

Análisis de eficiencia de siembra de maíz con siembra directa en Entre Ríos (Ciclo agrícola 2020-21)

Behr E.¹, Pautasso J.M.² y Boschetti I.³.
¹AER Crespo
²AER Diamante
INTA EEA Paraná
³Asesor privado

En el presente trabajo se analizaron los principales inconvenientes que afectan la calidad de siembra de maíz.

El maíz es un cultivo necesario para el mantenimiento de la sustentabilidad de los sistemas productivos y con alta demanda en la provincia de Entre Ríos. Es un cultivo que requiere una alta calidad de siembra, presentando un impacto en el rendimiento la falta de uniformidad espacial o temporal. Sin embargo, a pesar de toda la tecnología de producción ofrecida, tanto de semilleros como de maquinarias, el rendimiento provincial se ubica prácticamente estable alrededor de los 6500 kg ha⁻¹ (BOLSACER, 2020), parte del bajo rendimiento logrado podría estar relacionado a una deficiente calidad de siembra.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar los principales parámetros que definen la calidad de siembra de maíz, número de plantas por hectárea y su variación respecto de lo esperado, distanciamientos entre plantas en la línea de siembra y profundidad de siembra real.

Metodología

El trabajo se realizó recorriendo lotes en distintas áreas de producción de la provincia luego de 30 días de la siembra. Se seleccionaron lotes al azar, de productores con un buen uso de tecnología (Tabla 1).

Las variables analizadas fueron: número de plantas por ha, distanciamiento entre plantas, (para estimar la eficiencia de implantación) y profundidad de siembra. Para las dos primeras variables, se tomaron 3 repeticiones de 19 m de surco, se contaron las plantas y se midieron las distancias entre las mismas. Para medir profundidad de siembra se descalzaron plantas en 2 m de surco en tres repeticiones y se midió la longitud entre la ubicación de la semilla y el nivel del suelo.

La eficiencia de implantación se calculó como el cociente entre densidad de plantas logradas y densidad objetivo. Se tomaron distancias entre plantas, se calculó el desvío estándar y el coeficiente de variación de dicha variable. También se determinaron en porcentaje las plantas logradas dentro de tolerancia como aquellas que están dentro del rango de distancia media $\pm 0,5$ distancia media. Aquellas plantas con separaciones iguales o menores a 0,5 distancia media se consideraron como duplicaciones y como fallas, aquellas con distancias mayores o iguales a 1,5 distancia media.

Para la profundidad de siembra lograda también se calculó el desvío estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 1. Caracterización de lotes relevados.

Productor	Ubicación	Siembra	Modelo de sembradora	Distribuidor de semilla	Placa utilizada	Juegos de placa
1	La Paz	Propia	Agrometal -2008	Placa	recomendada	8
2	La Paz	Propia	Erca- 2009	Neumática	-	-
3	La Paz	Propia	Super Walter -2015	Placa	recomendada	10
4	La Paz	Propia	Erca Serie 4	Placa	recomendada	3
5	La Paz	Propia	Agrometal TX Mega	Placa	recomendada	6
6	La Paz	Propia	Apache 6100	Placa	recomendada	4
7	La Paz	Contratada	Agrometal TX Mega	Placa	recomendada	6
8	Victoria	Propia	Erca Serie V	Placa	recomendada	8
9	Nogoyá	Propia	Apache	Placa	recomendada	6
10	Viale	Propia	Apache 6100 -1996	Placa	No recomendada	4
11	Curtiembre	Propia	Agrometal TX Mega-2010	Placa	No recomendada	-
12	Seguí	Propia	Cele -2008	Placa	Sin datos	2
13	Crespo	Propia	Apache 6120-2006	Placa	Sin datos	2
14	Crespo	Propia	Apache 6120-2009	Placa	Sin datos	2
15	Crespo	Contratada	Giorgi precisa 8000-2017	Placa	Sin datos	5
16	Crespo	Propia	Giorgi precisa 8000-2001	Placa	Sin datos	4
17	Crespo	Propia	Erca- 2008	Placa	Sin datos	8
18	Crespo	Propia	Crucianelli gringa-2020	Placa	Sin datos	2
19	Aldea Sta Rosa	Propia	Apache -2020	Placa	Sin datos	2

Del total de lotes relevados en su mayoría corresponden a productores o empresas con personal propio que llevan adelante la siembra, y solo se relevaron dos situaciones de contratación del servicio. La antigüedad promedio del parque de maquinaria fue alrededor de 10 años, en su gran mayoría con distribuidores mecánicos de semilla. Poco menos del 50 % de las siembras se llevaron adelante con la placa recomendada por el semillero, en 40 %, se desconocía dicha recomendación y en el 10 % restante se omitió la misma por la dificultad que implica conseguir la placa adecuada al calibre de la semilla. En muchos de estos casos cuentan con solo 2 a 3 juegos de placa por sembradora.

