

Calidad de implantación de maíz y poroto en relación al diseño y regulación de la sembradora

Ing. Agr. (Dr.) Mario E. De Simone – Ing. Agr. Adriana Godoy

Introducción

En la región NOA los cultivos de verano más importantes son el poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) la soja (*Glycine max* (L.) Merrill) y el maíz (*Zea mays* L.). En la campaña agrícola 2007-08 se cultivaron 240, 1.815 y 320.10³ ha respectivamente. Si bien la rentabilidad del cultivo de maíz es afectada negativamente por el costo del flete, es una componente fundamental de la rotación para dar sustentabilidad a la producción de poroto y la soja.

La soja y el maíz comparten la misma fecha de siembra de aproximadamente 30 días que, según la provincia, se ubica entre comienzos noviembre y comienzos de enero. El marco de plantación es similar pues el espaciado entre surcos es de 52 cm. aunque se siembran 22 a 27 y 4 a 5 semillas por metro lineal respectivamente. Para el caso del poroto todavía predominan espaciados entre surcos de 70 cm. a fin de reducir la incidencia de enfermedades y se siembran entre 16 y 20 semillas; aunque las poblaciones recomendadas son 10 a 12 plantas por metro lineal en el momento de la cosecha.

Una característica particular de esta región es que una sola empresa siembra grandes superficies; ello significa que en muchos casos deben sembrarse entre 150 y 200 ha por cada día de trabajo efectivo.

En general se acepta que la siembra debe operarse en el orden de los 5 a 6 km/h, sin embargo, cuando el productor hace el análisis de las inversiones necesarias en sembradoras y tractores, la velocidad de siembra es una variable de ajuste relevante. Esto es tan así que sembrar a 6 km/h implica una inversión de aproximadamente un 33 % mayor que si la velocidad de siembra es 8 km/h.

A ello se añade que la oferta de sembradoras con diferentes innovaciones es amplia, pues Argentina sin duda es el país líder en la materia. Se le ofrece al productor diferentes distribuidores de semilla y trenes de siembra que incorporan una variedad de diseños en los órganos contactadores de semilla, sin que ellos tengan claro a que condiciones de semilla y suelo se adaptan.

Tampoco está claro si la respuesta de los cultivos regionales como el poroto y los maíces tropicales a la uniformidad de distribución y emergencia, es similar a la que se registra en la pampa húmeda. En consecuencia la falta de experimentación en estos temas priva al productor de información confiable que le sirva de apoyo para la toma de decisiones.

Antecedentes

En un trabajo realizado en la EEA Manfredi se evaluó la variación de rendimiento en el cultivo de soja, originado en la implantación realizada con dos tipos de dosificador de semilla. Un sistema realizaba la distribución a chorrillo (tipo roldada) y el otro con dosificación monograno de placa vertical (Plus Meter) en dos ambientes diferentes del campo definidos por el relieve. La velocidad de siembra fue 7,5 km/h con una regulación de 397 mil semillas por hectárea. Cuando las plántulas alcanzaron el estado vegetativo de V1 se realizaron registros a fin de medir la separación entre las plantitas y se calculó el desvío standard (DS) y el coeficiente de variación (CV). La cosecha y registro de rendimiento se realizó por medio de un monitor de rendimiento ubicado en la cosechadora. La siembra realizada con distribuidor de chorrillo deriva en un stand de plantas más desuniforme y en rendimiento de 180 kg/ha más bajo que el cultivo implantado con dosificador de monograno. Sin embargo, no es consistente la diferencia de stand de plantas logrado pues en el bajo del lote la población es mayor con dosificador de chorrillo y en la loma se obtienen resultados opuestos. Tampoco queda claro si los DS calculados son estadísticamente significativos o sólo representan la variabilidad del lote estudiado (1).

En ensayos realizados por el INTA en la región semiárida central de la provincia de Córdoba con el cultivo de maíz y una sembradora neumática marca Agrometal TX Mega IOM, se compararon diferentes velocidades de siembra (4, 7 y 9 km/h) y su efecto sobre la competencia entre plantas causada por su distribución desuniforme. Encuentran que al pasar de 7 a 9 km/h se produce una disminución del 2,3 % en el rendimiento del cultivo correlacionado con 8.37 cm. de desvío standard en la distribución de las plantas. Ello se debería a que el distribuidor de semilla no se carga correctamente y las semillas rebotan en el fondo del surco. También registran datos que reflejan menos plantas logradas conforme se incrementa la velocidad de siembra. Del análisis económico realizado surge que la pérdida derivada de sembrar a alta velocidad afecta negativamente el margen

neto, vale decir que se pierde dinero por sembrar muy rápido. Sin embargo, el análisis no considera que la magnitud de la inversión incide sobre la rentabilidad a través de las amortizaciones; este análisis simple puede ser útil para quien contrata el servicio de siembra (2).

En la localidad de Casilda (provincia de Santa Fe) durante 3 ciclos agrícolas consecutivos, se estudió como la distribución genera competencia entre las plantas y su efecto sobre la producción de grano de maíz por hectárea. Se asumió que si las plantas están separadas a una distancia igual a la media de la población no sufren competencia, en cambio si su separación es de 12 cm. ó menos están sometidas a competencia intraespecífica. Los datos se registraron en 39 lotes de producción de la zona e indicaron que el 51% de ellos presentaban competencia entre plantas sobre el 10 y el 25 % del total de su superficie. Una vez cosechadas las muestras integradas por pares de espigas de plantas en competencia y sin competencia se observó que las primeras producían 60,2 gramos (22,2 %) menos de grano que las otras. No obstante ello, de este trabajo no queda claro si esta menor producción por pares de espigas no fue compensada por un número mayor de plantas o dicho de otra manera si realmente se afectó el potencial de rendimiento de éstos lotes; tampoco queda claro si los DS son diferentes o sólo representan la variabilidad de la población en estudio (4).

Estos mismos investigadores, en otro trabajo, estudiaron durante dos años consecutivos la emergencia de las plántulas en un cultivo de maíz, lograda al usar rueda y lengüeta plástica para contactar la semilla sobre el fondo del surco. Esta variante en el equipamiento de la sembradora y 2 velocidades de avance (5 y 8,3 km/h) definieron los 4 tratamientos del experimento. Durante el primer año las semillas en todos los tratamientos se ubicaron a 33 mm de profundidad promedio con un CV muy bajo y se observó mayor cantidad de plantas logradas a los 14 días en los tratamientos donde se incluyeron ruedas y lengüetas para contactar las semillas, luego de esa fecha las poblaciones se emparejaron; mientras que la velocidad de avance no afectó la cantidad de plantas emergidas En el segundo año la semillas se ubicaron a 46 mm de profundidad con un CV muy bajo para este parámetro y se observó nuevamente mayor cantidad de plantas emergidas hasta los 12 días, cuando se usaba órganos para contactar las semillas (6).

Luego de analizar críticamente a los estimadores estadísticos, DS y media, comúnmente utilizados en los trabajos con sembradoras, Kachman y Smith argumentan que la media resulta fuertemente influenciada por las fallas y la duplicaciones de semillas; mientras que el DS genera distorsiones cuando los espacios son pocos y muy largos y por ello es un buen estimador de las fallas y de la distancia más que un estimador de la variabilidad. Ello significa que la utilidad de estos estimadores estadísticos de frecuente aplicación en los ensayos de sembradoras tiene escasa precisión a la hora de realizar estudios detallados. Con el objetivo de analizar la utilidad de otros estimadores estadísticos realizaron trabajos con semilla peleteada de remolacha azucarera con 3 velocidades de avance (3.2, 5.6 y 8 km/h) y 2 sembradoras. Como estimadores utilizaron:

- Espaciamento teórico (ET) es el parámetro definido luego de asumir que no hubo saltos, duplicaciones ni variabilidad a la hora de distribuir las semillas.
- Índice de pérdida (M) es la cantidad de espacios entre plantas mayor a 1,5 ET y refleja los saltos o fallas en por ciento.
- Índice múltiple (D) es la cantidad de espacios entre plantas igual o menor a 0,5 ET y refleja las duplicaciones de semillas en por ciento.
- Índice de alimentación (A) es la cantidad de espacios no incluidos en los dos índices precedentes es decir los espacios cercanos a ET.
- Índice de precisión (C) evalúa la precisión de los espacios incluidos en A y se diferencia del CV pues se divide por ET en lugar de la media de la muestra.

