

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DOSIFICADOR NEUMÁTICO POR DEPRESIÓN

Parte II: Ensayo con semilla de girasol

D'AMICO, Juan⁰; Sebastián DURO⁽¹⁾; Diego PAREDES⁽¹⁾; Marcos ROBA⁽¹⁾; Angel ROMITO⁽¹⁾;
Leonardo VENTURELLI⁽¹⁾, Omar TESOURO⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Ingeniería Rural – CIA – INTA. C.C. 25 (1712) Castelar, Buenos Aires.
E-mail: jpdamico@cni.inta.gov.ar.

RESUMEN:

El proceso de densificación en los suelos con elevado contenido de arcilla se magnifica luego de un período prolongado de agricultura sin labranza. El deterioro ocasionado se manifiesta primeramente, a través del aumento de la densidad aparente y de la resistencia a la penetración, como así también en la reducción de la permeabilidad del suelo al agua y al aire. Resulta necesario probar la eficacia de métodos de cultivo alternativos como la labranza en franjas, o medidas correctivas como el subsolado, que permitan mantener una condición física del suelo más favorable. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto sobre el suelo y el rendimiento y emergencia del cultivo de girasol de un accesorio escarificador para sembradoras de grano grueso sobre un argiudol vértico ante diferentes condiciones de suelo.

Las condiciones de suelo se generaron a través de dos subtratamientos: Cincelado + Tránsito aleatorio y Sin cincelado ni transitar. Se evaluaron los cambios en la densidad aparente, la humedad gravimétrica, la resistencia a la penetración y en la emergencia del cultivo, al contrastar los surcos escarificados versus los entresurcos sin escarificar y versus Siembra Directa. El escarificador ejerció un efecto diferencial sobre la densidad aparente, la RP y la Humedad gravimétrica, en función de la condición de suelo y de la profundidad considerada. Los citados parámetros respondieron positiva y significativamente al tratamiento. No hubo respuesta significativa de la emergencia del cultivo ante los tratamientos ni los subtratamientos.. El escaso contenido de humedad al momento de realizar el ensayo determinó una profunda acción del cincelado sobre el perfil, y una escasa influencia del tránsito aleatorio aplicado posteriormente, solo perceptible en superficie.

Palabras claves: Compactación de suelo, escarificadores, densidad del suelo.

Introducción

El incremento del rendimiento de los cultivos logrado por la agricultura moderna es producto de una evolución conjunta de las prácticas de manejo, de la aplicación de agroquímicos y de la genética utilizada. No obstante, los altos costos de producción y principalmente, la mayor y creciente conciencia sobre la preservación del ambiente, presentan nuevos desafíos acerca de la utilización más eficiente de los recursos.

En este contexto, la operación de siembra tiene un papel trascendental que no sólo implica la optimización de la semilla como un insumo, sino que conlleva al logro de un stand de plantas planificado, distribuido uniformemente y con un estado de desarrollo homogéneo que tendrá influencia decisiva en la expresión del potencial de rendimiento y en la minimización de problemas al momento de realizar otras labores.

La optimización del espacio disponible para cada planta incrementa el rendimiento del cultivo por la minimización de la competencia intraespecífica por luz, agua y nutrientes, y está principalmente relacionada con el sistema dosificador de semillas (Griepentrog 1998).

Según Bragachini *et al.* (2002) la variabilidad en la distribución de las plantas puede ser causada por una distribución desuniforme debida al funcionamiento defectuoso de la sembradora, a una excesiva velocidad de siembra y/o a una mala emergencia o establecimiento de las plántulas.

La correcta dosificación en términos de densidad de siembra y de uniformidad de distribución de la semilla en la línea de siembra ha sido el principal motor de los cambios producidos a lo largo del tiempo en los sistemas dosificadores. Los más antiguos y aún hoy

muy difundidos en nuestro país, como los de placa horizontal, encuentran ciertas dificultades para trabajar con semilla de tamaño y forma desuniforme constituyendo un problema recurrente la elección de la placa adecuada, aún para semillas calibradas correctamente. Tesouro *et al.* (2004) establecieron que para la siembra de girasol, la caracterización del largo, ancho y espesor del alvéolo explican el comportamiento del dosificador y que solo una de las dimensiones en exceso o en defecto afecta las características de la siembra, aunque las otras dos se encuentren en el óptimo. Estos autores también determinaron que las dimensiones óptimas del alveolo varían de acuerdo a la velocidad de giro de la placa.