Resultados

El 80 % de los lotes relevados estuvo por arriba del 85 % de eficiencia de implantación, solo cuatro lotes registraron valores de eficiencia no compatibles con una buena calidad de siembra. Del análisis de las 9 primeras situaciones de siembra, el promedio resultó con un 96 % de eficiencia, coincidentemente con aquellos productores que sembraron con la placa recomendada por el semillero, mientras que el promedio de los productores 11 al 19, fue 87 % (Tabla 2). Valores de eficiencia que concuerdan con lo hallado por Elisei *et al.* (2009) para la zona norte de la provincia de Buenos Aires.

Tabla 2. Sistema de labranza, densidad objetivo ($pl\ ha^{-1}$), densidad lograda ($pl\ ha^{-1}$) a los 30 días después de la siembra y eficiencia de implantación (%).

Productor	Sistema de labranza	Densidad objetivo ($pl\ ha^{-1}$)	Densidad lograda ($pl\ ha^{-1}$)	Eficiencia de implantación (%)
1	Directa	54 000	50 333	93,2
2	Directa	67 000	64 333	96,0
3	Directa	67 000	65 333	97,5
4	Directa	60 000	59 000	98,3
5	Directa	58 000	57 333	98,8
6	Directa	67 000	61 670	92,0
7	Convencional	63 000	63 333	100,5
8	Directa	55 000	53 000	96,4
9	Directa	60 000	56 333	93,9
10	Convencional	62 000	51 333	82,8
11	Directa	65 000	52 667	81,0
12	Convencional	61 000	55 000	90,2
13	Directa	59 000	52 666	89,3
14	Directa	66 000	64 333	97,5
15	Directa	64 000	64 000	100,0
16	Directa	63 500	50 333	79,3
17	Directa	66 500	47 667	71,7
18	Directa	72 200	61 667	85,4
19	Convencional	61 000	59 333	97,3
Promedio		64 248	58 825	91,7

La uniformidad de la distancia entre semilla es considerada como uno de los parámetros claves a la hora de definir calidad de siembra. La misma depende de varios factores: placa adecuada al calibre de la semilla, velocidad de avance, configuración y ajuste del tren de siembra a las condiciones de suelo.

El desvío estándar medio para las situaciones relevadas resultó 15,10 cm, superior a lo encontrado por Bragachini *et al.* (2012) de 5,2 a 6 cm, por Elisei *et al.* (2009) de 10,9 cm y por Balverde *et al.* (2018) de 3,8 a 5,1 cm, quienes trabajaron en zonas de suelos más sueltos que los de la provincia de Entre Ríos. Valores de desvío estándar menores a 5 cm no afectan el rendimiento del cultivo (Nielsen, 1993), aceptándose 12 como valor máximo de tolerancia. Muy probablemente los valores hallados pueden ser consecuencia de una mayor dificultad de transitabilidad del tren de siembra de la sembradora y mayor ajuste de regulación debido a las condiciones de suelo. Con el coeficiente de variación pareciera ocurrir algo similar, superado en este caso por el 3 y 20 % a lo encontrado por Elisei *et al.* (2009) y Balverde *et al.* (2018) respectivamente.

Tabla 3. Distancias entre plantas (cm), desvío estándar (cm) y coeficiente de variación (%).

Productor	Distancia entre plantas (cm)	Desvío estándar (cm)	Coeficiente de variación (%)	Desvío estándar > 12 cm
1	38,5	17,0	44,0	X
2	29,1	11,0	37,9	
3	29,7	12,5	41,8	X
4	32,8	11,7	35,6	
5	34,1	14,8	43,1	X
6	31,1	17,0	54,8	X
7	30,4	15,6	51,7	X
8	36,9	19,1	57,9	X
9	34,5	18,6	56,3	X
10	36,8	19,0	52,6	X
11	36,3	21,8	59,8	X
12	34,8	13,8	39,6	X
13	36,2	16,3	45,2	X
14	29,7	10,4	36,1	
15	29,9	12,5	41,8	X
16	38,1	19,3	50,7	X
17	39,6	17,6	44,5	X
18	30,9	11,5	37,7	X
19	31,5	14,7	46,6	X

En la tabla 3 se puede observar que sólo un 23,8 % de los lotes lograron valores de desvío estándar menores a 12. Dentro del grupo de productores que utilizaron la placa recomendada el 30 % logró desvío estándar menores a 12, mientras que sólo el 15 % de los productores que sembraron sin la recomendación del semillero lograron desvío estándar menores.