De este estudio surge que la media y el DS son insuficientes para observar diferencias entre sembradoras o entre regulaciones. En cambio los índices si son útiles pues permite diferenciar una sembradora que deteriora su A, pierde C e incrementa M con incremento de la velocidad de siembra de la otra sembradora que sostiene el A y C (aunque no es el mejor) y en consecuencia no pierde precisión conforme se siembra a mayor velocidad. Estos índices si bien son un desmembramiento del DS permiten detectar con mayor precisión las diferencias explicables con hipótesis relacionadas con los diferentes componentes de la sembradora (dosificador, ruedas, tren de siembra, etc.) (5).

Se ha coincidido en que la variabilidad de distribución obedece a 2 factores principales: fallas en el mecanismo dosificador y excesiva velocidad de la semilla al chocar con el fondo del surco. Otro aspecto muy importante es la uniformidad de emergencia, aunque se ha encontrado que si las plántulas emergen dentro de un periodo de 2 semanas el efecto negativo sobre el rinde es muy bajo (3%).

Con una sembradora equipada con dosificador neumático y lengüeta plástica para contactar la semilla se ensayaron 3 velocidades (6.4, 9.7 y 12.9 km/h) y dos híbridos de maíz. El objetivo fue evaluar el efecto de la velocidad de avance y el mecanismo para contactar las semillas sobre la emergencia, distribución y rendimiento del maíz. Sus resultados indican que la lengüeta plástica reduce el DS de la distribución de plantas e incrementó la densidad de plantas logradas; mientras que con mayor velocidad se redujo la cantidad de semillas sembradas e incrementó el DS de la distribución. Concluyen que es muy difícil dilucidar cuanto afecta al rendimiento del cultivo cada factor por separado y que todo incremento de la velocidad reduce el rendimiento del dosificador mientras que la lengüeta plástica mejora el contacto de la semilla con el suelo, reduce las fallas y permite lograr un stand de plantas mayor (7).

Marco Teórico

La calidad de la distribución lograda por una sembradora se define en base a: la uniformidad de separación entre las semillas y la uniformidad de la profundidad a la que fueron ubicadas.

La calidad de distribución determina la calidad de implantación del cultivo, vale decir las plantas logradas, la separación entre ellas y la uniformidad con que ocurre la emergencia.

Los principales parámetros de regulación y diseño de la sembradora, que determinan la calidad de distribución son: la velocidad de avance, el diseño del órgano encargado de contactarla con el suelo, el diseño del mecanismo dosificador y el tren de siembra.

La utilización del desvío standard (DS) resulta insuficiente, en muchos casos, para deducir conclusiones a partir de los resultados experimentales en trabajos con sembradoras.

Objetivo

Estudiar la calidad de implantación de los cultivos de maíz y poroto en la provincia de Salta (Argentina) en relación a parámetros de regulación y diseño de la sembradora.

Ensayos realizados

Durante las campañas 2006/07 y 2007/08 se realizaron tres ensayos de siembra con los cultivos de maíz y poroto, en la provincia de Salta. Se eligieron campos de productores representativos ubicados en las zonas núcleo de producción de maíz-soja y de poroto. Los diferentes tratamientos se definieron en base a 3 fuentes de variación: velocidad de avance de la sembradora, diseño del órgano encargado de contactar las semillas con el suelo y densidad de siembra. La velocidad más alta se incluyó en todos los ensayos a fin de construir curvas y sus tendencias.

En todos los casos se sembró en suelos representativos de la región. En los ensayos 1 y 3 fue sobre suelo de textura franca con 13, 30 y 56 % de arcilla, limo y arena respectivamente; en el ensayo 2 la textura fue franco con 19, 50 y 31 % de arcilla, limo y arena respectivamente. Los datos de los 3 ensayos se analizaron estadísticamente a través del programa InfoStat. Se efectuaron análisis de la varianza y análisis de correlación con las medias de cada tratamiento y con el desvío Standard (DS).

A fin de dar más sensibilidad al estudio, además de esta metodología tradicional se utilizaron: el espaciamento teórico (ET), el índice de pérdida (M), el índice múltiple (D), el índice de alimentación (A) y el índice de precisión (C) propuestos por Kachman, S.D. y J.A. Smith (4).

Ensayo n° 1

Material y Método

En el establecimiento "El Simbolar" ubicado en la localidad de Piquete Cabado, departamento de Anta, se condujo un ensayo entre el 30 de diciembre de 2006 y el 12 de junio de 2007.

Se utilizó una sembradora marca GIORGI modelo Precisa 600 de 12 cuerpos espaciados a 70 cm. Cada uno de ellos presentaba el siguiente equipamiento: órgano dosificador de semillas mecánico con placa horizontal de 26 cm. de diámetro y 42 orificios, caño de bajada de 40 cm. de longitud, cuchilla circular tipo "Bubble" de 39 cm. de diámetro, ruedas limitadoras de profundidad con llanta metálica y banda de rodadura de caucho de 38 cm. de

Estación Experimental Agropecuaria Salta

Casilla de Correos 228 (4400) Salta - Teléfonos 0387 4902081/87/214 int. 230 - e-mail: mdesimone@correo.inta.gov.ar

diámetro y 12 cm. de ancho, discos plantadores de 38 cm. de diámetro, ruedas para contactar la semilla de 25 cm. de diámetro con banda de goma de perfil circular, las ruedas tapadoras de 30 cm. de diámetro incluían una banda de goma y discos dentados internos de 35 cm. de diámetro.

Los 6 cuerpos ubicados a la izquierda mantuvieron funcionales sus correspondientes rueditas compresoras de semilla, mientras que éstas fueron desmontadas en los 6 cuerpos ubicados a la derecha. Esta variante en el equipamiento y 3 velocidades de avance (6.4, 7.8 y 9.2 km/h) definieron 6 tratamientos que fueron repetidos 3 veces en el lote con un arreglo completamente aleatorizado. Las parcelas experimentales tenían un ancho de 4,2 m. (6 surcos espaciados a 70 cm.) y una longitud de 100 m. para así totalizar 420 m² cada una. Las observaciones se realizaron sobre los 2 surcos centrales de cada parcela y las 2 líneas ubicadas a ambos lados sirvieron de bordura.

Tabla 1: cuadro de tratamientos (De Simone y Godoy, Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Con rueda compresora			Sin rueda compresora		
	6,4 km/h	7,8 km/h	9,2 km/h	6,4 km/h	7,8 km/h	9,2 km/h
I CR	X					
II CR		X				
III CR			X			
I SR				X		
II SR					X	
III SR						X

La siembra se practicó con híbrido de maíz de germoplasma tropical variedad NK 120 TD MAX con 95 % de poder germinativo y se reguló la sembradora para ubicar 4 semillas por metro lineal de surco.



Figura 1: separación entre plantas y profundidad a los 14 días (De Simone y Godoy, Salta 2008)

En el momento de la siembra se descubrió, en cada parcela experimental, las semillas ubicadas en 2 metros de la línea de siembra y se midió la distancia entre ellas. A los 14 días se registró la profundidad de siembra y para ello se seleccionó en cada parcela otro segmento de 2 m., de donde se arrancaron las plantas para medir la longitud de la porción blanca de tallo comprendida entre el cuello de la planta hasta el resto de grano de maíz que queda sumergido bajo la superficie de suelo.

Como ambos procedimientos son destructivos, los registros posteriores se realizaron sobre otra porción de surco no disturbado. Así se midió las plantas emergidas a los 5, 10 y 19 días de la siembra como así también la distancia (también en centímetros) que las separaba.

En el momento de la cosecha se recogieron a mano las espigas ubicadas en el mismo segmento de 2 metros donde se había registrado el número y la distancia entre las plantas. Las espigas correspondientes a cada planta se colocaron dentro de bolsas individuales de papel debidamente rotuladas. En el laboratorio se determinó el largo y peso de las mismas y el peso de los granos separados del marlo.