Luego de revisar trece trabajos realizados en Brasil referidos a de las prestaciones de dosificadores, Rei y Alonço (2001) concluyen que el desempeño de los dosificadores polivalentes resulta superior al de los monovalentes por las limitaciones que tienen debido a su elevado índice de fallas y múltiples como así también por el daño provocado a la semilla. Maroni *et al.* (2001), demostraron que el uso de dosificadores neumáticos es determinante para lograr la población de semillas programada.

No obstante las probables mejores prestaciones, estos sistemas se ven afectados por distintos factores que condicionan su efectividad. Singh *et al.* (2005) establecen que la forma del orificio, la velocidad de la placa y el nivel de vacío afectan la exactitud de la dosificación. Mientras que Armando *et al.* (2005) concluyen que en condiciones de campo, la variación de la velocidad de siembra aún dentro de un acotado rango tiene gran influencia en la modificación de los parámetros que determinan la calidad de la labor.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el rendimiento de un dosificador neumático por depresión con diferentes semillas de maíz y girasol bajo distintas condiciones operativas.

En esta segunda parte se presentan los resultados obtenidos con semilla de girasol

Materiales y métodos

La experiencia se realizó en base a la metodología descrita en la Norma ISO 7256-1 (Sowing equipment – Test Methods – Part 1: Precision drills for sowing in lines). Los ensayos se realizaron sobre el simulador funcional estático del Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar compuesto por rodillos que accionados por la toma posterior de potencia de un tractor movilizan la rueda motriz de los mandos de la sembradora y una cinta transportadora que imita el desplazamiento del suelo en relación al cuerpo de siembra, sobre la cual se adhieren las semillas entregadas por el tubo de descarga.

En este banco se montó una sembradora marca Agrometal TX equipada con un dosificador neumático por depresión marca MaterMacc modelo Magicsem y un ventilador centrifugo para generar la depresión cuyas descripciones fueron realizadas en la Parte I

Se utilizó un tubo de bajada de geometría curva y sección rectangular, que es el recomendado por el fabricante. En el ensayo con semilla de girasol se empleó una placa de 24 orificios de 3 milímetros de diámetro mientras que, la posición del enrasador, se reguló observando la correcta carga de la placa dosificadora en cada condición operativa. Únicamente para la muestra Paraíso 24 G3E se utilizó una placa adicional con similares características y con un diámetro de orificio de 2.5 mm.

Se trabajó con tres velocidades de avance: 5, 7 y 8.5 km/h y la densidad de siembra en todos los casos fue de 4.28 semillas por metro, equivalentes a una separación teórica entre semillas en el surco de 234 mm o 61103 semillas por hectárea si los surcos se encuentran distanciados a 700 mm. La velocidad tangencial de los alvéolos, para las velocidades de avance mencionadas, fueron de 0.16, 0.22 y 0.26 m/s respectivamente.

Las muestras de semilla de girasol empleadas en el ensayo correspondieron a cuatro calibres Paraíso 24 G1, Paraíso 24 G2, Paraíso 24 G3 y Paraíso 24 G3E. Las características morfológicas más importantes se indican en la tabla 1.

Análisis de la Densidad de Siembra: en base a una determinada distancia recorrida por la cinta transportadora se estableció la separación teórica a partir de la cantidad de vueltas que la placa efectúa en esa distancia y la cantidad de orificios que posee. Considerando una distancia entre líneas prefijada, que en todos los casos fue de 700 mm, se calculó la

densidad teórica de siembra. La separación media efectiva se obtuvo promediando los valores de las separaciones entre semillas consecutivas medidas en el banco de ensayos. Teniendo en cuenta la separación entre líneas mencionada se determinó la densidad de siembra efectiva para cada una de las muestras en cada una de las velocidades de trabajo. El tamaño de la muestra fue en todos los casos de 150 mediciones. Se realizaron comparaciones entre las densidades efectivas de siembra y la densidad teórica mediante pruebas de hipótesis de medias con un nivel de significación del 5%.

Tabla 1: Principales dimensiones de las semillas utilizadas en el ensayo.

Referencias: \bar{X} : promedio; STD: desvío estándar.

