

# VARIABILIDAD DE UNA SEMBRADORA EXPERIMENTAL ALISTADA CON DOS SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN EN LA IMPLANTACIÓN DE SOJA

E.L. SOZA<sup>1\*</sup>; P.J. QUIROS<sup>1</sup>; D.W. AGNES<sup>1</sup> y N. MONTENEGRO<sup>1</sup>

Recibido: 16/09/11

Aceptado: 14/10/11

## RESUMEN

Mejorar la utilización de los recursos naturales conlleva al desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías como la siembra directa y la agricultura de precisión, fundamentadas en el manejo conservacionista del suelo y de información para determinar sitios específicos de distinta productividad o requerimientos de insumos. En este contexto, la sembradora se debe desempeñar acorde a disímiles situaciones de exigencia que pueden presentar los lotes de producción agrícola y lograr alta eficiencia de implantación, punto de partida para desembocar en un buen crecimiento y desarrollo del cultivo. Existen diversos ensayos sobre el desempeño general de las sembradoras en forma estática y dinámica, pero escasos sobre el individual de los cuerpos que la conforman. En el marco de la siembra directa e introducción de la agricultura de precisión, se formuló el presente trabajo que aporta a la evaluación de la variabilidad entre los cuerpos de una máquina sembradora experimental, al trabajar con semilla de soja. La evaluación analizó la utilización de dos sistemas de dosificación, el tratamiento otorgado a la semilla, la uniformidad del distanciamiento entre plantas, el día medio a emergencia y la eficiencia de implantación. El ensayo comprendió la realización de ocho tratamientos (2 sistemas de dosificación a la misma velocidad de avance en 4 cuerpos de la sembradora). Del estudio de las variables analizadas surgió que el sistema de dosificación y conducción monograno presentó un mejor desempeño, para las condiciones ensayadas; además se ha observado la existencia de un comportamiento diferencial entre los cuerpos que conforman la máquina; hecho evidenciado para ambos sistemas. Se concluye que el sistema de dosificación monograno presentó un mejor desempeño; la conducción afectó la distribución de semillas en los sistemas evaluados; sugiriéndose la evaluación a diferentes velocidades sobre el comportamiento de las variables analizadas.

**Palabras clave.** Siembra directa - Agricultura de precisión - Uniformidad de implantación - Día medio a emergencia - Eficiencia de implantación.

## VARIABILITY OF EXPERIMENTAL SEEDING WITH TWO SEED METERING DEVICE IN SOYBEAN IMPLANTATION

### SUMMARY

The Improvement in Natural resource's uses, leads to the development and introduction of new technologies, such as no-till and precision farming, based on soil conservation management and site-specific information, to determine the same productivity or input requirements. Inside this context, the seeder will be played according to dissimilar demanded situations that may have the agricultural production lots, and achieve high implantation efficiency starting point to lead to a good growth and crop development. There are many trials about seeders in static and dynamic performance, but a few about the planter row unit. In the context of no-till and precision farming introduction, this work was made to contribute in the evaluation of the variability between planter row units of an experimental seeder, with soybean seeds. The evaluation considered the use of two metering systems, the treatment given to the seed, the uniformity of spacing between plants, the mean emergency date and implantation efficiency. The trial consisted in the performance of eight treatments (2 seed metering device at the same speed in 4 planter's row unit). The study of the variables analyzed, turned out that the seed plate planter system and driving had the best performance seeder in the test conditions. It was also noted the existence of a differential behavior between the planters row unit, fact seen in both systems. We conclude that the seed plate planter system presented a better performance. Driving affected the seed's distribution in the systems tested, suggesting the evaluation at different speeds on the behavior of the variables analyzed.

**Key words.** No-till - Precision farming - Seed uniformity - Mean emergency date - Implantation efficiency.

<sup>1</sup> Cátedra de Maquinaria Agrícola. Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4457 – C1417DSE – Buenos Aires. Argentina.

\* ce: esoza@agro.uba.ar | \*tel: +54(011)4525-8095

## INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria tiende a la reducción del laboreo y a mantener residuos en superficie para el control de los procesos erosivos, al proporcionar una capa protectora al suelo (Erenstein, 2002), siendo la siembra directa un exponente de ello que aunada a la agricultura de precisión, son las dos tecnologías que plantean cumplir con los objetivos enunciados de la agricultura moderna, mediante la menor remoción del suelo, la disminución del tránsito de la maquinaria y el uso eficiente de los insumos agrícolas, según los requerimientos puntuales de los cultivos acorde a los diferentes sitios específicos.