Resultados y discusión

Cantidad de semillas y calidad de su distribución

Conforme se incrementa la velocidad de avance se reduce el número de semillas depositadas en 2 metros lineales de surco; aunque el análisis de la varianza realizado con las medias muestra diferencias estadísticas significativas sólo entre las velocidades de 6,4, y 9,2 km/h; ello coincide con lo señalado por Bragachini et al (2) y Staggengborg (7). Obviamente no se producen diferencias originadas en el uso o no de rueda compresora.

También con incrementos de la velocidad de avance, la distribución de las semillas es más desuniforme y las diferencias son significativas. Sin embargo, en este caso la influencia de la rueda compresora es clara y marca que su uso redujo siempre el DS.

Tabla 2: media de semillas en 2 m. de surco y DS con respecto a la media en centímetros (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	N° de semillas	DS en cm.
I CR	9 ab	3,83 a
I SR	10 b	4,4 a
II CR	9,67 ab	5,14 a
II SR	9 ab	7,19 b
III CR	8,33 ab	5,33 ab
III SR	8 a	7,07 b

Si bien se detectan diferencias significativas, estas surgen entre los valores extremos. Por ello se calcularon los índices D (múltiple) M (pérdida) A (alimentación) y C (precisión). De su análisis surge que M se incrementa con mayores velocidades mientras D siempre es cero, el deterioro de A y C son casi despreciables con rueda compresora y más importante cuando no se usa ésta. Todo ello significa que efectivamente se depositan menos semillas y la distribución es más desuniforme conforme se incrementa la velocidad y no se usa rueda compresora de semillas.

Cantidad de plantas y calidad de su distribución

La emergencia ocurrió de manera rápida y pareja, ello surge de comparar el número de plantas logradas a los 5, 10 y 19 desde la siembra. Si bien se logran menos plantas conforme se siembra a más velocidad las diferencias no resultan significativas, aunque la tendencia es muy clara.

Tabla 3: plantas logradas en 2 m. de surco y DS en centímetros (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	5 días	10 días		19 días	
		Plantas	DS	Plantas	DS
I CR	8,33 a	8,33 a	7,47 ab	8,33 a	6,59 ab
I SR	8,33 a	8,33 a	4,72 a	8,33 a	4,81 a
II CR	8,33 a	8,33 a	8,42 ab	8,33 a	9,35 ab
II SR	8,00 a	8,00 a	9,16 ab	8,00 a	9,57 ab
III CR	7,67 a	7,67 a	8,20 ab	7,67 a	8,42 ab
III SR	7,33 a	7,33 a	15,97 b	7,33 a	15,64 b

Si se analiza la calidad de la distribución de las plantas logradas a los 10 y 19 días se observa una situación similar a la calidad de distribución de las semillas. Vale decir que conforme se incrementa la velocidad y en los casos que no se usa rueda compresora de semillas la calidad se deteriora.

Las variaciones en la distribución de semillas y plantas pueden asociarse al desempeño de la sembradora el cual es cada vez más ineficiente a medida que la velocidad aumenta. La placa de distribución gira a más velocidad y se produce una carga incompleta de los orificios, se afecta la adherencia de la rueda motriz con el suelo y los órganos contactadores no interaccionan con la semilla como es debido. Sin la rueda compresora el depósito de la semilla en el fondo del surco es libre y al azar, la rueda le confiere a la semilla una posición fija que asegura el íntimo contacto de la misma con el suelo y evita que las ruedas tapadoras muevan la semilla al pasar sobre la misma.

Profundidad de siembra

Conforme la velocidad de avance es mayor, la profundidad media a la que se depositan las semillas tiende a ser más superficial, mientras la mayor profundidad se logra con rueda compresora y la velocidad menor. Cuando se analiza la dispersión respecto de ese valor medio (DS) tiende a ser mayor cuando se siembra a mayor velocidad. Ello probablemente se origine en la menor capacidad de penetración de la cuchilla tipo "Bubble" cuyo diseño requiere una sembradora pesada.

Tabla 4: profundidad promedio de siembra y DS en centímetros (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	14 días desde la siembra	
	Profundidad	DS
I CR	5,93 c	0,51
I SR	5,87 c	0,39
II CR	5,00 a	0,61
II SR	5,88 c	0,43
III CR	5,20 ab	0,63
III SR	5,52 bc	0,75

A lo que se añade que el sistema limitador de profundidad conformado por ruedas de caucho adosadas a los discos abre surcos, no copia bien las irregularidades del terreno a la mayor velocidad.

Plantas, espigas y rinde registrados a cosecha

Se observa la misma tendencia que para el caso de plantas logradas a los 19 días desde la siembra, aunque con mayor consistencia; vale decir que a mayor velocidad se logra una población menor de plantas.

Cuando se analiza el número de espigas por planta en el momento de la cosecha no se observan diferencias, salvo para el caso de mayor velocidad y sin rueda compresora (III SR). En este caso en particular se observó el menor stand de plantas logrado, con el DS mayor (tabla 3) y la mayor dispersión en la profundidad a la que fueron depositadas las semillas. Ello resultó en competencia entre plantas y diferencia en el peso de sus espigas, lo que coincide con lo medido por Gargicevich (4).

Tabla 5: plantas, número y características de las espigas en el momento de la cosecha (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	N° de plantas	Espigas			Rinde (g/2m)
		Por planta	Longitud (cm)	Peso (g)	
I CR	8,33 ab	1,04 ab	16,35 a	150,16 a	1251 a
I SR	8,67 b	1,04 ab	16,91 ab	157,31 a	1364 a
II CR	8,33 ab	1,00 ab	16,89 ab	152,26 a	1268 a
II SR	8,00 ab	0,92 a	16,71 ab	161,90 a	1295 a
III CR	6,67 a	1,05 ab	17,57 b	165,84 a	1106 b
III SR	7,33 ab	1,09 b	16,06 a	144,60 a	1060 b

Mientras que el peso de los granos y la longitud de esas espigas tienden a crecer conforme el número de plantas es menor o dicho de otra manera cuando se sembró a mayor velocidad. En relación al peso del maíz cosechado en 2 m. de surco fue mayor conforme el stand de plantas a cosecha también lo fue y la calidad de distribución expresaba un DS menor a 10 cm.

Ambos parámetros, calidad de distribución y cantidad de plantas logradas, resultaron en mermas de rinde con diferencias estadísticas del 15 %, es decir de 1390 kg para una producción de 9260 kg por hectárea. Cuando se relaciona las plantas logradas al momento de la cosecha con el peso del maíz cosechado en 2 m. de surco se obtiene una correlación muy definida (gráfico 1).

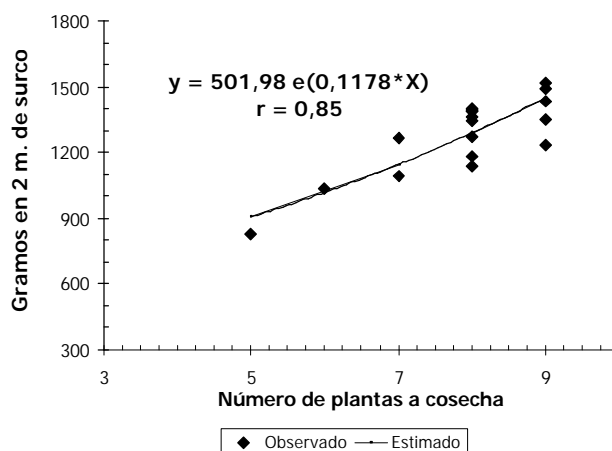


Gráfico 1: plantas cosechadas y rendimiento (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

A medida que se aumentó la velocidad de avance aparecieron más plantas con dos espigas y el tamaño fue más desuniforme (figura 1).



Figura 2: plantas y sus mazorcas obtenidas con alta (izquierda) y baja (derecha) velocidad de avance (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

A pesar de ello, no ha sido posible discriminar con claridad que parámetro tuvo mayor influencia sobre las diferencias de rendimiento registradas, vale decir la calidad de distribución o la población de plantas logradas a cosecha. Sin duda no se implantó la población necesaria para generar competencia entre plantas y así poder observar la magnitud del efecto de la calidad de distribución; ello coincide con Staggenborg (7).

