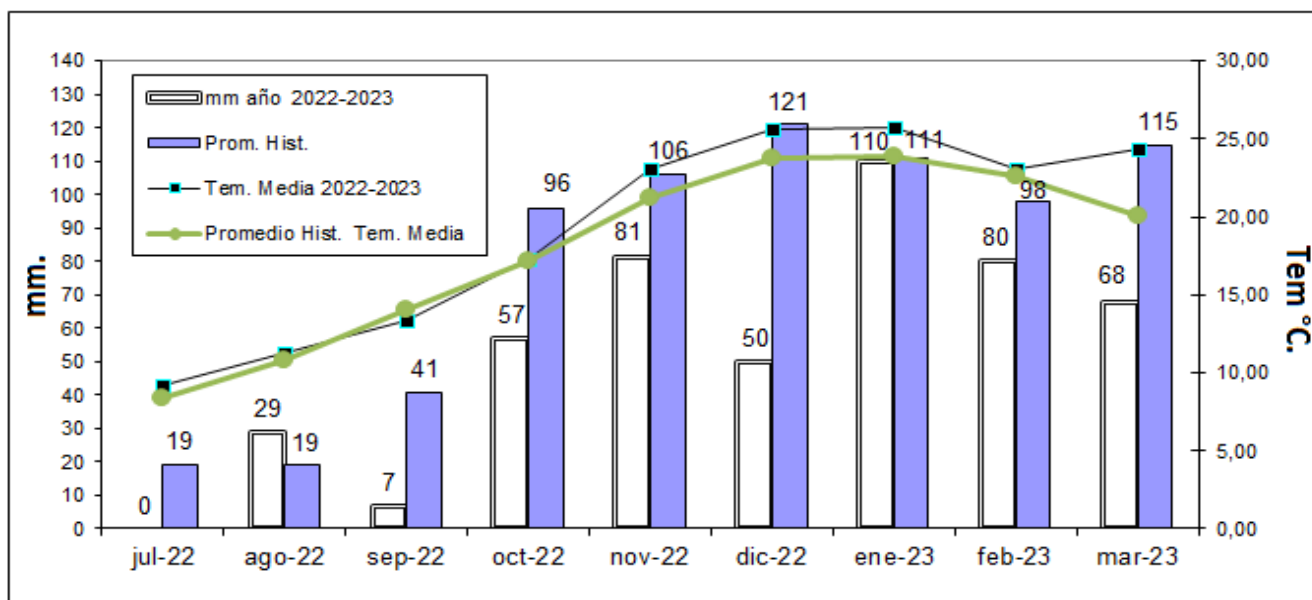
En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis químico del suelo realizado antes de la siembra.

Cuadro 1. Análisis de suelo

Profundidad	MO %	PH	P (ppm)	Azufre (ppm)	Zinc (ppm)	N-NO ₃ (ppm)	N Kg/ha *
0-20 cm	1,87	6,2	8,1	8,4	0,62	17,30	44,98

* Kg/ha de un nutriente = N-NO₃ (ppm) x. 1,3 x 2
1,3 = Densidad aparente (DA)
2 = para 20 cm de profundidad.

Gráfico 1. Lluvias 2022-2023 vs. promedio histórico y temperatura media año 2022-2023 de La Carlota.



La fecha de siembra se efectuó el día 03/10/2022, se utilizó el híbrido de maíz DK 7272 VT3PRO, durante la siembra se incorporó el fertilizante MicroEssentials SZ 130 kg/ha + 80 kg/ha. de UREA. En 6ta. hoja V6 (12/11/2022) se incorporó dosis creciente de N con barra fertilizadora.

Los tratamientos evaluados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Tratamientos evaluados.

Tratam.	Cantidad de plantas/ha.	Aporte UREA kg/ha. Incorporada en la siembra	Aporte N en la línea de siembra MicroEssentials SZ	Aporte UREA kg/ha. Incorporada en V6	Total de N aportado	N Total (Suelo + Fert.)
T1	57.300	80	15,6	104	100	145
T2	57.300	80	15,6	213	150	195
T3	57.300	80	15,6	322	200	245
T4	69.300	80	15,6	104	100	145
T5	69.300	80	15,6	213	150	195
T6	69.300	80	15,6	322	200	245
T7	80.300	80	15,6	104	100	145
T8	80.300	80	15,6	213	150	195
T9	80.300	80	15,6	322	200	245
T10	89.000	80	15,6	104	100	145
T11	89.000	80	15,6	213	150	195
T12	89.000	80	15,6	322	200	245
T13	69.300		15,6		15,6	60,6