La siembra directa al prescindir de las labores de labranza presenta una reducción en horas de uso del tractor lo que permite bajar los costos de producción (Chen *et al.*, 2004), pero su aplicación modifica las propiedades físicas del suelo (Tracy *et al.*, 1990; Crovetto, 1992), lo que puede interferir en la obtención de buenas condiciones de sustrato y al lugar donde es depositada la semilla (Kaspar y Erbach, 1997). La presencia de cobertura al momento de la implantación, ha sido reconocida como un factor a considerar para el logro de una alta eficiencia de implantación, reportando Wilhelm *et al.* (1986) una correlación lineal inversa entre rendimientos y cantidad de residuos presentes a la siembra de soja y maíz. Emanan de ello la importancia del correcto alistamiento del tren de distribución y posterior desempeño de la sembradora (Soza *et al.*, 2009) para el logro de altas velocidades de emergencia (Maroni *et al.*, 2005) ante las disímiles situaciones de suelo y cobertura vegetal sobre las que se debe transitar en siembra directa.

La agricultura de precisión sustentada en la aplicación de tecnologías y principios que permitan manejar la variabilidad espacio-temporal asociada a los aspectos de la producción agrícola (Pierce y Nowak, 1999). Su manejo constituye un factor crítico para el uso efectivo de la tecnología (Blackmore, 1996), por lo tanto conocer los componentes de la variabilidad de los sistemas agrícolas es un primer paso; al respecto Hastfield (2000) agrupa a los factores determinantes que afectan la variabilidad en tres clases: (1) natural, (2) aleatoria y (3) de manejo, dentro de ésta última se encuentra la tarea de implantación del cultivo.

Independientemente de la herramienta a aplicar en el proceso de siembra, el principal objetivo de la implantación es la colocación de la semillas a una determinada profundidad y espaciamiento dentro de la línea de siembra (Celik *et al.*, 2007). El espaciamiento entre plantas afecta el crecimiento y el rendimiento, y dicha uniformidad comienza con un espaciamiento entre semillas uniforme (Bracy y Parish, 1998).

En la siembra de precisión el dosificador tiene que colocar las semillas a una distancia predefinida en el surco (Vieira dos Reis y Forcellini, 2002), con exactitud, uniformidad (Jorgenson, 1988) y sin provocarle daños (Baraña, 1955); mientras que la distribución consiste en ubicar las semillas según una disposición determinada (Colombino *et al.*, 1988); contemplando la equidistancia y el mantenimiento de la profundidad de siembra; funciones que influyen en el logro de una determinada precisión de siembra (Vieira dos Reis y Forcellini, 2002).

Bozdogan (2008) clasifica los métodos de siembra, según el patrón de distribución horizontal como: al voleo, a chorrillo y monograno. También expresa que en siembra monograno la sembradora mecánica o neumática debe separar las semillas con precisión; y el espaciamiento teórico en la línea y entre surcos depende del requerimiento específico de cada uno de los cultivos.

En éste proceso, el factor máquina es de vital importancia, dado que es responsable en la distribución espacial de las plantas, que en términos generales afecta la producción de los cultivos (Vieira dos Reis y Forcellini, 2002).

La revisión bibliográfica presenta numerosos estudios estáticos y dinámicos del desempeño general de las sembradoras, pero escasos sobre el individual de los cuerpos que la conforman. Contar con más información resulta de gran valor para plantear nuevas estrategias de manejo en las operaciones de siembra, en el marco de la siembra directa aunada a la agricultura de precisión.

Los conceptos enunciados, justificaron la realización de éste trabajo, cuyo objetivo fue analizar la precisión individual en la implantación de una sembradora experimental, utilizando dos sistemas de dosificación, cuantificado a través del distanciamiento entre plantas y la eficiencia de implantación y la respuesta del cultivo mediante el día medio a emergencia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y caracterización zonal del ensayo

El ensayo se llevó a cabo, durante la campaña 2008-2009, en un establecimiento agropecuario ubicado en la localidad de Chacabuco a 34°34'06.02" de latitud sur y 60°20'30.15" de longitud oeste y a 67 ms.n.m. La ubicación del establecimiento en la carta de suelo es: Hoja 3560-8-3 Chacabuco, partido de Chacabuco en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. El suelo presente corresponde a la serie Chacabuco, cuya clasificación taxonómica es: Argiudol Típico, Limosa fina, mixta, térmica. (USDA-Soil Taxonomy V. 2006). Capacidad de uso: II w.

En cuanto a las condiciones climáticas presentes, durante el ciclo del cultivo se registraron 455,5 mm de precipitación, su distribución se muestra en el Cuadro 1, al igual que las temperaturas medias. El período libre de heladas se encuentra comprendido entre el 31/08 al 20/05.