Conclusiones del ensayo n° 1

El equipamiento y la regulación de la sembradora son aspectos fundamentales para lograr una siembra más eficiente. Trabajar con una velocidad de avance relativamente baja y emplear órganos contactadores mejora la distribución de las semillas y las plantas en la línea de siembra. Asimismo favorece la implantación a la profundidad deseada con todos los beneficios agronómicos que esto implica.

Conforme se incrementa la velocidad de avance se reduce el número de semillas sembradas y se afecta negativamente su distribución, pues la placa que distribuye la semilla gira a mayor velocidad y se produce una carga incompleta de sus orificios. A ello se suma que la rueda motriz que transmite movimiento a los dosificadores pierde adherencia y las semillas impactan con mayor velocidad sobre el fondo del surco.

Estación Experimental Agropecuaria Salta

La rueda contactadora de semillas mejora muy claramente la uniformidad de distribución pues le confiere a las semillas una posición fija sobre el fondo del surco y evita que las ruedas tapadoras las muevan al pasar sobre ellas.

Tanto la velocidad de avance como el uso de rueda contactadora de semillas influyen de idéntica manera sobre la población de plantas logradas y su calidad de distribución. Como consecuencia más plantas y mejor distribuidas impactan positivamente sobre rendimiento de maíz.

Una distribución desuniforme afecta negativamente el rendimiento dado que aparecen plantas sin espigas y plantas con dos espigas pequeñas y de peso reducido. Este último constituye un aspecto indeseable al momento de efectuar la cosecha, donde se requieren plantas lo más uniforme posible portadoras de una sola espiga para maximizar el rendimiento y permitir el correcto desempeño del cabezal maicero.

El empleo de otros estimadores estadísticos, además de la media y el DS, resultan muy útiles para analizar los resultados y deducir conclusiones.

Recomendación para el próximo ensayo

Convendría ensayar con otros dispositivos encargados de contactar la semilla con el suelo y su efecto sobre la calidad de distribución y la población lograda.

Ensayo n° 2

Material y Método

En el establecimiento "Yaguani" ubicado en la localidad de Ballivián, departamento de San Martín, se condujo un ensayo entre el 12 de marzo y el 04 de junio de 2007.

Se utilizó una sembradora marca AGROMETAL modelo TX de 12 cuerpos espaciados a 70 cm. Cada uno de ellos presentaba el siguiente equipamiento: órgano dosificador de semillas mecánico con placa horizontal de 32 orificios de 16 mm., caño de bajada de sección rectangular y perfil recto de 4 cm. y 40 cm. de longitud, discos plantadores de 38 cm. de diámetro, ruedas limitadoras de profundidad con llanta metálica y banda de rodadura de caucho de 38 cm. de diámetro y 12 cm. de ancho, ruedas para contactar la semilla de 15 cm. de diámetro construidas con chapa y con teflón, las ruedas tapadoras de 30 cm. de diámetro incluían una banda de goma y discos dentados de 38 cm. de diámetro.



Figura 3: sembradora utilizada en el segundo ensayo (De Simone y Godoy, Salta 2008)

Los 4 cuerpos ubicados a la izquierda mantuvieron funcionales sus correspondientes ruedas compresoras de semilla (2 eran metálicas y 2 de teflón) en los 4 cuerpos ubicados sobre el centro de la sembradora éstas fueron desmontadas y en los 4 cuerpos restantes ubicados sobre la derecha se montaron lengüetas plásticas o "cola de castor". Esta variante en el equipamiento y 3 velocidades de avance (6.2, 8.2 y 10.2 km/h) definieron 9 tratamientos que fueron repetidos 3 veces en el lote con un arreglo completamente aleatorizado. Las parcelas experimentales tenían un ancho de 2,8 m. (4 surcos espaciados a 70 cm.) y una longitud de 100 m. para así

totalizar 280 m² cada una. Las observaciones se realizaron sobre los 2 surcos centrales de cada parcela y las 2 líneas ubicadas a ambos lados sirvieron de bordura.

Tabla 6: cuadro de tratamientos (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Con "cola de castor"			Con rueda compresora			Sin órgano de contacto		
	6,2 km/h	8,2 km/h	10,2 km/h	6,2 km/h	8,2 km/h	10,2 km/h	6,2 km/h	8,2 km/h	10,2 km/h
I Colita	X								
II Colita		X							
III Colita			X						
I CR				X					
II CR					X				
III CR						X			
I SR							X		
II SR								X	
III SR									X

La siembra se practicó con poroto tipo comercial blanco grande variedad "Alubia Cerrillos" INTA con 85 % de poder germinativo y se reguló la sembradora para ubicar 19 semillas por metro lineal de surco.

En el momento de la siembra se descubrió, en cada parcela experimental, las semillas ubicadas en 2 metros de la línea de siembra y se midió la distancia entre ellas. A los 22 días también se registró la profundidad de siembra y para ello se seleccionó en cada parcela otro segmento de 2 metros de donde se arrancaron las plantas para así medir la longitud de la raíz incluida la porción blanca de tallo hasta el cuello de la planta.

Como ambos procedimientos son destructivos, los registros posteriores se realizaron sobre otra porción de surco no disturbado. Así se midió las plantas emergidas a los 10 y 22 días de la siembra como así también la distancia (también en centímetros) que las separaba.

A fin de estudiar la dinámica de la emergencia de las plántulas y el efecto ello sobre la competencia intraespecífica, se realizó el seguimiento fenológico de las plantas asumiendo que: la aparición de los cotiledones (V 1) ocurre entre los 5 y 8 días de la siembra, de la primera hoja trifoliada cerrada (V 2) por encima de los cotiledones ocurre a partir de los 10 días de la siembra, de la primera hoja trifoliada abierta (V 3) se produce entre 11 y 15 días de la siembra y de la tercera hoja trifoliada totalmente desplegada (V 4) alrededor de los 16 a 20 días de la siembra (3).



Figura 4: profundidad de siembra y planta en V 3 (De Simone y Godoy, Salta 2008)

En el momento de la cosecha se recogieron a mano las plantas en cada parcela experimental del mismo segmento de 2 metros donde se había contabilizado el número y distancia de plantas, de esta manera se siguió las plantas hasta la cosecha y se redujo el error experimental. Cada planta se rotuló con una nomenclatura única y en el laboratorio se determinó el número de ramas reproductivas por planta, el número de vainas por rama y el número de granos por vaina (trilla manual).

Resultados y discusión

Cantidad de semillas y calidad de su distribución

La cantidad de semillas sembradas se redujo conforme la velocidad de avance de la sembradora se incrementó. En ningún caso se llegó a sembrar la densidad deseada de 19 semillas por metro ya que se lograron 17.3, 16.8 y 16.3 semillas por metro para 6.2, 8.2 y 10.2 km/h respectivamente.

El DS con respecto a la media de la separación entre semillas no refleja diferencias estadísticas. Por ello se calcularon los índices D (múltiple) M (pérdida) A (alimentación) y C (precisión). De su análisis surge que cuando se usó rueda contactadora de semilla y se incrementó la velocidad también lo hicieron D y M lo que significa que hubo más duplicaciones y saltos simultáneamente en desmedro de A, vale decir la distribución fue más desuniforme. Ello seguramente se origina en que algunas semillas son desplazadas de su ubicación original por la misma rueda con suelo húmedo adherido en su periferia, pues su textura a pesar de ser franca contiene más arcilla y limo que los suelos de los ensayos 1 y 3.

Cuando se usó lengüeta plástica o "cola de castor" y se aumentó la velocidad D se redujo, mientras M y A permanecieron con valores constantes, es decir no se deterioró la calidad de la distribución. Por último cuando no se usó órgano que contacte la semilla-suelo y se incrementó la velocidad de avance D se incrementó, M se mantuvo constante y A se redujo, dicho de otra manera se incrementaron las duplicaciones.