Muestras Maíz	Variable	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso de 1000 semillas (g)
Paraíso 24 G1	\bar{X}	10.81	6.38	4.22	60.50
	STD	1.20	0.67	0.46	
Paraíso 24 G2	\bar{X}	10.75	5.34	3.84	60.50
	STD	0.89	0.57	0.46	
Paraíso 24 G3	\bar{X}	10.21	4.45	2.98	52.95
	STD	0.86	0.47	0.34	
Paraíso 24 G3E	\bar{X}	10.54	4.81	3.69	41.15
	STD	0.76	0.32	0.37	

Análisis de la calidad del planteo: En base a la Norma ISO 7256 se tomó como distancia de referencia (X_{ref}) a la separación teórica. Las separaciones entre semillas que se ubicaron en un rango de entre $0.5 X_{ref}$ y $1.5 X_{ref}$ fueron consideradas aceptables. Como entregas múltiples fueron tomadas las que se ubicaron por debajo de $0.5 X_{ref}$ y como fallas las que superaron el valor de $1.5 X_{ref}$. Con estos datos se calcularon los índices A: porcentaje aceptables; D: porcentaje de entregas múltiples; M: porcentaje de fallas y C: Coeficiente de Variación de las separaciones consideradas como aceptables. Las comparaciones entre aceptables, fallas y entregas múltiples se realizaron mediante la prueba Q de Cochran. También se evaluó la calidad del planteo utilizando las varianzas de las muestras. A fin de determinar la existencia o no, de diferencias estadísticamente significativas se realizaron pruebas de homogeneidad de varianzas, con un nivel de significación del 5%.

Análisis del grado de rotura visible: Se tomaron muestras de la semilla embolsada (testigo) a fin de establecer la rotura inicial. Estas fueron comparadas con las obtenidas luego de que la semilla pasara por el dosificador, cuando la máquina operaba a 5 y 8.5 km/h. El porcentaje de daño surge al relacionar el peso del grano que posee un deterioro visible con el peso total de la muestra. Esta determinación no evalúa el efecto sobre el poder germinativo de la semilla. Se utilizaron pruebas de hipótesis de proporciones en el análisis estadístico de la rotura visible.

Resultados y discusión

Resultados obtenidos con la semilla de Girasol Paraíso 24 G3: A la velocidad de avance de 5 km/h la posición del enrasador fue modificada entre un mínimo de 3.75 y un máximo de 5 a intervalos de 0.25. En la tabla 2 se presentan los principales resultados. Pese a que en las seis posiciones probadas no existieron diferencias estadísticas entre las separaciones medias efectivas y la teórica, la Figura 1 indica la poca probabilidad de que con los valores

mínimos (3.75 y 4.00) y máximo (5.00) se alcance la densidad de siembra buscada. La relación entre la posición del enrasador y la separación media efectiva correspondió a una función polinómica de cuarto grado con un coeficiente de regresión de 0.92.

Tabla 2: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3 a 5 km/h con diferentes posiciones del enrasador.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significa ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Girasol Paraíso 24 G3	Posición del enrasador					
	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
Separación media efectiva (mm)	251 *	242 *	238*	237*	234*	227*
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	56994	56094	60078	60386	61038	63053
Desvío standard (mm)	116.17 ^c	70.33 ^b	46.15 ^a	51.09 ^a	46.95 ^a	71.64 ^b
A - Aceptables (%)	78.5 ^b	91.5 ^a	97.3 ^a	97.4 ^a	95.4 ^a	88.9 ^b
D - Duplicaciones (%)	8.2 ^b	3.3 ^a	1.3 ^a	0.6 ^a	1.9 ^a	7.6 ^b
C - Fallas (%)	13.3 ^b	5,2 ^a	1,3 ^a	2.0 ^a	2.7 ^a	3,5 ^a