La implantación se realizó el 30/10/2008 en un lote que presentaba rastrojo de maíz, cuyo rendimiento fue de 88 qq ha<sup>-1</sup>, de su evaluación se determinaron 11,95 t ha<sup>-1</sup> de rastrojo remanente al día de la siembra. En este lote se aplica la siembra directa desde hace 5 años con la siguiente rotación soja, trigo-soja y maíz.

### Materiales

Para realizar la implantación del cultivo se utilizó una sembradora Yomel Experimental compuesta por 9 cuerpos sembradores distanciados a 233 mm, el tren de distribución alistado con cuchillas turbo de 431,8 mm (17") montadas sobre timón oscilante, el abresurco compuesto por doble disco encontrado de 406,4 mm (16") y azadón, rueda compactadora de semilla de acero inoxidable de 228,6 mm (9") con raspador y doble ruedas tapadoras con banda de goma.

Para el presente ensayo la sembradora fue alistada con los siguientes sistemas de dosificación, los que fueron utilizados en forma independiente:

- rodillo de estriado interno (roldana),
- placa mecánica vertical con una hilera de orificios (Hilcor).

Para la tracción se utilizó un tractor Valmet VH 180 de 132 kW (180 HP).

La semilla implantada fue Don Mario variedad DM 3700.

Se realizaron los controles de malezas e insectos correspondientes, mediante la aplicación de productos químicos. Además se utilizaron cinta métrica y estacas para la demarcación e identificación de las parcelas y los elementos e instrumental necesarios para recolección de semillas y su análisis posterior.

El programa utilizado para el análisis de los resultados fue el InfoStat/P Versión 1.1.

### Métodos

Se realizó la implantación de soja en una única velocidad de avance de 6 km h<sup>-1</sup>, de la combinación de los dos sistemas de dosificación, placa (PL) y rodillo (R), y de la selección de cuatro cuerpos alternados (1, 2, 3 y 4) de la sembradora, se plantearon los siguientes ocho tratamientos (PL1; PL2; PL3; PL4; R1; R2; R3 y R4).

Se realizaron cuatro pasadas sucesivas del equipo sembrador (A, B, C, D) para cada tratamiento; en cada una se delimitaron cuatro unidades de muestreo de 0,5 m<sup>2</sup>, dispuestas en la dirección de avance en una zona que asegura el buen desempeño de todos los órganos activos de la sembradora; la cual se reguló para una densidad teórica de 37 semillas m<sup>-2</sup>.

El espaciamiento teórico surgió de la regulación de la sembradora para el logro de una determinada población de plantas y los conteos para su distribución en el surco se hicieron en 2,145 m lineales que equivalen a 0,5 m<sup>2</sup> considerando que la distancia de entresurco es de 233 mm.

Se analizó el poder germinativo de la semilla dosificada por los respectivos dosificadores siguiendo las Normas ISTA (2006), determinándose en qué medida la dosificación alteró la calidad de la semilla y así descartar sus efectos en los resultados obtenidos de las plantas logradas.

Cada tratamiento se evaluó mediante la uniformidad en el distanciamiento entre plantas, según la metodología

CUADRO 1. Precipitaciones mensuales (mm), acumuladas (mm) y temperaturas medias (°C) registradas durante septiembre 2008 y marzo 2009 para la localidad de Chacabuco, provincia de Buenos Aires.

	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Precipitación mensual	24,0	103,5	79,5	64,5	41,0	114,5	28,5
Precipitación acumulada	24,0	127,5	207,0	271,5	312,5	427,0	455,5
Temperatura media	12,5	16,2	19,4	22,1	23,4	22,0	19,2

propuesta por Kachman y Smith (1995). El método permite caracterizar la uniformidad horizontal en la distribución de semillas, a partir de la medición del distanciamiento entre plantas emergidas. Con los datos recabados se construyeron los siguientes índices: a) Índice de múltiples (M); b) Índice de fallos (F); c) Índice de calidad o aceptables (C); d) Índice de precisión (P).

Se calculó la eficiencia de implantación mediante la relación entre plantas obtenidas en el último conteo, como uno de los datos necesarios para el cálculo del día medio a emergencia, y la cantidad de semillas viables dosificadas en cada cuerpo sembrador.