Figura 5: saltos y duplicaciones en la implantación (De Simone y Godoy, Salta 2008)

Cantidad de plantas y calidad de su distribución

A los 10 días luego de la siembra en todos los tratamientos había un número menor de plantas que de semillas; los retrasos en la germinación muestran diferencias estadísticas a favor del uso de lengüeta plástica con respecto al resto de las combinaciones de equipo y velocidad. Vale decir que con el uso de "colita de castor" las semillas germinaron más rápidamente. Vale destacar que mientras se usó rueda compresora los retrasos en la germinación fueron de similar magnitud a los casos en que no se usó ningún órgano que contacte la semilla con el fondo del surco.

A los 22 días desde la siembra en todos los casos se registró un número inferior de plantas que a los 10 días. Esta diferencia originada en la muerte de algunas plantas ofrece diferencias estadísticas a favor de las variantes experimentales en las que se usó lengüeta plástica pues murieron menos plantas.

Tabla 7: número de semillas y plantas por metro de surco (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Semillas	Plantas a los 10 días	% sin nacer	Plantas a los 22 días	% de pérdida	Plantas a cosecha	Falla total (%)
I Colita	16,16	15,66 b	3,1	14,5 b	10,3	15,3	5,3 a
II Colita	17	14,66 b	13,8	13,83 b	18,6	14,7	13,5 a
III Colita	15	13,66 ab	8,9	12,16 ab	18,9	14	6,7 a
I CR	16	9,5 a	40,6	9,5 a	40,6	9	43,8 b
II CR	17,5	12,66 ab	27,7	11 ab	37,1	11	37,1 b
III CR	15,83	12,83 ab	19,0	11,5 ab	27,4	12	24,2 b
I SR	17,33	12,5 ab	27,9	11,66 ab	32,7	14	19,2 ab
II SR	16,65	12,16 ab	27,0	10 a	39,9	8	52,0 c
III SR	16,83	13,66 ab	18,8	11,5 ab	31,7	10,7	36,4 b

Si este análisis se sostiene hasta el final del ciclo del cultivo, se observa que luego de los 22 días desde la siembra y hasta el momento de la cosecha en algunos casos nacieron algunas plantas más. Así puede calcularse la proporción de falla total, es decir las semillas que no germinaron más las plántulas que murieron; también se observan diferencias estadísticas a favor del uso de la lengüeta plástica con muy baja proporción de fallas. Vale decir que la "colita de castor" asegura el nacimiento y sobre vivencia de las semillas ubicadas en posiciones límite o desfavorables y permiten lograr poblaciones de plantas más altas.

El DS con respecto a la media de separación entre plantas a los 10 y 22 días fue menor en los casos que se empleó la colita de castor como órgano de contacto y su valor se incrementó conforme lo hizo la velocidad de avance.

Estos datos deben analizarse conjuntamente con las plantas logradas; si se considera que siempre se obtuvo una mayor población con el uso de lengüeta plástica resulta aún más claro que con este dispositivo se obtuvo la mejor calidad de distribución.

Tabla 8: DS de la separación entre plantas (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Desvío Standard a los 10 días	Desvío Standard a los 22 días
I Colita	6,23 a	6,27 a
II Colita	6,25 a	6,72 a
III Colita	6,83 a	6,88 a
I CR	9,73 b	9,05 bc
II CR	7,59 b	8,81 bc
III CR	7,01 a	7,70 bc
I SR	7,82 b	6,89 ab
II SR	7,37 ab	9,86 c
III SR	7,12 ab	7,71 bc

Profundidad de siembra

Tabla 9: profundidad de siembra y el Desvío Standard (DS) (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Profundidad de siembra	Desvío Standard
I Colita	4,5 b	0,6 a
II Colita	4,3 ab	0,57 a
III Colita	4,28 a	0,53 a
I CR	4,66 c	0,62 a
II CR	4,69 c	0,52 a
III CR	4,63 c	0,56 a
I SR	4,66 c	0,48 a
II SR	4,95 d	0,66 a
III SR	4,53 c	0,52 a

En los casos que se empleó la lengüeta plástica las semillas quedaron más cerca de la superficie, aunque al igual que en el ensayo realizado en la finca "El Simbolar" con maíz, conforme se va más rápido tiende a quedar

en superficie. Aunque no se observó diferencias estadísticas de dispersión de la profundidad, probablemente originado en el volumen y peso de la semilla de poroto usada.

Rendimiento y sus componentes

Para realizar el análisis se integra los siguientes parámetros: número de plantas a cosecha, número de ramas por planta, número de vainas por rama y número de granos por vaina.

Los tratamientos con lengüeta plástica produjeron mayor número de ramas por metro de surco destacándose el tratamiento "I Colita" y ello es coherente con el hecho que es el que más planta logró. La misma tendencia se observa con el número de vainas por metro de surco, ya que no hubo diferencias estadísticas en el número de vainas logradas por cada planta, con excepción de los casos que se obtuvo una población menor (II SR y III SR) y cuando el nacimiento fue desperejo (I SR ver tabla 7).



Figura 6: planta con pocas vainas (izq.) y muchas vainas (der.) (De Simone y Godoy, Salta 2008)

Sin embargo, cuando se analiza el número de granos cosechados por metro de surco todos los tratamientos se emparejan a excepción de los que produjeron poblaciones muy bajas. Los tratamientos con lengüeta plástica produjeron más, seguramente como producto de haber logrado poblaciones con mayor número de plantas.

Así surgen algunos interrogantes difíciles de responder: ¿cuántas plantas se hubiesen logrado en los tratamientos sin ningún órgano de contacto si no llovía después de la siembra?; ¿las poblaciones logradas son las más adecuadas? y ¿cuál sería la densidad de siembra con sembradoras más precisas?.

Tabla 10: componentes del rendimiento (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Nº de ramas por planta	Nº de ramas por metro	Nº de vainas por planta	Plantas por metro a cosecha	Nº de vainas por metro	Nº de granos por vaina	Nº de granos por metro
I Colita	6,26 abc	45,5 b	6,78 a	15,3	103,7	2,7 abc	285,2 a
II Colita	5,53 ab	23,5 a	7,40 a	14,7	108,8	2,52 a	276,2 a
III Colita	5,38 a	32,3 ab	6,79 a	14	95,1	2,61 a	250,1 ab
I CR	6,26 abc	24,8 a	7,61 a	9	68,5	2,97 c	208,5 c
II CR	5,45 ab	27,7 ab	7,20 a	11	79,2	2,68 ab	215 bc
III CR	5,52 ab	30,5 ab	7,62 a	12	91,4	2,8 abc	259,4 ab
I SR	5,15 a	24,2 a	6,08 a	14	85,1	2,7 abc	228 bc
II SR	7,25 c	25,1 a	10,8 b	8	86,4	2,73 abc	235, bc1
III SR	7,30 c	30,8 ab	7,91 a	10,7	84,6	2,86 bc	248,5 ab

Por ejemplo para la variante "I Colita" se logró 15,3 plantas luego de sembrar 16,2 semillas por metro, mientras el rendimiento en grano se optimizó con 12 plantas por metro; tal vez al utilizar sembradoras más

precisas y correctamente equipadas se podría reducir la cantidad de semilla sembrada en más del 20 % con el ahorro que ello implica.

Conclusiones del ensayo n° 2

El DS con respecto a la media de la separación entre semillas no permite realizar un análisis claro, mientras que los índices D (múltiple) M (pérdida) A (alimentación) y C (precisión) sí permiten hacerlo y resultan una herramienta muy útil para deducir.

Cuando se usa rueda compresora de semilla y se incrementa la velocidad, la distribución de las semillas es más desuniforme con incrementos de fallas y duplicaciones; debido a que algunas semillas son desplazadas de su ubicación original por la misma rueda con suelo húmedo adherido en su periferia.

Cuando no se usa ningún órgano que contacte la semilla con el suelo y se incrementa la velocidad de avance sólo se incrementan las duplicaciones. En cambio, cuando se usa lengüeta plástica o "cola de castor" y se aumenta la velocidad no se deteriora la calidad de la distribución.