Composición MicroEssentials SZ: 12% (N) – 40% (P₂O₅) – 10% (S) – 1% (Zn)

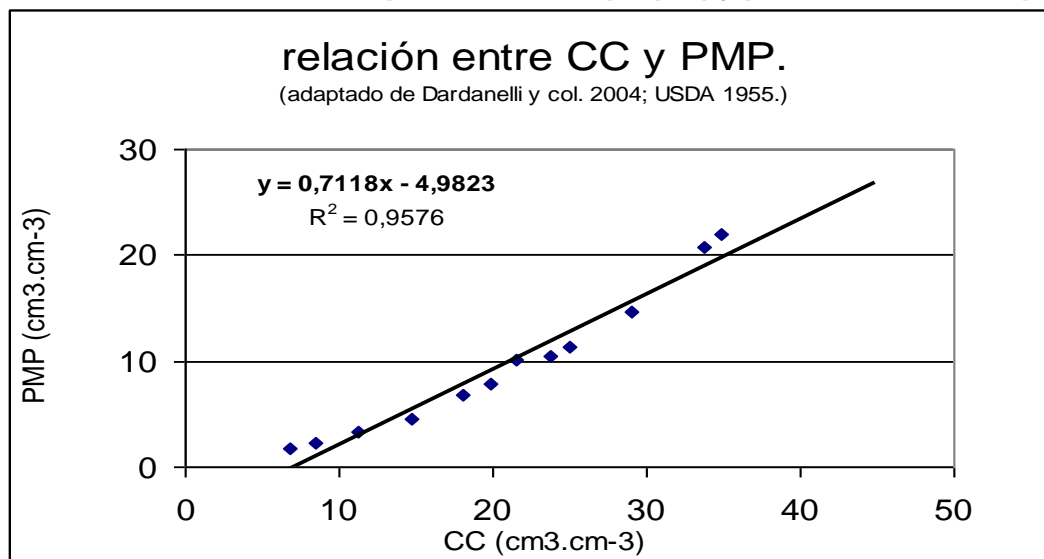
UREA: 46% (N)

Con respecto a la tecnología de manejo del lote, antes de la siembra en el mes de Mayo se aplicó 1,5 kg/ha de Atrazina + 1,5 L/ha. de Sulfosato + 150 cc. de dicamba (Banvel).
 30/09/2022 se aplicó 1 litros/ha. de biciclopirona (ACURON UNO).
 04/11/2022 se aplicó 1,5 Kg. de Glifosato, Sal monoamónica de la N-fosfonometil glicina: 79,2 g equivalente a glifosato ácido 72% p/p (ROUNDUP CONTROL MAX.).

Al momento de la siembra se realizó determinación de Disponibilidad de Agua Útil (DAU) hasta 1,80 m. de profundidad. La constante Capacidad de Campo (CC) se realizó a campo mediante saturación del perfil hasta el metro de profundidad, mediante el agregado constante de agua durante un día, luego se tapó el sector con lamina de polietileno durante tres días para dar tiempo de eliminar el agua de drenaje (alojada en los poros más grandes, mayores de 1000 micras o poros de drenaje) el agua remanente es

CC. En base a CC se determinó Punto de Marchitez Permanente (PMP) mediante la relación CC y PMP (adaptación de Dardanelli y col. 2004, USDA 1995). Se extrajeron muestras de suelo con barreno cada 20 cm hasta completar la profundidad del 1.80 m para determinar el agua útil en las distintas profundidades

Grafico 2. Relación entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP)



$$\text{PMP} = -4.9823 + 0.7118 \text{ CC}$$

Antes de la cosecha para tener un panorama visual de tamaño de espigas, se recolectaron espigas al azar para ver incidencias de los tratamientos en el tamaño de las mismas, (Foto 1).

