



MAÍZ

Densidad subóptima

Causales recurrentes

DENSIDAD SUBÓPTIMA: Causales recurrentes

Una adecuada siembra se define como aquella donde la diferencia entre la cantidad de plantas posibles de obtener y las emergidas es mínima, la separación entre ellas es uniforme y el tiempo transcurrido para emerger es el mínimo para el conjunto de la población (Maroni y Gargicevich 1998).

El maíz es muy sensible a las fallas de implantación-emergencia. Existe gran cantidad de evidencia que demuestra que el rendimiento del cultivo de maíz aparece muy ligado a cambios que la densidad produce en el comportamiento de sus componentes, afectando el número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso individual. Además, cambios en la densidad poblacional ocasionan modificaciones en la arquitectura individual de las plantas (aérea y subterráneas) Fig .1.

Con el objetivo de colaborar con el productor en acortar la brecha entre cantidad de semillas sembradas y stand de plantas logrado, en búsqueda de causales de las densidades subóptimas, surge el presente informe técnico.



Figura 1:

3 densidades (alta, media, baja) donde se observan las modificaciones en estructuras aéreas y de raíces (Yaisys Blanco, 2015) .



La plasticidad fenotípica de cada híbrido está íntimamente asociada a su capacidad de compensación, esto es, a la capacidad de las plantas sobrevivientes de cubrir claros y utilizar los recursos dejados por plantas faltantes en un cultivo sometido a un factor de reducción de “stand”. **La capacidad de compensación del cultivo depende de las características del genotipo, de la intensidad y distribución del daño, de las características del ambiente y del momento ontogénico en el que se produce el daño.**

El rendimiento del maíz tiende a ser mayor a cualquier densidad cuando las plantas se distribuyen uniformemente dado que se minimiza la competencia por recursos tales como agua, nutrientes y radiación.

Las alteraciones en la densidad óptima propuesta a la siembra pueden ser debidas a:

- ▾ Malas condiciones de lote
- ▾ Baja calidad de semilla
- ▾ Labores de siembra deficientes y/o incorrecta regulación de maquinaria
- ▾ Fertilización en la línea de siembra y tipo de fertilizantes

Condiciones de lote

Dos factores determinantes en el logro de la densidad óptima son temperatura y contenido de humedad del suelo a la siembra. Estos factores tienen relación con la cobertura de suelo asociada al cultivo antecesor.

La temperatura mínima media del suelo para la germinación del maíz no debe ser inferior a 10 °C, y es imprescindible asegurarse que al menos durante tres días seguidos la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad (promedio de tres mediciones: 7 hs, 14 hs y 18 hs) sea 10°C o más, para comenzar la siembra (Maizar, 2018). **En siembras TEMPRANAS, ésta debería ser una práctica habitual para decidir arrancar la siembra.**

A campo es frecuente observar el retraso de germinación e incluso la no germinación de semillas en los sectores del lote con suelo desnudo o con



exceso de rastrojos, especialmente cuando las precipitaciones previas a la siembra fueron escasas y/o se produjo un secado rápido de suelo.

Bollatti, P. (2018) encontró una alta correlación entre la emergencia de plántulas de maíz y el contenido de humedad del suelo a los 10 días después de realizada la siembra.

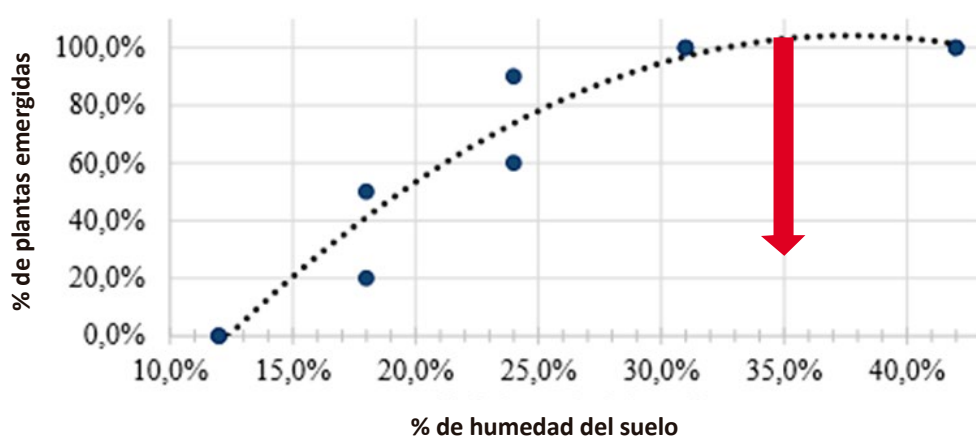


Figura 2:

Porcentaje de emergencia de plántulas en función del porcentaje de humedad de suelo.