Con el uso de "colita de castor" las semillas germinan más rápidamente y la sobre vivencia de las plantas nacidas es mayor. Vale decir que la "colita de castor" es el dispositivo que mejor asegura el nacimiento y sobre vivencia de las plántulas en condiciones de suelo muy húmedo. Así se logran mayores poblaciones de plantas al final del ciclo del cultivo, con la mejor calidad de distribución aún cuando se incrementa la velocidad de avance.

El uso de lengüeta plástica, mientras se siembra a baja velocidad, permite lograr el mayor número de plantas, de ramas y vainas por unidad de superficie. Sin embargo, ello no se traduce en mayor rendimiento pues la población lograda es mayor a la necesaria. En consecuencia, germinan más semillas, sobreviven más plántulas y se logra una población más alta o de lo contrario permite reducir la cantidad de semilla sembrada.

Recomendación para el próximo ensayo

En los dos ensayos hasta aquí realizados se observaron diferencias originadas en el equipamiento de la sembradora y la velocidad de avance. A pesar que ellos representan la realidad de la zona de producción, se utilizaron sembradoras con obsolescencia técnica.

Por ello, parece recomendable continuar con los experimentos pero con el empleo de máquinas sembradoras de última generación.

Ensayo n° 3

Material y Método

En EEA Salta del INTA ubicada en la localidad de Cerrillos, departamento Cerrillos, se condujo un ensayo entre el 3 de abril y el 30 de abril de 2008.



Figura 7: sembradora utilizada en el tercer ensayo (De Simone y Godoy, Salta 2008)

Se utilizó una sembradora marca AGROMETAL modelo Mini Mega de 5 cuerpos espaciados a 52 cm. Cada uno de ellos presentaba el siguiente equipamiento: órgano dosificador de semillas neumático de succión con placa vertical de 70 orificios de 4,25 mm para el poroto negro y 40 orificios de 5,5 mm para el poroto blanco, caño de bajada de sección rectangular y perfil curvo, cuchilla circular tipo "Turbo" de 43 cm. de diámetro, ruedas limitadoras de profundidad con llanta metálica y banda de rodadura de caucho de 6,4 cm. de ancho y 38 cm. de diámetro, discos plantadores de 38 cm. de diámetro, ruedas para contactar la semilla de 15 cm. de diámetro con llanta de chapa y banda de goma, las ruedas tapadoras incluían una banda de goma trapezoidal y discos dentados de 2,5 por 33 cm.

Los 2 cuerpos ubicados a la izquierda mantuvieron funcionales sus correspondientes rueditas compresoras de semilla en el cuerpo ubicado en el centro de la sembradora ésta fue desmontada y en los 2 cuerpos restantes ubicados sobre la derecha se montaron lengüetas plásticas o "cola de castor". Esta variante en el equipamiento, 3 velocidades de avance (6, 8 y 10 km/h) y dos densidades definieron 18 tratamientos, que fueron repetidos 3 veces en el lote con un arreglo completamente aleatorizado para cada tipo comercial de poroto (blanco y negro). Las parcelas experimentales tenían una longitud de 200 m. Las observaciones se realizaron sobre los surcos centrales de cada parcela.



Figura 8: registro de la uniformidad de distribución (De Simone y Godoy, Salta 2008)

La siembra se practicó con poroto tipo comercial blanco grande variedad "Paloma" INTA con 90 % de poder germinativo y con poroto tipo comercial negro pequeño variedad "Azabache" INTA y se reguló la sembradora para ubicar 10 y 13 semillas para el poroto blanco y 12 y 16 semillas por metro lineal de surco para el poroto negro.

En el momento de la siembra se descubrió, en cada parcela experimental, las semillas ubicadas en 2 metros de la línea de siembra y se midió la distancia entre ellas. A los 21 días también se registró la profundidad de siembra y para ello se seleccionó en cada parcela otro segmento de 2 metros de donde se arrancaron las plantas para así medir la longitud de la raíz incluida la porción blanca de tallo hasta el cuello de la planta.

Como ambos procedimientos son destructivos, los registros posteriores se realizaron sobre otra porción de surco no disturbado. Así se midió las plantas emergidas a los 12 y 21 días de la siembra como así también la distancia (también en centímetros) que las separaba.

Resultados y discusión

Cantidad de semillas y calidad de su distribución – Poroto negro

La cantidad de semillas sembradas, en ambas densidades, no fue afectada por la velocidad de avance (ver tabla 11).

Del análisis de los índices D (múltiple) M (pérdida) A (alimentación) y C (precisión) surge que a 6 y 8 km/h de avance en todos los casos la calidad de distribución fue muy buena y la más alta obtenida en los 3 ensayos. Ello seguramente se debe al dosificador neumático, al diseño del caño de bajada de las semillas y a que ruedas plantadoras más estrechas transmiten menos vibraciones al caño de bajada y al dosificador.

La calidad recién se deteriora a 10 km/h de velocidad con incrementos de D y mientras M se mantiene constante; vale decir se incrementaron las duplicaciones como sucedió en el 2° ensayo. Ello se debería al rebote inevitable entre las semillas dentro del caño de bajada; que en algunos casos se descargan 44 semillas por segundo.

No obstante ello, la mejor calidad siempre se logró al usar lengüeta plástica con valores de A superiores al 0,50 nunca alcanzados en los otros 2 ensayos.

Cantidad de semillas y calidad de su distribución – Poroto blanco

La cantidad de semillas sembradas a la densidad más baja no fue afectada por la velocidad de avance. Sólo cuando se reguló la sembradora a 13 semillas por metro lineal, se registraron reducciones significativas del 15 al 20% cuando se sembró a 10 km/h (ver tabla 12).

La calidad de distribución con este poroto siempre resultó inferior a la lograda con poroto negro. Con aumentos de la velocidad también predomina un deterioro del índice alimentación (A) que deriva en valores constantes de M y aumentos de D, vale decir en este caso también se incrementan las duplicaciones.

La menor calidad de distribución obtenida con poroto blanco que con poroto negro, podría significar que el distribuidor se adapta mejor a las semillas más pequeñas que se asemejan a una esfera y al menor número de orificios de la placa.



Figura 9: distribuidor neumático con poroto negro con 70 y blanco con 40 orificios (De Simone y Godoy, Salta 2008)

Sin embargo, si se observa en la tabla 10 el deterioro de A por efecto de la velocidad es menor en poroto blanco que con poroto negro.

En este caso se repite lo observado con poroto negro en este ensayo en el 2° ensayo, la mejor calidad de distribución se logra con el uso de la lengüeta plástica.

Tabla 10: índices para la siembra de poroto negro y blanco (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Poroto Negro						Poroto Blanco					
	12 semillas/m			16 semillas/m			10 semillas/m			13 semillas/m		
	D	A	M	D	A	M	D	A	M	D	A	M
I Colita	0,24	0,52	0,24	0,25	0,60	0,14	0,34	0,42	0,24	0,32	0,46	0,22
II Colita	0,16	0,54	0,29	0,19	0,49	0,32	0,40	0,40	0,20	0,43	0,43	0,14
III Colita	0,32	0,34	0,34	0,28	0,54	0,17	0,38	0,36	0,25	0,25	0,39	0,36
I CR	0,27	0,47	0,26	0,21	0,54	0,25	0,34	0,46	0,19	0,33	0,43	0,24
II CR	0,28	0,43	0,28	0,25	0,49	0,25	0,49	0,33	0,17	0,28	0,51	0,20
III CR	0,34	0,37	0,28	0,20	0,53	0,27	0,43	0,33	0,23	0,27	0,50	0,23
I SR	0,29	0,42	0,29	0,22	0,60	0,18	0,37	0,40	0,23	0,47	0,31	0,22
II SR	0,18	0,58	0,24	0,18	0,63	0,18	0,38	0,35	0,25	0,27	0,51	0,21
III SR	0,29	0,48	0,23	0,27	0,49	0,24	0,46	0,32	0,21	0,40	0,40	0,20

Cantidad de plantas y calidad de su distribución – Poroto negro

Con el uso de “colita de castor” las semillas germinaron más rápidamente. La proporción de semillas sin germinar fue siempre menor cuando se usó la lengüeta plástica y cuando se sembró a mayor velocidad, esto seguramente debido a que las semillas quedaron más cerca de la superficie (ver tabla 11).