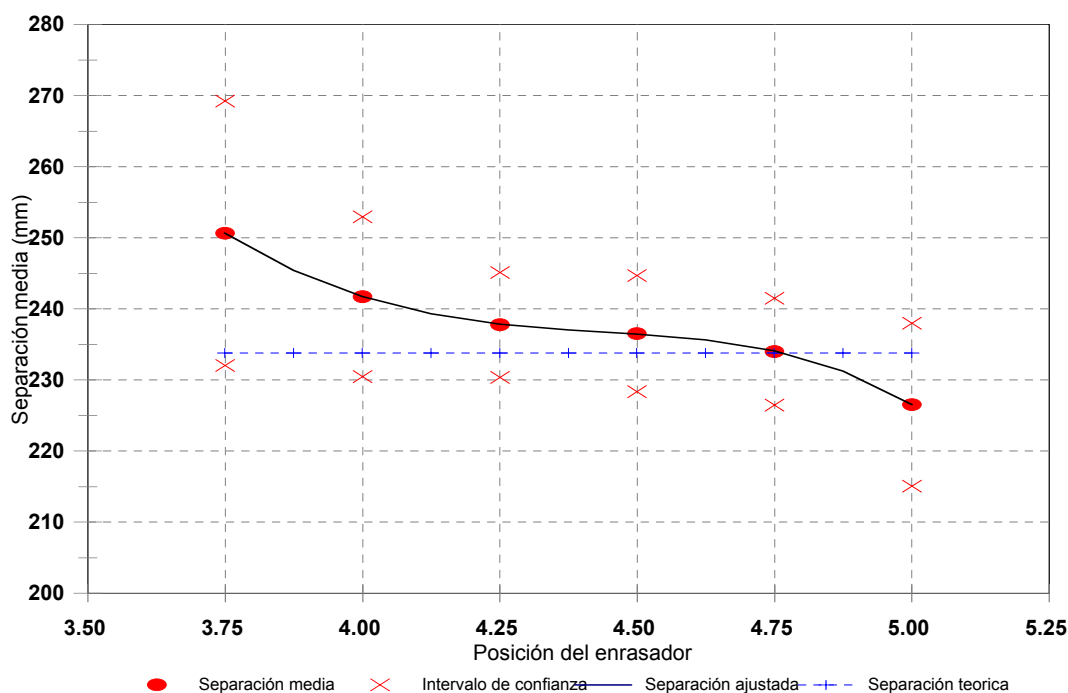


Figura 1: Separación teórica y efectivas con diferentes posiciones del enrasador. Cultivo: girasol Paraíso 24 G3 Condiciones operativas: Separación de referencia ($X_{ref} = 1$): 234 mm. Velocidad de avance: 5 km/h. Función de ajuste: polinomio de 4to grado: $998.10 X - 598.92 X^2 + 128.95 X^3 - 9.46 X^4$. $R^2 = 0.9178$.

En la tabla 2 puede observarse que la posición del enrasador tuvo una elevada influencia sobre el porcentaje de aceptables y el desvío estándar. También se evidencia que entre las posiciones 4.25 y 4.75 se alcanzaron valores de aceptables superiores al resto y que las diferencias en este parámetro así como en las fallas y en las duplicaciones alcanzaron significación estadística. Con estas posiciones de enrasador se lograron los mínimos valores de Desvío estándar lo que indica una mayor calidad de planteo.

En las figuras 2 y 3 se representa el efecto de la posición del enrasador a 7 y 8.5 km/h. Resulta evidente que la relación entre ambas variables posee una tendencia similar a la observada a 5 km/h aunque las coincidencias entre las densidades teóricas y efectivas se lograron en posiciones más altas del enrasador.

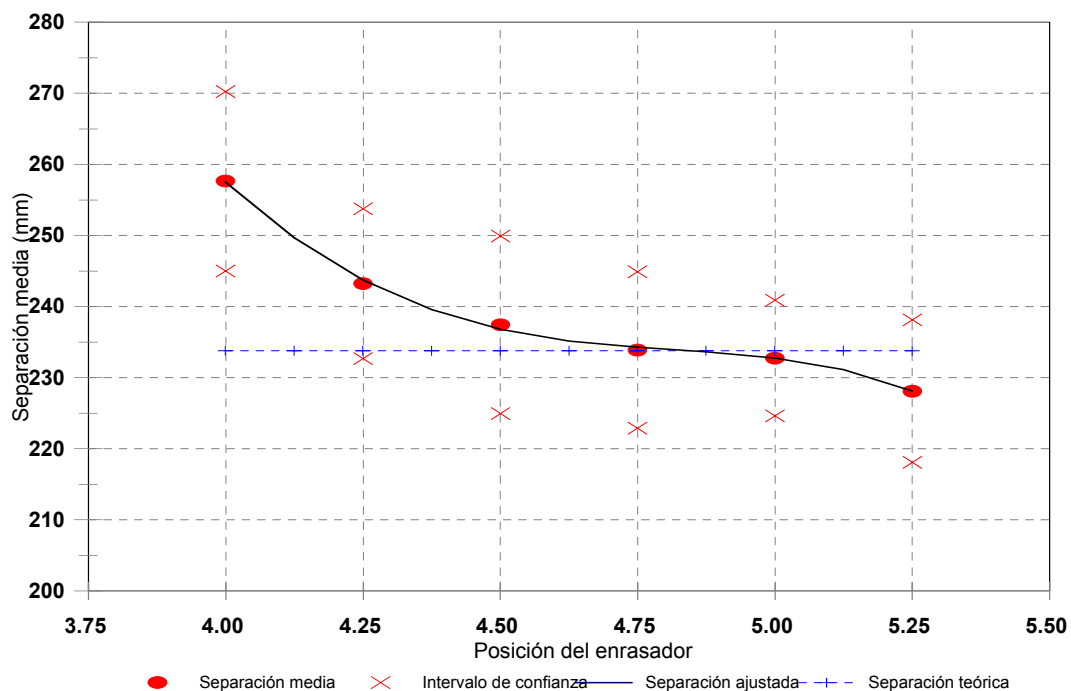


Figura 2: Separación teórica y efectivas con diferentes posiciones del enrasador. Cultivo: girasol Paraíso 24 G3 Condiciones operativas: Separación de referencia (X ref = 1): 234 mm. Velocidad de avance: 7 km/h. Función de ajuste: polinomio de 4to grado: $1207.23 X - 687.57 X^2 + 137.98 X^3 - 9.38 X^4$. $R^2= 0.9250$.