En suelos como la serie Marcos Juárez utilizados en este ensayo, para alcanzar la densidad óptima, la humedad del suelo no debería ser inferior al 35% (gr de agua/cm³ de suelo) Fig. 2.

Calidad de semilla

Hay dos formas en las que las semillas de baja calidad pueden influenciar en la implantación: i) reducir el número de plantas logradas del cultivo y ii) generar plantas dominadas dentro de lote que estén en desventaja respecto a las de emergencia normal.

Semillas de baja calidad conducen a plántulas pequeñas, pero a menos que la reducción del tamaño final de las plantas sea severa, estas diferencias tempranas tienden a desaparecer a cosecha.



Figura 3:

Diez días después de la siembra: plántulas emergidas normalmente en estado fenológico V2, semillas en proceso de germinación y semillas sin germinar. (Las Astillas, Córdoba)

Calidad de siembra

Usando sembradoras de precisión (monograno) las fallas y duplicaciones pueden tener distinto origen. Panning et al. (2000) sostienen que la variabilidad en la ubicación de la semilla puede estar dada por falta de entrega, entrega múltiple, caída fuera del surco, desplazamiento dentro del surco por rodado o el movimiento cuando son cubiertas con suelo. Estos defectos pueden tener impactos diferentes en la densidad poblacional.

Al caminar un cultivo resulta evidente que la densidad poblacional estará condicionada a la relación entre las entregas múltiples y fallas que se registren. Liu et al. (2004) sostienen que las plantas de maíz irregularmente distribuidas en la línea de siembra representan una combinación de altas y bajas densidades.

En los sistemas de dosificación mecánicos, **el ajuste de gatillo, enrasador y la elección de la placa son claves** para que las semillas se acomoden una a una sin sufrir daños y caigan al suelo. Las recomendaciones de placa de los semilleros son útiles para orientarnos, sin embargo, el buen sembrador de maíz deberá medir con un calibre largo-ancho-alto de semillas de una muestra y realizar un promedio, y dejar un margen de 1 mm aproximadamente de largo y ancho en los alvéolos para evitar trabas o rupturas de semillas.

La velocidad de avance de la sembradora es otro punto crítico. Rapidez y precisión de siembra deben encontrar un equilibrio que signifique la menor pérdida posible.

Durante 2016/17 y 17/18, en las instalaciones del CAMPDOCEX de la FAV-UNRC en Río Cuarto, se realizaron ensayos de siembra de maíz. Se utilizó una sembradora Agrometal TX de 9 surcos a 52,5 cm con dosificadores neumáticos combinando tres velocidades (5, 7 y 9 Km h⁻¹) con diferentes órganos afirmadores de semillas obteniendo tres configuraciones del tren de siembra (rueda, cola plástica y sin órgano afirmador). La densidad teórica fue 80.000 el primer año y 60942 semillas/ha el segundo año de ensayo.

Tabla 1: Valores medios correspondientes a tres velocidades de siembra obtenidos a campo para las dos campañas

Campaña ensayada	16/17			17/18		
Velocidad (km/h)	5	7	9	5	7	9
Densidad Teórica (sem/ha)	80000	80000	80000	60952	60952	60952
Densidad Real (sem/ha)	80813 a	77492 b	75676 c	59044 a	58807 a	55990 b
Distancia media (cm)	23,57 a	24,58 b	25,17 c	32.26 a	32.39 a	34.02 b
Desvío Estándar (cm)	5,6	5,1	7,33	8.8	10.5	13.22
Coefficiente de Variación (%)	24	20	29	27	32	38

Letras diferentes en la misma fila dentro de en una misma campaña indican diferencias significativas test de DGC ($p \leq 0,05$)

Tabla 1

*Fuente: Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus. 2019, 3 (2): 77-80 ISSN 2618-2734



Distribución Desuniforme

Distribución Uniforme

Niveles de pérdidas en el rendimiento a partir de 5 cm de desvío en la distancia entre plantas:

62 kg/ha por cm de incremento (Nielsen, 1997)

120 kg/ha por cm de incremento (Bragachini y col, 2002)

70 kg/ha por cm de incremento (Satorre y col, 2005)



En la Tabla 1 se observa que en 16/17 a medida que aumentó la velocidad de siembra, la densidad real disminuyó, siendo estadísticamente significativa para las tres velocidades. En cuanto a la distribución fue mejor a la velocidad de 7 km/h siendo el desvío estándar y coeficiente de variación menor comparándolo con las demás velocidades. Esto concuerda con lo dicho por Bragachini et al. (2012), donde el aumento de la velocidad disminuye la población de plantas logradas. Para la campaña 17/18 a mayor la velocidad de siembra disminuyó la densidad real a partir de los 9 km/h. En cuanto a la distribución, la variabilidad fue aumentando gradualmente a medida que lo hizo la velocidad de siembra. Diferentes trabajos señalan las pérdidas en kg por diferencias entre plantas.