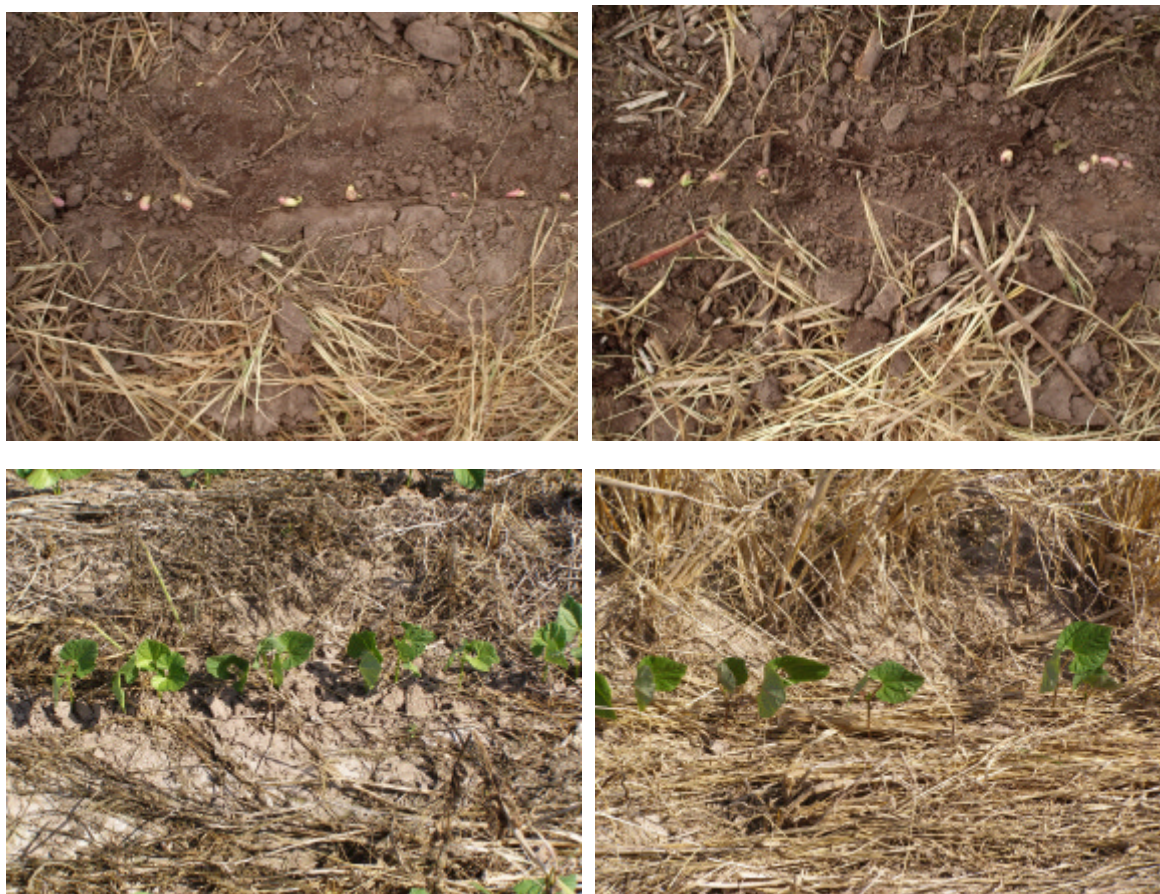


Figura 10: buena distribución (izq.) espacios sin semilla o saltos (der.) (De Simone y Godoy, Salta 2008)

Al igual que en el ensayo 2, con el uso de lengüeta plástica se logró la población de plantas más alta; mientras que cuando no se usó ningún órgano que contacte la semilla con el suelo se observó la mayor proporción de semillas sin germinar y pérdida de plántulas.

Tabla 11: número de semillas y plantas de poroto negro por metro de surco (De Simone y Godoy, Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Dosis: 12 semillas/m					Dosis: 16 semillas/m				
	Semillas	Plantas a los 12 días	% sin nacer	Plantas a los 22 días	% de pérdida	Semillas	Plantas a los 12 días	% sin nacer	Plantas a los 22 días	% de pérdida
I Colita	10,1	9,3	7,9	9,1	9,9	16	13,3	16,9	14	12,5
II Colita	9,7	8,6	11,3	9	7,2	13,8	13,3	3,6	13,5	2,2
III Colita	9,8	9,7	1	9,8	0	14	12,8	8,6	13,5	3,6
I CR	10,8	7,8	27,8	9	16,7	14,6	13,3	8,9	12,8	12,3
II CR	10,5	9,1	13,3	8,6	18,1	15,5	13	16,1	12,1	21,9
III CR	11,1	9,1	18	8,5	23,4	14,3	12,3	16,9	12,6	11,9
I SR	10,8	9,3	13,9	9,5	12	15,1	13	13,9	11,5	23,8
II SR	9,7	8,3	14,4	9,1	6,2	14,1	12,3	12,8	12	14,9
III SR	11,5	9,3	19,1	8,8	23,5	13	11,6	10,8	11,5	11,5

Cantidad de plantas y calidad de su distribución – Poroto blanco

A los 10 días luego de la siembra en todos los tratamientos había un número menor de plantas que de semillas; en este ensayo los retrasos en la germinación muestran también diferencias a favor del uso de lengüeta plástica con respecto al resto de las combinaciones de equipo y velocidad. Vale decir que con el uso de "colita de castor" las semillas germinaron más rápidamente

A los 22 días desde la siembra, en contraposición a lo registrado en el ensayo 2, en todos los casos se registró un número mayor de plantas que a los 10 días. La proporción de semillas sin germinar fue siempre menor cuando se usó la lengüeta plástica y cuando se sembró a mayor velocidad, seguramente debido a que las semillas quedaron más cerca de la superficie (ver tabla 13).

Al igual que en el ensayo 2, con el uso de lengüeta plástica se logró la población de plantas más alta; mientras que cuando no se usó ningún órgano que contacte la semilla con el suelo se observó la mayor proporción de semillas sin germinar.

El valor del índice A que mide la proporción de plantas logradas a la separación teórica, siempre fue más alto cuando se usó lengüeta plástica y no se deterioró con incrementos de la velocidad. Ello refleja la capacidad de la sembradora para lograr una excelente calidad de plantación en todas las velocidades ensayadas.

Tabla 12: semillas y plantas de poroto blanco por metro de surco (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Dosis: 10 semillas/m					Dosis: 13 semillas/m				
	Semillas	Plantas a los 12 días	% sin nacer	Plantas a los 22 días	% de pérdida	Semillas	Plantas a los 12 días	% sin nacer	Plantas a los 22 días	% de pérdida
I Colita	9,5 a	8,9	6,3	9	5,3 a	12,2 a	11,2	8,2	11,7	4,1 a
II Colita	10,5 a	9,3	11,4	9,4	10,5 a	12,2 a	11,2	8,2	11,4	6,5 a
III Colita	9,9 a	9,5	4	9,9	0 a	9,9 b	8,5	14,2	9,8	1 a
I CR	10,2 a	9	11,8	9,2	9,8 a	12,2 a	11	9,8	9,5	22 b
II CR	10 a	8,5	15	8,9	11 ab	12,5 a	10,5	16	11,4	8,8 ab
III CR	9,2 a	9,2	0	9,2	0 a	10,7 b	10,5	1,9	10,9	0 a
I SR	10,2 a	8,4	17,6	8,9	12,7 ab	13,2 a	11,4	13,6	11,5	12,9 b
II SR	9,6 a	8,9	7,3	8,9	7,3 a	11,5 a	10,4	9,6	10	13 b
III SR	9,7 a	7,7	20,6	7,7	20,6 c	10,5 b	8,4	20	8,5	19 b

Profundidad de siembra – Poroto negro y poroto blanco

No se observan diferencias en la profundidad de siembra originadas en los diferentes órganos para contactar la semilla con el suelo. Ello significa que el tren de siembra funciona estable debido, entre otras causas, a ruedas plantadoras más estrechas y por tratarse de una sembradora pesada.