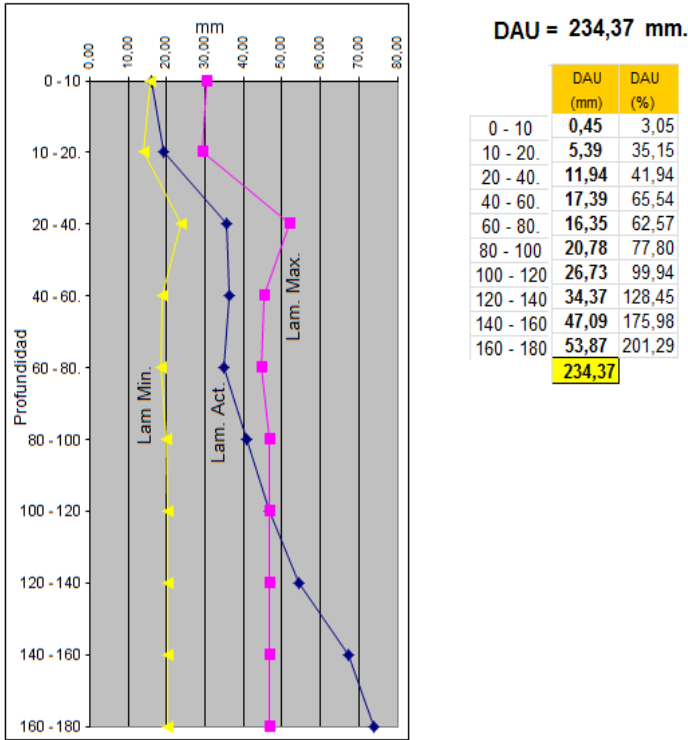
Al momento de la cosecha se procedió a pesar la recolección del ancho de la cosechadora 6,76 m por el largo de la parcela (86 m), en cada tratamiento con su repetición.

Una vez obtenido el rendimiento para cada tratamiento se procedió a la determinación del M. B. para ver la incidencia en los costos de las variables dosis de fertilizante y población de plantas, (cuadros 4 y 5). Para el cálculo del M. B. se tomó el valor de los insumos al momento de la siembra y el precio del maíz a mayo de 2023.

Resultados y discusión

En el gráfico 3 de disponibilidad de agua útil a la siembra se observa que se parte de un perfil con influencia de napa a partir del metro de profundidad con una napa ubicada a 1,8 metros, ya que las muestras a esta profundidad se extraían saturadas de agua. El total del agua útil fue 234 mm hasta 1,80 de profundidad.

Grafico 3. Disponibilidad de agua útil a la siembra.



Se recolectaron espigas al azar para ver incidencias de los tratamientos en el tamaño de las mismas.

Foto 1. Tamaño espigas



El tratamiento de 69.300 plantas y sin de urea resulto con espigas más chicas que los otros tratamientos. A menores densidades se observan espigas de mayor longitud que a altas densidades, las diferencias en rendimiento se deben a la cantidad de espigas por metro cuadrado de superficie para las mayores densidades, espigas más pesadas y más llenas cuando se incrementa el N aportado.

Cuadro 3. Rendimiento de los tratamientos.

Tratamientos	Rend. (qq./ha.)	
T9 – 80.300 plantas – 200 kg/ha de N	113,10	A
T12 – 89.000 plantas – 200 kg/ha de N	110,53	A
T11 – 89.000 plantas – 150 kg/ha de N	109,67	A B
T8 – 80.300 plantas – 150 kg/ha de N	107,10	A B
T10 – 89.000 plantas – 100 kg/ha de N	106,24	A B
T5 – 69.300 plantas – 150 kg/ha de N	102,82	B C
T7 – 80.300 plantas – 100 kg/ha de N	98,53	C D
T6 – 69.300 plantas – 200 kg/ha de N	98,53	C D
T2 – 57.300 plantas – 150 kg/ha de N	98,53	C D
T1 – 57.300 plantas – 100 kg/ha de N	95,96	C D
T3 – 57.300 plantas – 200 kg/ha de N	95,11	D
T4 – 69.300 plantas – 100 kg/ha de N	95,11	D
T13 – 69.300 plantas – SIN UREA	81,40	E

Análisis de la varianza, Test: LSD Fisher, $R^2= 0,93$, $CV= 3,23\%$, $DMS= 7,09$ qq/ha. Letras distintas representan diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$)

Para el cálculo de M. B. en el desarrollo de costos directos, en costo de semilla, se tuvo en cuenta la variación de densidad. A continuación se detalla el desarrollo de M. B. que se realizó para el tratamiento de 89.000 plantas y el agregado de 184 kg de urea (Cuadro 4) como ejemplo de elaborado para cada tratamiento con las variaciones correspondientes según tratamiento. En el cuadro 5 se detallan los M. B. por tratamiento para su comparación.