En la tabla 4 se pueden ver los porcentajes de plantas dentro de la tolerancia, duplicaciones y fallas con valores medios de 75,6 %, 8 % y 16,3 % respectivamente. Estos resultados no se asocian con la buena implantación del cultivo de maíz, según lo encontrado por Elisei *et al.* (2009), planteándose la necesidad de mejorar las condiciones de siembra.

El principal responsable del mayor número de plantas dentro del rango de tolerancia resulta ser la precisión del mecanismo distribuidor de semilla. Superada esta instancia, la velocidad afecta claramente las plantas dentro de tolerancia, duplicaciones, fallas, desvío estándar y coeficiente de variación (Elisei *et al.*, 2009; Bragachini *et al.*, 2012; Balverde *et al.*, 2018).

Tabla 4. Densidad de planta lograda ($pl\ ha^{-1}$), plantas logradas dentro de tolerancia (%), duplicaciones (%) y fallas (%).

Productor	Densidad de plantas logradas ($pl\ ha^{-1}$)	Plantas dentro de tolerancia (%)	Duplicaciones (%)	Fallas (%)
1	50 333	77,5	4,5	17,1
2	64 333	89,1	4,4	6,4
3	65 333	78,1	7,9	8,9
4	59 000	83,0	4,6	10,84

5	57 333	77,9	8,2	13,5
6	61 670	60,5	16,9	19,6
7	63 333	75,3	12,3	14,4
8	53 000	74,8	6,9	18,2
9	56 333	72,8	13,7	17,2
10	51 333	70,1	9,0	21,4
11	52 667	67,7	12,6	22,8
12	55 000	72,73	8,5	17,6
13	52 666	74,7	8,2	15,2
14	64 333	84,5	5,9	10,0
15	64 000	79,2	6,45	14,8
16	50 333	72,1	5,9	22,4
17	47 667	71,3	3,3	25,7
18	61 667	82,2	3,4	15,3
19	59 333	73,6	10,8	16,4
Promedio	58 825	75,6	8,1	16,2

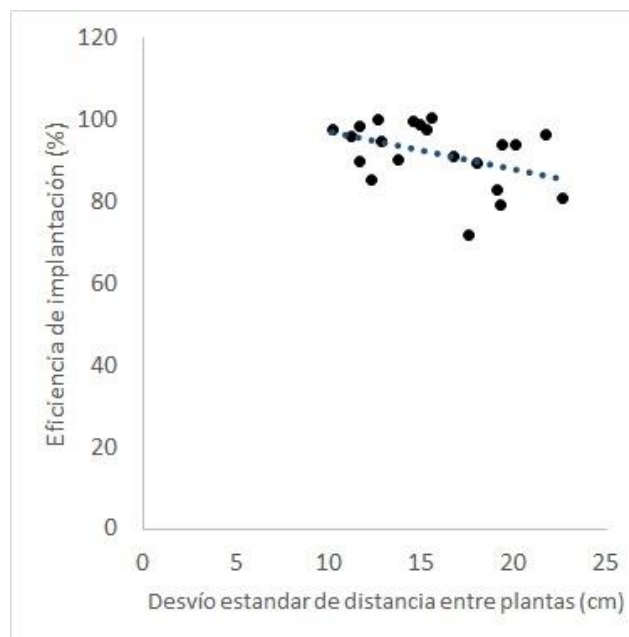


Figura 1. Eficiencia de implantación (%) en función del desvío estándar de la distancia entre plantas (cm).

La eficiencia de implantación tuvo una relación negativa con los desvíos estándar de distancia entre plantas (Figura 1). La falta de uniformidad espacial (medida como desvío estándar de las distancias) es un buen indicador de calidad de siembra y por lo tanto su incremento afectó negativamente la cantidad de plantas de maíz logradas al mes de la siembra.

La profundidad de siembra lograda (Tabla 5), fluctuó entre un máximo de 6,1 cm y un mínimo de 3,1 cm, con un valor medio de 4,5 cm. Los coeficientes de variación presentaron un máximo de 19,0 % y un mínimo de 9,5%. Este indicador señala mayor homogeneidad de la profundidad lograda respecto de la distancia entre plantas. Datos que concuerdan a lo encontrado por Elisei *et al.* (2009).

Tabla 5. Profundidad lograda (cm) y desvío estándar de profundidad (cm) y coeficiente de variación (%).