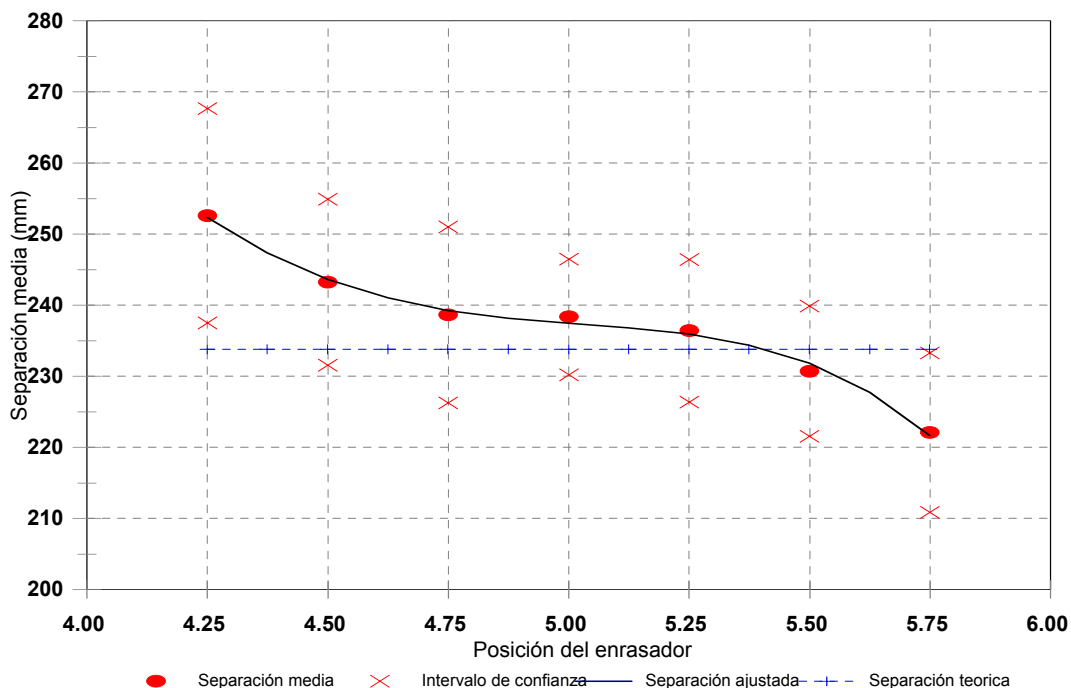


Figura 3: Separación teórica y efectivas con diferentes posiciones del enrasador. Cultivo: girasol Paraíso 24 G3 Condiciones operativas: Separación de referencia (X ref = 1): 234 mm. Velocidad de avance: 8.5 km/h. Función de ajuste: polinomio de 4to grado: $918.82 X - 488.72 X^2 + 93.027 X^3 - 6.03 X^4$. $R^2 = 0.9191$.

En función de lo precedente, se muestra a continuación los resultados obtenidos en las distintas velocidades con las posiciones del enrasador que permitieron lograr las densidades efectivas que más se aproximaron a la teórica.

Resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3: El enrasador del dosificador neumático se colocó en las posiciones 4.75; 5.00 y 5.25 para las velocidades de avance de 5, 7 y 8,5 km/h respectivamente. En la tabla 3 se muestran los principales resultados. Las diferentes posiciones permitieron una aproximación casi perfecta entre las densidades teóricas y efectivas como fuera mencionado en el apartado anterior. Sin embargo el incremento de la velocidad afectó la calidad del planteo. Pese a que en todos los casos los porcentajes de aceptables oscilaron entre el 93 y 97%, a 8.5 km/h la precisión de la distribución resultó significativamente menor que la lograda a 5 y 7 km/h lo que se evidencia a partir de los contrastes de varianzas, indicados en la fila del desvío estándar de la tabla mencionada.