Fertilización en la línea de siembra

La aplicación de fertilizantes en la línea de siembra junto con la semilla es una práctica “riesgosa” que puede afectar la implantación de los cultivos, retrasando la emergencia y provocando mermas en la población final de plantas. Los dos factores que inciden en el proceso son:

- ▶ El efecto salino que deriva en un stress hídrico debido a la competencia por agua del suelo entre fertilizante y semilla. En situaciones de buena provisión hídrica este efecto tiene menor relevancia.
- ▶ Los fertilizantes amoniacales, libera amoníaco (NH_3) que podría alcanzar niveles tóxicos.

Ferraris et al. (2014) en Pergamino, Bs. As, evaluó en 3 campañas el efecto de aplicación de dosis crecientes de fuentes fosforadas sobre germinación y rendimiento de maíz, bajo diferentes contenidos de humedad en el suelo a la siembra, y ambientes hídricos contrastantes en la estación de crecimiento.

Durante 2011/12 se aplicó fosfato monoamónico [FMA, 11-23-0] y superfosfato simple [SFS, 0-9-0-S12]; en 2012/13 se utilizó FMA y MicroEssentials®SZ™ [MesZ, 12-17.5-0-S10-Zn1]; y en 2013/14

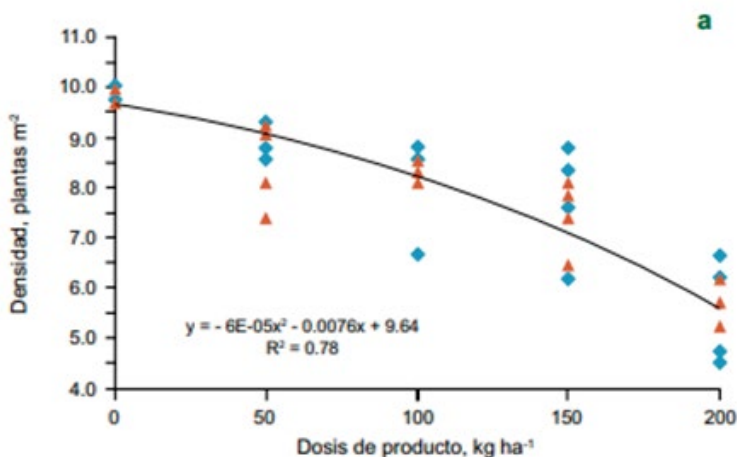


se compararon MicroEssentials®S10™ [Mes10, 12-17.5-0-S10] y MesZ. Se evaluaron las dosis de 50, 100, 150 y 200 kg ha⁻¹ de producto comercial.

Abundante disponibilidad hídrica en el suelo en los primeros dos años (2011/12: 90% CC; 2012/2013: 93% CC en 0-6 cm), probablemente diluyó la concentración de amoníaco, disminuyó la presión osmótica de la solución salina alrededor de los fertilizantes y, por ende, evitó la fitotoxicidad. Al no haber una reducción en la densidad de plantas logradas, el rango de esta variable fue estrecho y no se relacionó con el rendimiento.

En 2013/14, por el contrario, el escaso contenido de humedad del suelo (55% CC en 0-6 cm) modificó esta tendencia, observándose una reducción en la población de plantas, alrededor de 1.4 planta m⁻² para la dosis de 100 kg ha⁻¹ y 3.9 planta m⁻² para la dosis de 200 kg ha⁻¹.

Bajo condiciones de baja humedad a la profundidad de siembra, los fertilizantes afectaron la emergencia de maíz con la aplicación en línea de dosis superiores a 100 kg de producto comercial



La liberación de NH₃ en fertilizantes amoniacales de reacción alcalina como son la urea y FDA, incrementan el pH en la zona de reacción con el suelo a valores de hasta 9.5 y 8.5, respectivamente. A estos niveles de pH, el NH₄



del fertilizante pasa a NH_3 que tiene efectos directos sobre las membranas celulares y alta afinidad por el agua, lo que conlleva a una desecación de las semillas y/o raíces seminales de las plántulas.