La respuesta del cultivo a los tratamientos, se valoró a través del cálculo del día medio a emergencia según la metodología propuesta por Bilbro y Wanjura (1982) mediante el conteo de plantas emergidas en una secuencia que comprendió cinco fechas posteriores a la siembra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tratamiento a la semilla y densidad de siembra lograda

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del tratamiento que otorgaron los dos sistemas de dosificación a la semilla, la uniformidad de descarga y las semillas viables por unidad de superficie, sobre la densidad de siembra propuesta de 37 sem m<sup>-2</sup>. El mayor poder germinativo y la menor variabilidad en los resultados, producto del mejor tratamiento que los dosificadores de placa le otorgaron a la semilla, constituyen un resultado esperable remarcándose un mejor tratamiento y más uniforme cuando se utiliza dosificación monograno que dosificación forzada, existiendo antecedentes al respecto (Nave y Paulsen, 1979; Delafosse, 1986; Soza *et al.* 1996; Soza *et al.*, 2000). Se aclara que la viabilidad obtenida post dosificación no es la responsable de las diferencias halladas entre tratamientos. Pero no sólo constituye un dato necesario en la realización de éste trabajo, sino que también aporta a identificar una variabilidad a

contemplar (Blackmore, 1996) en la implantación de ésta especie, que es factible con ambos sistemas de dosificación, ante el objetivo del logro de una población determinada.

### Uniformidad de distribución

El Cuadro 3 presenta la cantidad de plantas obtenidas a campo en cada uno de los cuerpos sembradores y los valores que permitieron realizar la evaluación según la metodología de Kachman y Smith (1995) para ambos sistemas de dosificación.

Si bien, todos los cuerpos evaluados estáticamente y con los dos sistemas de dosificación están comprendidos en el rango aceptable, es decir no difieren en más o menos del 10% del promedio de la máquina, en la dinámica del proceso de la siembra misma cada cuerpo tiene un comportamiento diferencial en el logro de la distribución de plantas.

Se observó en los dosificadores de placa una tendencia a generar una mayor proporción de fallos que de duplicaciones, atribuible a la ineficiencia en el llenado de las celdas de la placa dosificadora, causa que supone un efecto de la vibración generada por el tránsito de la sembradora sobre suelo proveniente de siembra directa, el cual presenta más irregularidades que en siembra convencional.

Con la utilización de rodillos se obtuvieron mayor número de duplicaciones y fallos (Figs. 1 y 2), debido a que el sistema se basa en una expulsión forzada y del tipo chorrillo, éste no es totalmente uniforme; y teniéndose en cuenta que la vibración en éstos sistemas es un factor que genera un aumento de la densidad de siembra, las duplicaciones son atribuibles en primera instancia a dicho efecto, no descartándose una posible incidencia en la conducción hasta el suelo.

Otro elemento que amerita su consideración es la diferencia en la conducción de la semilla, desde la

CUADRO 2. Poder germinativo, semillas descargadas y viables por unidad de superficie.

	P.G.		Sem m <sup>2</sup>		Sem viab. m <sup>-2</sup>
	Promedio (%)	CV (%)	Promedio	CV (%)	
Placa	92,83	1,44	37,65	2,90	34,95
Rodillo	92,16	2,21	37,75	4,05	34,79

CUADRO 3. Distribución de plantas en cada repetición de los tratamientos evaluados. Datos evaluados según Kachman y Smith (1995).