Tabla 3: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significa ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Semilla Girasol Paraíso 24 G3	Velocidad de avance (km/h)		
	5	7	8.5
Separación media efectiva (mm)	234 *	233 *	236 *
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	61038	61365	60422
Desvío standard (mm)	46.95 ^a	50.77 ^a	62.8 ^b
A - Aceptables (%)	95.36 ^a	96.64 ^a	92.62 ^a

D - Duplicaciones (%)	1.99 ^a	2.01 ^a	4.03 ^a
M - Fallas (%)	2.65 ^a	1.34 ^a	3.36 ^a
C -Coeficiente de Variación (%)	14.09	17.66	18.17

Resultados obtenidos con la semilla de girasol paraíso 24 G1: El enrasador del dosificador se colocó en la posición 4.75 para la velocidad de 5 km/h y en 5.25 para las velocidades de 7 y 8.5 km/h. También con esta muestra la variación de la posición del enrasador permitió una aproximación casi exacta entre las separaciones medias efectivas y la teórica. A la menor velocidad se obtuvo el 100% de aceptables y el menor desvío estándar de todas las pruebas realizadas con girasol, mientras que a 7 y 8.5 km/h la cantidad de aceptables se mantuvo en el 97% con varianzas menores a las obtenidas a 7 km/h con la muestra anterior. El aumento de la velocidad de avance provocó un incremento de la dispersión en la ubicación de las semillas como se evidenció en los contrastes de varianzas indicados en la fila del desvío estándar de la tabla 4. Pese a ello la calidad del planteo lograda con esta muestra resultó superior a la lograda con la anterior.

Tabla 4: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G1.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significa ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Semilla Girasol Paraíso 24 G1	Velocidad de avance (km/h)		
	5	7	8.5
Separación media efectiva (mm)	235 *	233 *	234 *
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	60701	61300	61083
Desvío standard (mm)	25.3 ^a	43.3 ^b	51.1 ^b
A - Aceptables (%)	100 ^a	97.3 ^a	96.6 ^a
D - Duplicaciones (%)	0.0 ^a	2.0 ^a	2.0 ^a
M - Fallas (%)	0.0 ^a	0.7 ^a	1.4 ^a
C - Coeficiente de Variación (%)	11.2	12.6	15.4

Resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G2: El enrasador del dosificador se colocó en las posiciones 4.75; 5.00 y 5.25 en las velocidades de avance de 5, 7 y 8.5 km/h respectivamente. Como se muestra en la tabla 5 los resultados obtenidos con esta muestra resultaron similares a los alcanzados con el girasol Paraíso 24 G1. A 5 y 7 km/h los porcentajes de aceptables se ubicaron el orden del 99% y a 8.5 km/h se aproximó al 97%.

Tabla 5: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G2.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significan ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Semilla Girasol Paraíso 24 G2	Velocidad de avance (km/h)		
	5	7	8.5
Separación media (mm)	237 *	235 *	234 *
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	60198	60756	61001
Desvío standard (mm)	34.83 ^a	41.59 ^b	46.53 ^b
A - Aceptables (%)	98.67 ^a	98.67 ^a	96.64 ^a
D - Duplicaciones (%)	0.67 ^a	0.67 ^a	2.01 ^b
M - Fallas (%)	0.67 ^a	0.67 ^a	1.34 ^a
C - Coeficiente de Variación (%)	13.86	15.96	14.61

Resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3E: Al trabajar con la placa con orificios de 3 mm de diámetro se observó que, al igual que las otras muestras, el mejor comportamiento se obtuvo a la menor velocidad de trabajo. Sin embargo el rendimiento resultó inferior al logrado con los otros calibres. La cantidad de aceptables logradas a 5 km/h resultó inferior que las obtenidas a 8.5 km/h con las otras tres semillas. A 7 y 8.5 km/h se observó una disminución significativa de este valor asociada en ambos casos a un incremento de la cantidad de fallas y dobles que coexistieron en proporciones similares. La uniformidad de distribución fue también estadísticamente diferente entre la velocidad de 5 km/h y las de 7 y 8.5 km/h. Teniendo en cuenta estos resultados se ensayó la muestra en las mismas condiciones de alistamiento utilizando una placa de 2.5 mm de diámetro de alveolo. En las tablas 6, 7 y 8 se muestran los resultados obtenidos con ambas placas a 5, 7 y 8.5 km/h respectivamente.

A 5 km/h el enrasador se ubicó en 4.25 y 5 para las placas de 3 y de 2.5 mm de diámetro de alveolo respectivamente. Con la placa de menor sección de alveolo se logró un incremento en la precisión de la distribución como se evidencia en los contrastes de varianzas indicados en la fila del desvío estándar de la tabla 6. Aunque no se incrementó el porcentaje de aceptables, el aumento de las duplicaciones y la disminución de las fallas obtenidas con la placa de 2.5 mm de diámetro de alveolo se tradujo en una disminución de la separación media efectiva en 10 mm aunque esta no resultó significativamente diferente.