Entre los nitrogenados, la urea presenta mayor nivel N-amoniaco, seguido por UAN, y sulfato de amonio, calificado este último como fertilizante azufrado. En el caso de la urea, su hidrólisis rápida produce gran cantidad de amoníaco, que al liberarse “podría resultar tóxico” para las semillas que están germinando. Esto ocurre rápidamente cuando la temperatura del suelo está por encima de 10°C , presentando este proceso una velocidad máxima a 25°C . El nitrato de amonio hace menos daño a la semilla que la urea porque, a pesar de tener índice salino más alto presenta muy baja toxicidad amoniaco.

Ensayos en suelos Argiudoles típicos con distintas fuentes de N fertilizante: Urea, nitrato de amonio calcáreo (CAN), nitrato de amonio (NA) y sulfato de amonio (SA) se observó que la única fuente que presentó una asociación significativa entre % de emergencia y dosis fue la urea, mientras las otras fuentes no presentaron diferencias de forma estadística. La fuente que genera mayores pérdidas es la U, seguida del CAN, NA y SA. Con dosis de 50 kg ha^{-1} de urea (23 kg ha^{-1} de N elemento), se producen aproximadamente pérdidas de hasta un 48% del stand de plántulas al momento de la emergencia del cultivo de maíz, cuando el fertilizante se ubica junto a la semilla. La fuente de menor efecto fue el SA (21% de N elemento).

Dosis superiores a 25 kg ha^{-1} de FDA producen efectos fitotóxicos, alcanzándose porcentajes de 40% en la disminución de la emergencia cuando las dosis son de 135 kg ha^{-1} de FDA, con aplicaciones realizadas junto a la semilla.

Por último, en la siguiente tabla se muestran dosis críticas estimadas de manera preliminar para pérdidas del 20% y 50% de plantas en un cultivo de maíz de acuerdo con el tipo de fertilizante utilizado. Los valores inferiores de cada rango corresponden a situaciones de suelos más secos y/o arenosos y los valores más altos para suelos más húmedos y/arcillosos (Fuente: INPOFOS).



TIPO DE FERTILIZANTE	DOSIS CRÍTICA (Kg/ha)	
	20%**	50%**
UREA	15-30	60-80
NA-CAN-SA	60-80	100-130
FDA	60-80	130-170

Tabla 1

*NA: Nitrato de amonio. CAN: Nitrato de amonio calcáreo. SA: Sulfato de amonio. FDA: Fosfato diamónico.

** Pérdidas del 20% y 50% del stand de plántulas o emergencia.

Consideraciones finales

En resumen, con el objetivo de minimizar la diferencia entre densidad de siembra recomendada y lograda, es aconsejable:

- Sembrar con Temperaturas de suelos constantes > a 10°C y Humedades en suelo > a 35% (gr de agua/cm³ de suelo)
- Seleccionar las placas de siembra y ajustar los dosificadores con precisión teniendo en cuenta alto, ancho y espesor de semillas
- Controlar que la velocidad de siembra sea constante durante toda la labor idealmente alrededor de 7 km/hs
- Minimizar los riegos en el uso de fertilizante en la línea de siembra seleccionando dosis y fuentes de fertilizantes según las condiciones de suelo imperantes (humedad y textura)



Bibliografía

- Satorre, E., Benech, A., Slafer, G., De la Fuente, E., Miralles, D., Otegui, M. y Savin, R. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. (2003). FAUBA. Buenos Aires, Argentina.
- Bollatti, Pablo. ¿Cuál es la humedad mínima de suelo para iniciar la siembra de maíz de septiembre? AER INTA Marcos Juárez.
- Ignacio A. Ciampitti¹, Federico G. Micucci¹, Hugo Fontanetto² y Fernando O. García¹. Manejo y ubicación del fertilizante junto a la semilla: Efectos Fitotóxicos. 1INPOFOS Cono Sur, 2EEA INTA Rafaela.
- <https://sergiolacorte.blogspot.com/search/label/Elec-ci%C3%B3n%20de%20Placa%20dosificadora%20de%20semilla> (25/07/2016)
- Roberto Del Castagner; Alejandro Bonacci; Fernando Cuenca; Marcelo Cáceres; Edgar Garetto. Calidad de siembra en el cultivo de maíz (zea mays .L) según velocidad de siembra y órgano afirmador de semilla. Maquinaria Agrícola, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- G.N. Ferraris, L.A. Couretot y G. Magnone. Fertilizantes en línea de siembra de maíz: efectos sobre la implantación y el rendimiento. EEA INTA Pergamino.
- Yaisys Blanco, Maha Afifi y Clarence J. Swanton. The effect of light quality on maize: a tool for weed plants management.