Dosific.	Pasada	Surco	Media [cm]	Des. Est. [cm]	$X_{ref}$ [cm]	$0,5X_{ref}$ [cm]	$1,5X_{ref}$ [cm]	Duplic. [M]%	Acept. [C]%	Fallos [F]%	Precisión [P]%
PLACA	A	1	11,59	2,98	11,76	5,88	17,65	5,9	94,1	0,0	19,7
		2	13,00	4,62	11,30	5,65	16,95	7,1	78,6	14,3	25,6
		3	13,20	7,18	11,57	5,79	17,36	26,7	46,7	26,7	28,0
		4	12,69	9,01	10,45	5,22	15,67	12,5	68,8	18,8	30,1
	B	1	15,62	11,70	11,76	5,88	17,65	15,4	53,8	30,8	26,0
		2	12,24	4,24	11,30	5,65	16,95	5,9	76,5	17,6	27,0
		3	13,06	10,17	11,57	5,79	17,36	12,5	62,5	25,0	25,6
		4	13,86	8,12	10,45	5,22	15,67	0,0	64,3	35,7	35,4
	C	1	13,67	6,17	11,76	5,88	17,65	6,7	66,7	26,7	25,1
		2	17,64	12,09	11,30	5,65	16,95	0,0	81,8	18,2	25,0
		3	13,67	11,23	11,57	5,79	17,36	20,0	60,0	20,0	29,9
		4	13,33	4,39	10,45	5,22	15,67	0,0	66,7	33,3	28,7
	D	1	14,00	14,29	11,76	5,88	17,65	14,3	71,4	14,3	37,3
		2	12,38	8,20	11,30	5,65	16,95	6,3	81,3	12,5	24,3
		3	12,79	7,99	11,57	5,79	17,36	14,3	64,3	21,4	26,7
		4	11,40	5,30	10,45	5,22	15,67	20,0	60,0	20,0	29,5
RODILLO	A	1	9,27	7,31	10,99	5,49	16,48	46,7	40,0	13,3	26,2
		2	17,17	14,72	11,16	5,58	16,74	25,0	25,0	50,0	41,0
		3	11,67	10,02	12,05	6,02	18,07	38,9	38,9	22,2	21,9
		4	28,50	32,61	11,36	5,68	17,05	16,7	33,3	50,0	12,4
	B	1	16,15	18,44	10,99	5,49	16,48	38,5	38,5	23,1	34,9
		2	13,29	12,39	11,16	5,58	16,74	28,6	42,9	28,6	34,8
		3	12,07	11,72	12,05	6,02	18,07	46,7	33,3	20,0	25,8
		4	17,91	16,99	11,36	5,68	17,05	36,4	18,2	45,5	24,9
	C	1	17,30	14,58	10,99	5,49	16,48	30,0	30,0	40,0	23,5
		2	11,53	9,42	11,16	5,58	16,74	40,0	26,7	33,3	27,7
		3	10,27	8,74	12,05	6,02	18,07	33,3	53,3	13,3	36,3
		4	15,17	17,84	11,36	5,68	17,05	41,7	33,3	25,0	27,2
	D	1	23,88	19,05	10,99	5,49	16,48	25,0	12,5	62,5	*
		2	12,14	13,62	11,16	5,58	16,74	42,9	35,7	21,4	26,4
		3	10,56	9,58	12,05	6,02	18,07	43,8	37,5	18,8	26,5
		4	10,94	10,72	11,36	5,68	17,05	50,0	33,3	16,7	39,3

dosificación a su deposición en el surco, que pudo haber influenciado en la distribución (Agnes *et al.*, 2010) según cuál de los dos sistemas de dosificación se utilice. En el caso de la placa y de acuerdo a su ubicación, ésta trabaja muy cerca del suelo (41 cm) y no posee tubo conductor, con lo cual la simiente una vez dosificada casi inmediatamente es depositada en el surco. En cuanto al rodillo, éste se encuentra en el fondo de la tolva de la máquina a una altura en

posición de trabajo de 172 cm, y a partir de allí la semilla es conducida por gravedad en una manguera que de acuerdo al diseño de cada máquina presenta ciertas curvaturas, con lo cual durante su trayecto se puede ver afectada la uniformidad de descarga que genera el dosificador, con la consecuente desuniformidad en el surco. Además, la importante diferencia de altura de caída (131 cm) hace que la semilla tenga mayor velocidad y energía cinética al momento de su

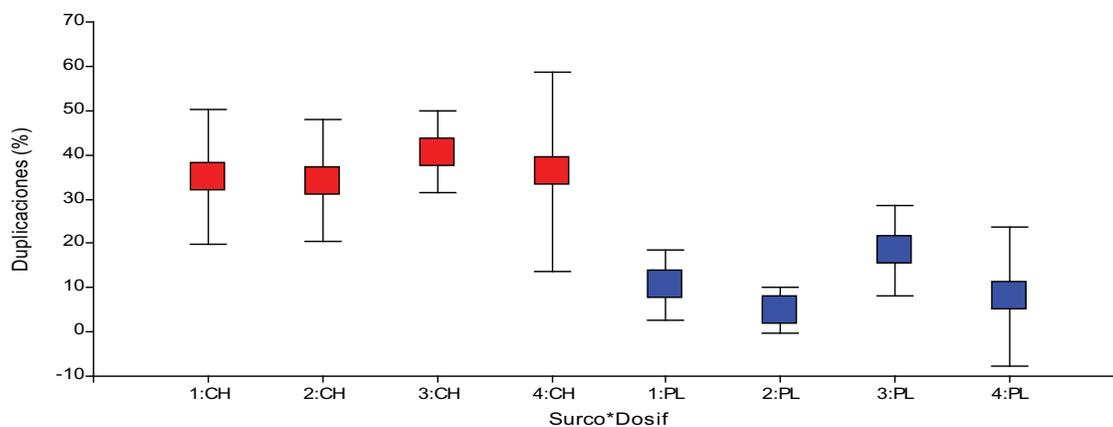


FIGURA 1. Porcentajes de duplicaciones [M] en el distanciamiento entre plantas emergidas para la combinación de cuerpos y conjuntos de dosificación y conducción.