Tabla 6: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3E a 5 km/h con diferentes placas de siembra.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significan ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Semilla Girasol Paraíso 24 G3E	Diámetro del alveolo	
	3	2.5
Separación media efectiva (mm)	235 *	225 *
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	60906	63433
Desvío standard (mm)	75.26 ^a	61.64 ^b
A - Aceptables (%)	91.39 ^a	91.78 ^a
D - Duplicaciones (%)	3.97 ^a	5.48 ^a
M - Fallas (%)	4.64 ^a	2.74 ^a
C - Coeficiente de Variación (%)	19.45	15.21

A 7 km/h las posiciones de enrasador fueron de 4.75 y 5 para las placas de 3 y de 2.5 mm de diámetro de alveolo respectivamente. Con esta velocidad de avance también mejoró

significativamente la precisión en la entrega. El porcentaje de aceptables se incrementó de un 83 a un 91% aunque no resultó significativa la diferencia en la prueba de Cochran. La modificación de las proporciones de fallas y duplicaciones también provocó una disminución de la separación media, aunque a esta velocidad se produjo una reducción de ambas al pasar de la placa de mayor sección a la de menor.

Tabla 7: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3E a 7 km/h con diferentes placas de siembra.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significan ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Semilla Girasol Paraíso 24 G3E	Diámetro del alveolo	
	3	2.5
Separación media efectiva (mm)	232 *	226 *
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	61667	63278
Desvío standard (mm)	91.59 ^a	62.11 ^b
A - Aceptables (%)	82.99 ^a	91.03 ^a
D - Duplicaciones (%)	9.52 ^a	6.21 ^a
M - Fallas (%)	7.48 ^a	2.76 ^a
C - Coeficiente de Variación (%)	18.04	15.35

A 8.5 km/h la posición del enrasador fue de 5 para ambos diámetros de alveolo. Los resultados obtenidos con ambas placas fueron similares a los obtenidos a 7 km/h. La dispersión en el planteo se redujo significativamente al utilizar la placa de 2.5 mm de diámetro. El incremento de las aceptables también alcanzó significación estadística.

Tabla 7: Principales resultados obtenidos con la semilla de girasol Paraíso 24 G3E a 8.5 km/h con diferentes placas de siembra.

Referencias:

(*) ausencia de diferencias estadísticas entre los valores teóricos y efectivos.

(**) diferencias estadísticas significativas al 5% entre los valores teóricos y efectivos.

a: letras iguales en las filas significan ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Semilla Girasol Paraíso 24 G3E	Diámetro del alveolo	
	3	2.5
Separación media efectiva (mm)	229 *	226 *
Densidad de siembra efectiva (sem/ha)	62428	63278
Desvío standard (mm)	91.29 ^a	68.24 ^b
A - Aceptables (%)	80.82 ^a	91.16 ^b
D - Duplicaciones (%)	10.96 ^a	5.44 ^a
M - Fallas (%)	8.22 ^a	3.40 ^a
C - Coeficiente de Variación (%)	19.35	15.73

La utilización de la placa de 2.5 mm de diámetro de alveolo permitió obtener una mejora en la calidad del planteo para la muestra Paraíso 24 G3E, principalmente a 7 y 8.5 km/h. Sin embargo, la utilización de la placa de menor sección no permitió alcanzar la performance lograda con las semillas G1 y G2 con la placa de 3 mm lo que se evidencia al comparar los desvíos estándar y los porcentajes de aceptables.

Rotura visible: Los porcentajes de daño visible de las muestras de semilla tomadas de las bolsas (testigos) y del tubo de descarga (dosificador) cuando la máquina operaba a 5 y 8.5

km/h se presentan en la tabla 8. En ningún caso se obtuvieron diferencias significativas entre aquellos y éstos, lo cual indica el buen trato que le brinda el dosificador a la semilla.

TABLA 8: Porcentajes de daño visible de la semilla de maíz utilizada en el ensayo.

Referencias: Testigo: daño visible de la semilla antes del pasaje del dosificador.

Dosificador: daño visible de la semilla luego del pasaje de su pasaje por el dosificador cuando el banco de ensayos operaba a 5 y 8.5 km/h.

(ns): diferencias no significativas entre el testigo y el tratamiento correspondiente.