Cuadro 4. Margen bruto

Detalle de labranza	Coefficiente UTA	Cantidad	UTA/ha
Pulveriz. terrestre	0,15	3,00	0,45
Fertilización	0,60	1,00	0,60
Siembra directa con fertilizante	1,10	1,00	1,10
TOTAL UTA			2,15

Costos directos	US\$ /unidad	Unidades	US\$ /ha
Total de labranza UTA / ha.	38,30	2,15	82,35
Total labranza			82,35
Atrazina	11,70	1,5	17,55
Banvel	13,70	0,15	2,06
Sulfosato	9,50	1,5	14,25
Acuron Uno	36,35	1,0	36,35
Roundup Control MAX	14,84	1,5	22,26
Semilla híbrido DK 7272 VT3PRO	187,4	1,11	208,01
MicroEssentials SZ	1,300	130	169,00
UREA (80 + 104)	0,966	184	177,74
Total de costos directos			729,57

Rendimiento	qq/ha	106,24
Precio del maíz Mayo / 2023	US\$ / qq.	21,20
Ingresos brutos	US\$ / ha.	2252,29
Gastos de comercialización (34,4%)	US\$ / ha.	774,79
Ingreso neto	US\$ / ha.	1477,50
Costos directos	US\$ / ha.	729,57
Cosecha (4,48% del I.B.)	US\$ / ha.	100,90
Margen bruto	US\$ / ha.	647,03

Cuadro 5. Margen bruto de los distintos tratamientos.

Tratam.	T1	T2	T3	Testigo T13	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Densidad plantas/ha	57300	57300	57300	69300	69300	69300	69300	80300	80300	80300	89000	89000	89000
Nitrógeno Total	145	195	245	45	145	195	245	145	195	245	145	195	245
Nitrógeno aportado	100	150	200	15,6	100	150	200	100	150	200	100	150	200
Rend. (qq/ha)	95,96	98,53	95,11	81,40	95,11	102,8	98,53	98,53	107,1	113,1	106,2	109,6	110,5
Margen Bruto	586	514	411	547	547	542	381	567	573	545	647	586	492

Consideraciones finales

- El escenario de la campaña 2022-23 para el desarrollo del cultivo no fue el mejor, caracterizado por precipitaciones mensuales inferiores a la media histórica (salvo el mes de enero) y un registro de temperaturas por encima de la media histórica. Un perfil del suelo bien provisto de humedad al momento de la siembra con influencia de napa. Los resultados obtenidos serían muy distintos en un suelo sin influencia de napa, de allí la importancia del manejo de cultivos por sitios dentro de un lote.
- Los mayores rendimientos se obtuvieron con densidades altas y aportes medios y altos de N (150 y 200 kg) salvo el T10 – 89.000 plantas – 100 kg/ha de N, sin diferencias significativas entre ellos (DMS = 7,09 qq/ha).
- El menor rendimiento se dio con T13 – 69.300 Plantas – SIN UREA con diferencia significativa con el resto de los tratamientos.
- Dentro cada rango de densidad el aporte de 200 unidades de N dio el menor M. B. en todos los casos.
- El mayor M. B. se obtuvo con T10 – 89.000 Plantas – 100 kg/ha de N. Al disminuir la densidad de plantas a 80.300 plantas, el agregado de 150 kg de N, es suficiente para obtener el mejor M. B. dentro de este último rango.
- En los rangos de bajas densidades, el aporte de 100 unidades de N es suficiente para obtener el mejor M. B.

Agradecimientos:

Se agradece a Oscar y Marcelo Pico por la predisposición para el establecimiento del ensayo.

Bibliografía

- Kruk, B. y E.H. Satorre, (2003). Densidad y Arreglo Espacial del cultivo. En Satorre, Benech Arnold, Slafer, de La Fuente, Miralles, Otegui, y Savin (Eds). Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. Pg 279-318.
- Satorre, E.H.; Benech Arnold, R.L.; Slafer, G.A.; de la Fuente, E.B.; Miralles, D.J.; Otegui, M.E.; Savin, R. Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, FAUBA. pp. 279-312.
- Barraco, M.; Díaz Zorita, M. 2005. Momento de fertilización nitrogenada de cultivo de maíz en Hapludoles típicos. En: Ciencia del Suelo 23: 197-203.
- Bacigaluppo, S.; Andreani, J.; Malaespina, A. 2000. Disponibilidad y consumo de agua en un cultivo de maíz en dos sistemas agrícolas. En: Para mejorar la Producción 13: 45-50.
- Dardanelli, J.; Collino, D.; Otegui, M.E.; Sadras. V. 2004. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción. En: Satorre, E.H.; Benech Arnold, R.L.; Slafer, G.A.; de la Fuente, E.B.; Miralles, D.J.; Otegui, M.E.; Savin, R. Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Buenos Aires, FAUBA. pp. 377-434.
- Duarte, G. 2002. Modelos de producción de maíz en la región de la Pampa Arenosa. En: Satorre, E.H. (Ed.) Guía Dekalb del cultivo de maíz. Buenos Aires: Servicios y Marketing Agropecuario. pp. 220-221.