Recién a 10 km/h de velocidad se observó en todos los tratamientos que las semillas quedaron más cerca de la superficie. Sin embargo, en este ensayo éste efecto tuvo menor magnitud que el observado en ensayo 2.

Tabla 13: profundidad de siembra en centímetros (De Simone y Godoy. Salta, octubre 2008)

Denominación de tratamiento	Poroto Negro		Poroto Blanco	
	Dosis: 12 semillas/m	Dosis: 16 semillas/m	Dosis: 10,5 semillas/m	Dosis: 13,5 semillas/m
I Colita	3,11 ab	3,82 ab	3,49 b	4,04 ab
II Colita	3,32 ab	4,30 bcd	3,09 b	3,75 ab
III Colita	2,74 a	3,59 a	2,37 a	3,57 a
I CR	3,56 b	4,51 d	3,37 b	3,76 ab
II CR	3,15 ab	3,84 ab	3,08 b	3,83 ab
III CR	3,07 ab	3,59 a	2,91 ab	3,62 a
I SR	3,17 ab	4,39 cd	3,34 b	4,19 b
II SR	3,28 ab	3,90 abc	3,48 b	3,54 a
III SR	3,65 b	3,41 a	2,98 ab	3,40 a

Conclusiones del ensayo n° 3

El tren de siembra funciona estable pues se comunica a las ruedas limitadoras de profundidad la presión adecuada. Ello permite ubicar las semillas a una profundidad constante y sólo cuando la velocidad fue muy alta las semillas quedan más cerca de la superficie.

El dosificador neumático, el diseño del caño de bajada de las semillas y las ruedas limitadoras de profundidad más estrechas, permiten lograr una calidad de distribución de las semillas muy buena que, se deteriora recién a alta velocidad con incrementos de las duplicaciones. La mejor calidad siempre se logra al usar lengüeta plástica con valores nunca alcanzados en los otros 2 ensayos.

El dosificador neumático se adapta mejor a las semillas más pequeñas y que se asemejan a una esfera, como es el caso del poroto negro.

Cuando se usa lengüeta plástica como órgano que contacta la semilla con el suelo la germinación es más rápido y parejo; además se logra la población más alta y mejor distribuida. La cantidad de plantas logradas y la calidad de distribución sólo son afectadas cuando la velocidad de avance es muy alta.

Conclusiones de los 3 ensayos

El equipamiento y la regulación de la sembradora son aspectos fundamentales para lograr una siembra más eficiente. Trabajar con una velocidad de avance relativamente baja y emplear órganos contactadores mejora la distribución de las semillas y de las plantas en la línea de siembra.

La velocidad de avance y los dispositivos que contactan la semilla con el suelo, influyen sobre la población de plantas logradas y su calidad de distribución. Como consecuencia más plantas y mejor distribuidas impactan positivamente sobre rendimiento de maíz. Una distribución desuniforme afecta negativamente el rendimiento, pues aparecen plantas sin espigas y plantas con dos espigas pequeñas y de peso reducido. Este último constituye un aspecto indeseable al momento de efectuar la cosecha, donde se requieren plantas lo más uniforme posible portadoras de una sola espiga a fin de maximizar el rendimiento y contribuir al correcto desempeño del cabezal maicero.

Cuando no se usa ningún órgano que contacte la semilla con el suelo crece la proporción de semillas que no germinan y de plántulas que no sobreviven luego de germinar. Además, si se incrementa la velocidad de avance sólo se producen más duplicaciones.

La rueda contactadora de semillas mejora la uniformidad de distribución pues le confiere a las semillas una posición fija sobre el fondo del surco y evita que las ruedas tapadoras las muevan al pasar sobre ellas. Sin embargo, cuando se incrementa la velocidad se incrementan las fallas y las duplicaciones, debido a que algunas semillas son desplazadas de su ubicación original por la misma rueda con suelo húmedo adherido en su periferia.

Cuando se usa lengüeta plástica como órgano que contacta la semilla con el suelo, la germinación es más rápido y parejo y la sobre vivencia de las plantas nacidas es mayor. Es decir se logra la población más alta, mejor distribuida y de nacimiento más rápido.

En sembradoras con peso insuficiente conforme se incrementa la velocidad de avance, la rueda motriz que transmite movimiento a los dosificadores pierde adherencia. También ocurre que la placa del dosificador mecánico gira a mayor velocidad, se produce una carga incompleta de sus orificios, las semillas son expulsadas de la placa con mayor fuerza centrípeta ($a_c = R \cdot \omega^2$) y rebotan dentro del caño de bajada. Ambas causas, se suman para reducir el número de semillas sembradas y afectar negativamente su distribución.

Estas sembradoras con peso insuficiente con ruedas plantadoras anchas, caños de bajada rectos y dosificadores mecánicos ofrecerán una calidad aceptable de implantación, solamente si son operadas a baja velocidad y equipadas con "lengüeta plástica".

En cambio, cuando la sembradora cuenta con el peso suficiente, el tren de siembra funciona estable y ubica las semillas a una profundidad constante; sólo a muy alta velocidad tienden a quedar más cerca de la superficie.

El dosificador neumático, el diseño del caño de bajada de las semillas y las ruedas limitadoras de profundidad más estrechas, permiten lograr una calidad de distribución de la semillas muy buena que, incrementa las duplicaciones recién cuando se combina muy alta velocidad de avance con alta densidad de siembra.

Con equipos modernos de siembra de fabricación nacional equipados con "lengüeta plástica" y con peso suficiente, se puede incrementar la velocidad de avance y en consecuencia la capacidad operativa. Otra ventaja deriva de sembrar menos semilla y lograr una calidad muy aceptable de implantación, resultado esto de una mayor cantidad de plantas logradas con buena calidad de distribución.

El empleo de los índices D (múltiple) M (pérdida) A (alimentación) y C (precisión), además de la media y el DS, permite realizar un análisis más completo de la implantación de un cultivo y resultan una herramienta muy útil para deducir.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo brindado por productores, profesionales y empresas a quienes los autores expresan su más amplio agradecimiento:

Sr Alberto Cañizares e Ing. Agr. Omar Palermo de la "Finca El Simbolar"
Ing. Agr. Enrique Oglio y el Sr Luis Álvarez de la "Finca Yaguani"
Ings. Juan Porello y Juan Raggio de la empresa "Agrometal"
Ings Fernando Cornejo y Gustavo Rovaletti del concesionario Agrometal en Salta.
Sr. Sergio Feroselles de la localidad de "La Merced" en Salta.
Ing Agr. Federico Mónico de la AER J.V.González del INTA
Agr. Gregorio Viñabal de la EEA Salta del INTA.
Empresa AGROMETAL

Bibliografía

- (1) Bragachini, M.A. et al (2007) Ensayo de Uniformidad de Siembra en Soja. 7° Curso Internacional de Agricultura de Precisión – pp. 264-270 – EEA Manfredi - Ediciones INTA.
- (2) Bragachini, M.A. et al (2007) Siembra de maíz a diferentes velocidades – Evaluación de la densidad y uniformidad de siembra – EEA Manfredi – 17 pp. – Proyecto Agricultura de Precisión – www.agriculturadeprecision.org
- (3) De Simone, M.E. y V.N. Failde de Calvo (2002) El cultivo de Poroto en la República Argentina – pp. 27 a 29 - Ediciones INTA.
- (4) Gargicevich, A.L. et al (2006) Efecto de la dispersión en el espaciamiento entre plantas sobre el rendimiento del maíz –1° curso de mecanización agrícola para técnicos de Venezuela – EEA Manfredi - pp. 31 a 34.
- (5) Kachman, S.D. y J.A. Smith (1995) Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using seed metering – Trans of the ASAE 38 (2): 379-387.
- (6) Maroni, J. et al (2006) ¿Es posible que la emergencia de las plantas de maíz sea rápida y uniforme? –1° curso de mecanización agrícola para técnicos de Venezuela – EEA Manfredi - pp 26 a 30.
- (7) Staggenborg, S.A.: Taylor, R.K. y L.D. Maddux (2004) Effect of planter speed and seed firmers on corn stand establishment – Trans of the ASAE 20(5): 573-580.