Grado	GIRASOL		
	Testigo (%)	Dosificador (%)	
		5 km/h	8.5 km/h
G1	11.6	11.78 ^(ns)	11.69 ^(ns)
G2	11.02	11.30 ^(ns)	11.22 ^(ns)
G3	14.68	14.69 ^(ns)	15.12 ^(ns)
G3E	15.18	14.69 ^(ns)	15.09 ^(ns)

Con las muestras G 1 y G2, se observa que un elevado porcentaje de la semilla dosificada se ubicó dentro del rango considerado como aceptable no registrándose significación estadística en las diferencias entre los resultados obtenidos a las distintas velocidades. Pese esta ausencia de significación, en todos los casos la cantidad de semilla aceptablemente sembrada se vio reducida con el incremento de la velocidad. Al comparar los valores de A, D y M no es posible encontrar una asociación entre las variaciones de unos y otros parámetros. La reducción de A con el incremento de la velocidad no resulta asociada al incremento de las fallas como ocurrió cuando se trabajó con semilla de maíz en la Parte I. Sin embargo las mayores aproximaciones de las densidades efectivas a la teórica se obtuvieron, en la mayoría de los casos, modificando el enrasador a posiciones menos agresivas a medida que se aumentó la velocidad. Las variaciones observadas en la uniformidad de siembra alcanzaron significación estadística sólo al pasar de 5 a 7 km/h. El incremento de 7 a 8.5 km/h provocó un aumento de los niveles de dispersión pero sin significancia. Con las muestras G3 y principalmente G3E las prestaciones del dosificador resultaron inferiores. La cantidad de aceptables no superó el 97% y los niveles de dispersión resultaron muy superiores a los obtenidos con las muestras G1 y G2, lo que evidencia una menor independencia del sistema a la forma de la semilla que la observada en la parte I cuando se trabajó con maíz. La reducción de la sección del alveolo ensayada con la muestra G3E no se tradujo en niveles de uniformidad de siembra comparables con los de G1 y G2 lo que revela la posible existencia de problemas ocasionados en el transporte de las semillas desde que son liberadas por el dosificador. Esta presunción también puede fundamentarse en el menor peso de las semillas de esta muestra y por consiguiente, en su mayor dificultad para lograr un tránsito adecuado.

Conclusiones

El sistema de dosificación evaluado posee un elevado nivel de eficiencia en el rango de velocidades normales aunque presenta dependencia con la morfología de la semilla de girasol empleada.

La correcta posición del enrasador depende principalmente de la velocidad tangencial de la placa de siembra y en segunda instancia, del calibre de semilla utilizado.

El deterioro de la distribución observado con el incremento de la velocidad y la morfología de la semilla podría reducirse modificando algunos parámetros que se mantuvieron constantes durante esta experiencia como el nivel de depresión y la geometría del tubo de descarga o la búsqueda de otras alternativas a las ensayadas como la forma y tamaño del alveolo.

Agradecimientos

A los Señores Jorge Cura y Mario De Marco por su permanente colaboración y asistencia durante la realización de los ensayos.

Bibliografía

ARMANDO, M.; TOURN, M. C.; ROSATTO, H. 2005. Efecto de la velocidad de avance sobre la uniformidad de distribución y emergencia de maíz. Actas del Congreso Argentino de Ingeniería Rural p: 77 – 81.

BARUT, Z. B.; ÖZMERZI, A. 2004. Effect of different operating parameters on seed holding in the single seed metering unit of a pneumatic planter. Turk Journal Agric 28 p: 435 – 441.

BRAGACHINI, M.; VON MARTINI, A.; MENDEZ, A.; PACIONI, F.; ALFARO, F. 2002. Siembra de Maíz, eficiencia de implantación y su efecto sobre la producción de grano. Tercer taller internacional de Agricultura de Precisión del Cono Sur. PROCISUR.

DOS REIS, A. V.; ALONÇO, A dos S. 2001. XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2001.

GRIEPENTROG, H. W. 1998. EurAgEng. Oslo98. paper N° 98-A-059.

MARONI, J.; GARGICEVICH, A.; GONZALEZ, C. 2001. Comportamiento de las sembradoras para maíz de la región maicera Argentina. VII Congreso Nacional de Maíz. CD-R y ACTAS, Asociación Ingenieros Agrónomos Norte de Buenos Aires

SINGH, R. C.; SINGH, G.; SARASWAT, D. C. 2005. Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseed. Biosystems Engineering 92 v 4 p: 429 – 438.

TESOURO, M. O.; DELAFOSSE, R M.; ONORATO, A. A. 2004. Análisis de la influencia del tamaño del alvéolo, en el desempeño del dosificador de fondo plano, con semilla de girasol. En www.inta.gov.ar/iir/info/documentos/siembra/girasol.pdf .