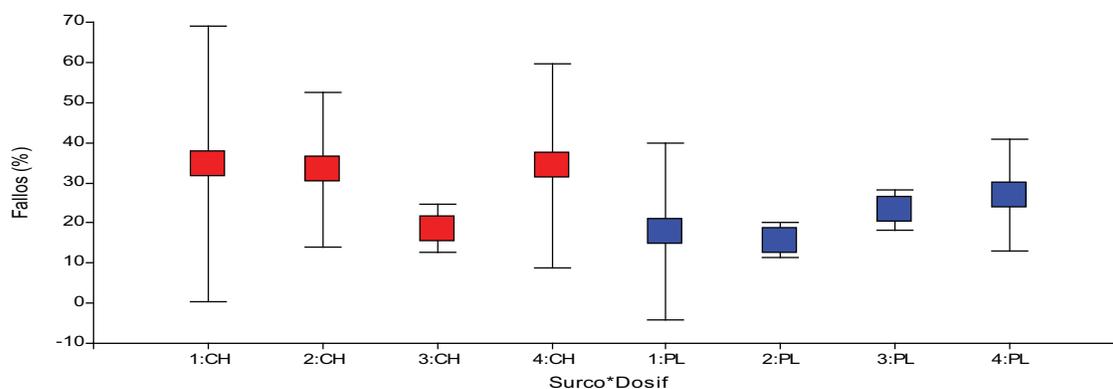


FIGURA 2. Porcentajes de fallos [F] en el distanciamiento entre plantas emergidas para la combinación de cuerpos y conjuntos de dosificación y conducción.

salida hacia el surco produciendo una mayor variabilidad (Bernaki *et al.*, 1972), en especial tratándose de semilla de soja cuya forma tiende a ser esférica (Buf-ton, *et al.*, 1974); traducándose en la mayor proporción de aceptables con la dosificación de placa respecto a lo obtenido con el rodillo (Fig. 3).

La precisión [P], indicativa de la variabilidad obtenida sobre los distanciamientos a aceptables [C] (Cuadro 3), presentó un comportamiento más irregular en los cuerpos extremos (1 y 4) en ambos sistemas de dosificación y conducción atribuyéndose dichos resultados a una mayor vibración durante el tránsito

debido a que de acuerdo a la configuración de la sembradora, ésta posee sus ruedas de transporte en los extremos. Con la utilización de la placa la variabilidad fue entre 24,3% y 29,9% para los cuerpos centrales, mientras que en los extremos los valores oscilaron entre 19,7% y 35,4%. En cuanto al rodillo se observó la misma tendencia pero en mayor amplitud, es posible una mayor incidencia de la vibración debido a que los dosificadores de rodillo se encuentran montados en la base de las tolvas de semilla y éstas solidarias al bastidor de la máquina por lo que las vibraciones afectarían en forma directa, los resultados

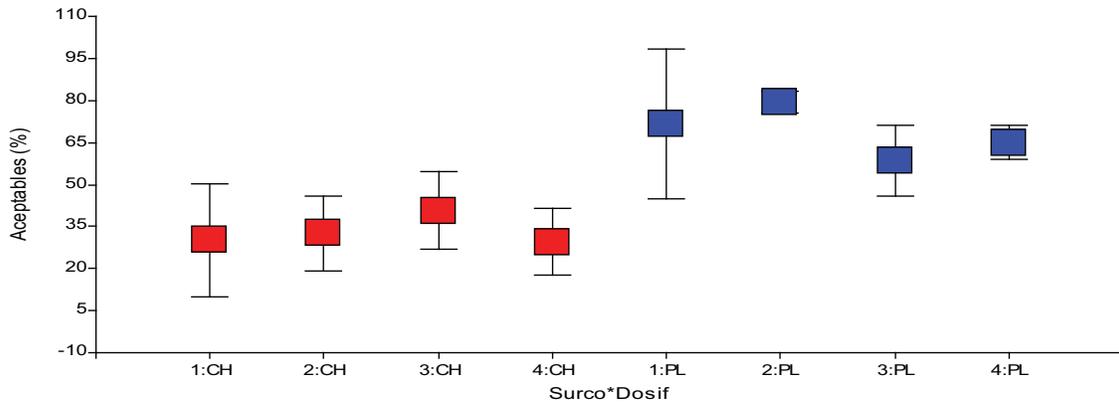


FIGURA 3. Porcentajes de distanciamientos aceptables [C] entre plantas emergidas para la combinación de cuerpos y conjuntos de dosificación y conducción.

obtenidos comprenden además los efectos propios de la dosificación y conducción ya mencionados.

Variabilidad que comenzó a vislumbrarse ya en la descarga de semillas (Cuadro 2).