Productor	Profundidad lograda (cm)	Desvío estándar (cm)	Coficiente de variación (%)
1	3,93	0,42	10,69
2	4,47	0,58	12,98
3	4,83	0,49	10,14
4	3,80	0,56	14,74
5	3,13	0,58	18,53
6	4,63	0,88	19,01
7	4,67	0,75	16,06
8	5,40	0,71	13,15
9	5,57	0,78	14,00
10	6,13	0,58	9,46
11	3,47	0,48	13,83
12	5,23	0,73	13,96
13	4,07	0,46	11,30
14	4,07	0,68	16,71
15	3,90	0,43	11,03
16	4,53	0,74	16,34
17	4,07	0,42	10,32
18	3,73	0,42	11,26
19	5,03	0,88	17,50
Promedio	4,47		

Mayores profundidades de siembra buscadas, pueden afectarla variabilidad de la profundidad de siembra (Figura 2), probablemente debido a una característica inherente de nuestros suelos con gran variabilidad de textura, de compactación, entre otras: a medida que se busca lograr siembras más profundas se incrementa la variabilidad en la profundidad lograda. Esta situación puede derivar en diferencias temporales en la emergencia.

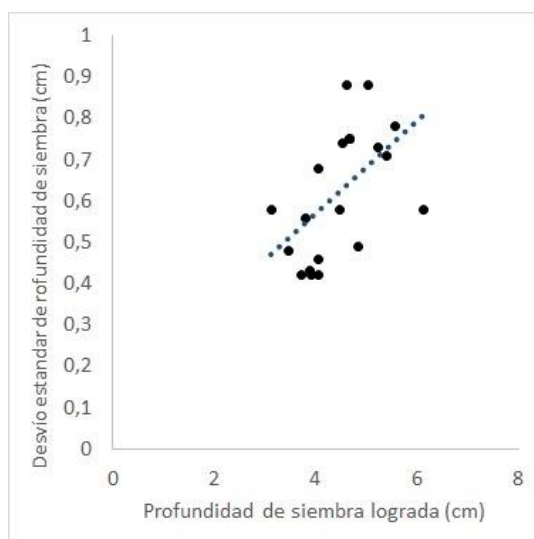


Figura 2. Desvío estándar de la profundidad de siembra (cm) en función de la profundidad de siembra lograda (cm).

Consideraciones finales

La eficiencia de implantación lograda resultó 91,7 %, similar a las del norte de la provincia de Buenos Aires. En lo que respecta al coeficiente de variación de la distancia entre plantas, resultó 3 % superior y 4,8 % inferior para la profundidad de siembra.

Solo el 24 % de las situaciones relevadas presentaron desvío estándar de distancia entre plantas menores a 12.

El porcentaje medio de plantas dentro de tolerancia, duplicaciones y fallas fue de 75,6 %, 6,9 % y 16,36 %.

Si bien en este trabajo no se registraron las velocidades de siembra, es posible que a pesar de trabajar dentro de velocidades consideradas como óptimas para otras regiones, debido a las condiciones de suelos pesados, la transitabilidad del tren de siembra sea mucho más exigente en configuración de los componentes del mismo como de los ajustes de regulación aún a bajas velocidades.

Bibliografía

- BALVERDE B., NAGORE M.L., PLATZ P., MARTINEZ D.R., PEREYRA IRAOLA M.M. y J.L. BODEGA. 2018. Efecto de la velocidad de siembra sobre la uniformidad espacial en un cultivo de maíz de alta tecnología. XI Congreso Nacional de maíz Pergamino 2018. https://www.researchgate.net/publication/345810691_Efecto_de_la_velocidad_de_siembra_sobre_la_uniformidad_espacial_en_un_cultivo_de_maiz_de_alta_tecnologia [Verificación: mayo 2021]
- BOLSACER. 2020. <https://www.bolsacer.org.ar/Fuentes/estadisticas.php> [verificación: abril 2021].
- BRAGACHINI M., MÉNDEZ A., SCARAMUZZA F., VÉLEZ J. y D. VILLAROEL. 2012. Impacto de la velocidad y la profundidad de siembra sobre uniformidad en la emergencia y distribución de plantas en maíz. EEA INTA Manfredi. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-impacto_velocidad_y_profundidad_de_siembra_en_ma.pdf [Verificación: mayo 2021]
- ELISEI J., GONZÁLEZ N., BORRÁS P., TESOURO O., ROMITO A., D'AMICO J.P., ROBA M. y C. SENIGAGLIESI. 2009. Caracterización de la siembra de maíz en el área de influencia de la EEA Pergamino, Bs. As., Argentina. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-elisei.pdf> [Verificación: abril 2021].
- NIELSEN R.L. 1993. Stand establishment variability on corn grain yield. Proceedings of the Integrated Crop Management Conference. 16. <https://core.ac.uk/download/pdf/212817872.pdf> [Verificación: mayo 2021].