**Eficiencias de implantación**

En el Cuadro 4 se observan las eficiencias de implantación obtenidas en los cuerpos analizados y con ambos sistemas de dosificación, donde los tratamientos con placa superaron a los de rodillo, tanto individualmente como en promedio, además se destaca la disparidad entre cuerpos cuando se utilizó el rodillo manifestado en el coeficiente de variación.

CUADRO 4. Eficiencias de implantación.

Cuerpos	Placa	Rodillo
1	0,92	0,62
2	0,92	0,82
3	0,94	0,82
4	0,87	0,93
Promedio	0,91	0,80
CV (%)	3,23	16,28

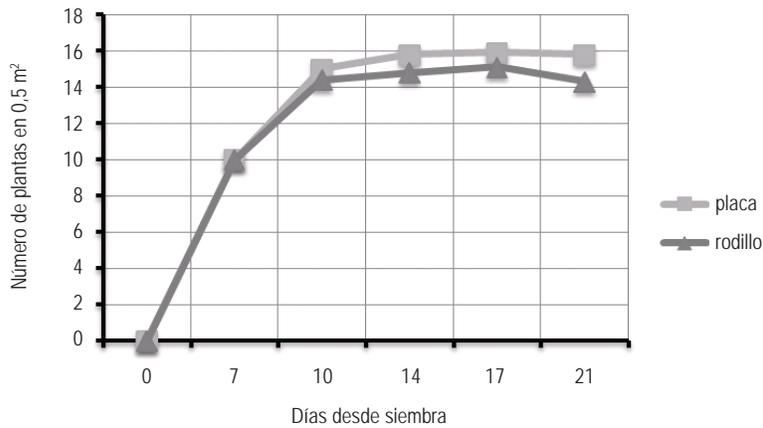


FIGURA 4. Número de plantas logradas cada 0,5 m² para los sistemas de dosificación.

### Día medio a emergencia

La dinámica de la emergencia de plantas (Fig. 1) muestra un inicio semejante para ambos sistemas de dosificación, pero un logro de constancia a partir de los 14 días para el sistema de placa y a los 17 días para el sistema de chorrillo, con lo cual se logra una más rápida emergencia con la dosificación individual. Debido a que la velocidad de trabajo fue la misma y el tren de distribución de la sembradora el mismo, se atribuye ésta diferencia a la mejor distribución de semillas en el terreno lograda a partir de la dosificación monograno.

La desuniformidad del sistema de expulsión forzada ya analizada, junto al efecto del sistema de conducción, hace que los elementos del tren de distribución de la sembradora trabajen menos eficientemente con éste sistema, por lo cual se logra una relación semilla-suelo más deficiente manifestada a su vez en una menor velocidad de emergencia.

El trabajo permitió aportar un antecedente sobre la variabilidad entre dos sistemas de dosificación factibles de utilizar sobre un mismo tipo de semilla y de cuantificar las variaciones que se generan entre cuerpos de la sembradora en condiciones operativas, que en el marco de la agricultura de precisión es fundamental el logro de una uniformidad acorde a los requerimientos específicos.

También queda de manifiesto el logro del mantenimiento de la uniformidad de distribución de las semillas en el surco de siembra ante la misma velocidad de trabajo, donde el sistema monograno en conjunción con la conducción y distribución presentó un comportamiento de mayor calidad.

### CONCLUSIONES

La dosificación monograno en coincidencia con una conducción recta y de poca altura de caída presentó un mejor comportamiento, evaluado a través del índice de calidad, donde surge una sustancial diferencia en la disminución de las duplicaciones y en menor medida de fallos respecto al sistema de dosificación a chorrillo y tubo conductor cilíndrico de altura. Efecto que también se evidenció en un mayor logro y más rápida emergencia del cultivo.

La condición de descarga de la semilla en el sistema monograno y su conducción permitieron un mejor desempeño del tren de distribución de los cuerpos sembradores, en el logro de una mayor proporción de distanciamientos aceptables y en una más rápida emergencia del cultivo.

Se plantea el interrogante del comportamiento de las variables estudiadas ante variaciones de la velocidad de avance del equipo.

### BIBLIOGRAFÍA

- AGNES, D.W.; M.C. TOURN y E.L. SOZA. 2010. Variabilidad en la distribución de semillas de maíz: una revisión. *Revista de la Facultad de Agronomía-UBA* 30(1-2): 101-121.
- BARAÑAO, T.V. 1955. Maquinaria Agrícola. Salvat Editores S. A., Barcelona.España. 608 pp.
- BERNAKI, H.; J. HAMAN and C.Z. KANAFOSKI. 1972. Drill seed tubes. *In: Agricultural machines, theory and construction*. Vol. 1. Warsaw, Poland. 654-656.
- BILBRO, J.D. and D.F. WANJURA. 1982. Soil crust and cotton emergence relationships. *Trans. ASAE* 25: 1484-1489.
- BLACKMORE, B.S. 1996. An information system for precision farming. Silsoe. Inglaterra: The Centre for Precision Farming. Cranfield University, 1996. p. 09.
- BOZDOGAN, A.M. 2008. Seeding uniformity for vacuum precision seeders. *Sci. Agric.* 65(3): 318-322.
- BRACY, R.P. and R.L. PARISH. 1998. Seeding uniformity of precision seeders. *Hort Technology* 8: 182-185.
- BUFTON, L.P.; P. RICHARDSON and M.J. O'DOGHERTY. 1974. Seed displacement after impact on the soil surface. *J. Agric. Engng. Res.* 19: 327-338.
- CELIK, A.; I. OZTURK and T.R. WAY. 2007. Effects of various planters on emergence and seed distribution uniformity of sunflower. *Applied Engineering in Agriculture. ASABE* 23(1): 57-61.

- CHEN, Y.; S. TESSIER and B. IRVINE. 2004. Drill and crop performance as affected by different drill configurations for no-till seeding. *Soil & Tillage Res.* 77: 147-155.
- COLOMBINO, A.A.; J.C. POLLACINO; R.O. SOSA; F. del OLMO y M. TOURN. 1988. Máquinas para implantación de cultivos. CIFA. Bs.As. 65 pp.
- CROVETTO, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 301 pp.
- DELAFOSSÉ, R. 1986. Ensayo de máquinas sembradoras y fertilizadoras. MAG. IIR-INTA Castelar, 30 pp.
- ERENSTEIN, O. 2002. Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: An evaluation of residue availability and other technological implications. *Soil & Tillage Res.* 67: 115-133.
- HASTFIELD, J. 2000. Precision agriculture and environmental quality: Challenges for research and education. National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service, USDA, Ames, Iowa. Disponible en: <http://www.aroboday.org>
- ISTA. 2006. International Rules of Seed Testing. Zürich, Switzerland. 153 pp.
- JORGENSEN, M. 1988. Choosing the right seeding and fertilising equipment. PAMI, Gleanings 558, 8 pp.
- KACHMAN, S.D. and J.A. SMITH. 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Trans. ASAE* 38(2): 379-387.
- KASPAR T. and D. ERBACH. 1997. Improving stand establishment in no-till with residue-clearing planter attachments. *Trans. ASAE.* 41(2): 301-306.
- MARONI, J.; C. FERNANDEZ ASENJO; A. GARGICEVICH; L. REPETTO y C. GONZALEZ. 2005. Velocidad de emergencia del maíz: prestaciones de diferentes órganos para el contacto semilla-suelo durante la siembra. *En: Avances en Ingeniería Agrícola*. Ed: O. Barbosa, UNSL. ISBN N°987-05-0140-0.
- NAVE, W.R. and M.L. PAULSEN. 1979. Soy bean seeds quality as affected by planters meters. *Trans. ASAE* 22(4): 739-745.
- PIERCE, F.J. and P. NOWAK. 1999. Aspects of precision agriculture. *In: D. Sapark (ed.) Advance in Agronomy* 67, Academic Press. p 1-85.
- SOZA, E.; M. TOURN; M. SÁNCHEZ y A. METE. 1996. Cuantificación del daño mecánico y la uniformidad de distribución de la semilla de soja mediante dos sistemas de dosificación. *Revista de la Facultad de Agronomía-UBA* 16(1-2): 7-12.
- SOZA E.L.; M.C. TOURN; J. SMITH; F. del OLMO y D. GITARD. 2000. Eficiencia de implantación de la secuencia anual trigo-soja, mediante los sistemas de siembra directa y con labranza previa. *Revista de la Facultad de Agronomía-UBA* 20(2): 181-186.
- SOZA, E.; D. AGNES; M. TOURN; G. BOTTA y D. RIVERO. 2009. Siembra directa: respuesta del cultivo de trigo al alistamiento de dos labranzas de la sembradora en dos años sucesivos. Actas del X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR. Trabajo completo en sustento magnético.
- TRACY, P.; D. WESTFALL; E. ELLIOT; G. PETERSON and C. COLE. 1990. Carbon, Nitrogen, Phosphorus and Sulfur mineralization in plow and no till cultivation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 457-461.
- VIEIRA dos REIS, A. and F. FORCELLINI. 2002. Functional analysis in the evaluation of four concepts of planters. *Ciencia Rural, Santa María.* 32(6): 969-975.
- WILHELM, W.; J. DORAN and J. POWER. 1986. Corn and soybean yield response to crop residue management under no tillage production systems. *Agron. J.* 78: 184-189.