

Evaluación de sistema de copiado del terreno con carga constante neumático respecto al tradicional resorte convencional en paralelogramo de sembradora de grano grueso argentina.

J. Vélez¹; A. Méndez¹; D. Villarroel¹; F. Scaramuzza¹; M. Bragachini¹;

⁽¹⁾ Red Agricultura de Precisión - INTA EEA Manfredi;

Introducción

Independientemente de sus componentes y su diseño, existen dos aspectos críticos a considerar en los trenes de distribución de semillas. Ellos son su posibilidad de desplazarse en sentido vertical a fin de poder copiar correctamente las irregularidades que presente la superficie del suelo y paralelamente, mantener una carga suficiente sobre el cuerpo de siembra para poder alcanzar la profundidad de trabajo deseada.

En la mayoría de las sembradoras con unidades individuales de siembra, la carga necesaria para que los órganos activos del tren de siembra penetren en el suelo está dada por una transferencia desde el chasis de la propia máquina a partir de un sistema de articulación dotado de uno o más resortes.

Pese a que estos sistemas muestran una escasa capacidad de mantener una presión más o menos constante de los trenes de distribución sobre el suelo, no se han realizado desarrollos importantes, o al menos no se han difundido diseños que permitan una mejora en sus prestaciones. Diversos autores han demostrado las ventajas de los sistemas de transferencia de cargas que permiten al cuerpo de siembra ejercer una presión constante sobre el suelo cuando transita copiando un relieve irregular por su influencia en el logro de una profundidad de siembra uniforme (Chen et al. 2002; Chouhadry et al. 1985; Morrison 1988b). En otros casos relatan el menor desgaste que sufren los componentes del tren de distribución. Para dar respuesta a ello, desde hace más de 20 años las alternativas tecnológicas que se buscaron para resolver la inestabilidad de cargas estuvieron basadas principalmente en sistemas neumáticos o hidráulicos (Morrison 1988a; Morrison 1988b; Fink and Currence 1995) con resultados muy promisorios respecto de los logros con los sistemas de resortes.

El logro de una adecuada densidad y uniformidad de plantas en un cultivo de maíz, es función de las condiciones ambientales, de la calidad de la semilla y de la operación de siembra (Maroniy *col.*, 2006).

Por todos estos antecedentes es que se desarrollaron los sistemas estabilizadores de cuerpo de siembra cuyo propósito es el de controlar las oscilaciones del cuerpo sembrador, y al mismo tiempo ejercer una presión constante sobre los distintos terrenos a sembrar. Esto garantizaría que el depósito de las semillas en el fondo del surco se realice homogéneamente en distancia y profundidad.

Además de lograr una profundidad de siembra apropiada y estable, limita la compactación en el surco favoreciendo el posterior desarrollo radicular de la plántula.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el sistema de copiado del terreno con amortiguación neumática de la empresa norteamericana Precision Planting y su impacto directo en la uniformidad en la profundidad de siembra.

Este sistema a través de la consola 20/20 ® mide y registra el exceso de peso que están soportando las ruedas limitadoras de profundidad. Este exceso de peso puede compactar el surco de siembra y bloquear las raíces en una estrecha "V". Y actuar de manera tal que los pulmones se alivianan y de esa manera impedir el exceso de presión, si por el contrario el sistema detecta un escaso contacto con el suelo, se indica en la pantalla el porcentaje de tiempo que las ruedas limitadoras están llevando

el peso y actúa incrementando la presión del neumático. Todo esto en forma automática lo que procuraría una uniformidad constante en la profundidad.

El objetivo de este ensayo es analizar la estabilidad del cuerpo de siembra, sus vibraciones y si hay disminución del rebote de la semilla entre el dosificador y el fondo del surco. Los parámetros a medir fueron los que determinaban la calidad de siembra: uniformidad de profundidad y uniformidad en la distribución sobre la línea de siembra y de qué manera estos factores impactan en el rendimiento a través de la cosecha de cada tratamiento utilizando monitor de rendimiento.

Materiales y Métodos

El ensayo fue realizado durante la campaña 2012/2013 en la EEA INTA Manfredi (Latitud -31.885181; Longitud -63.729202) dentro de lo que se considera como la Región Semiárida Central de la Provincia de Córdoba en donde la precipitación anual media es de 740mm de los cuales el 75% ocurre en el semestre más caluroso. El drenaje está caracterizado por la presencia de líneas de escurrimiento con distintos grados de expresión que después de fuertes lluvias llevan el agua hacia zonas intermedias y lagunas temporarias.

Los suelos son Haplustoles énticos (Serie Oncativo) y típicos (Serie Manfredi), de textura franco-limosa, pH ligeramente ácido (6,2 a 6,5) y baja agregación.

Los suelos serie Oncativo son suelos profundos, bien a algo excesivamente drenados, franco limosos y ocupan las lomas muy extendidas casi planas. Además de las condiciones climáticas estos suelos no presentan otros impedimentos que condicionen el crecimiento de las plantas lo que determina una capacidad de uso IIIc.

Los de serie Manfredi al igual que la serie Oncativo son suelos profundos, bien drenados y no presentan limitaciones de uso salvo la climática por lo que también su capacidad de uso es IIIc. La diferencia que hay con la serie anterior es que pertenecen a los sectores ligeramente cóncavos, en las líneas de escurrimiento que bisectan las lomas plana. (Carta de suelo 3163-32). Ambos suelos son franco-limosos con una composición de 13%de Arcilla y un 36% de limo.

Los ensayos fueron sembrados el 10 de Diciembre de 2012 con una sembradora Cruccianelli de 12 hileras a 52,5 cm cada una. El ancho de cada una de las repeticiones fue el mismo que el de la sembradora y del largo del lote (700 m).

La siembra se realizó a 6 km/h con sembradora dividida, es decir, 6 surcos de los 12 estaban equipados con el sistema de Precisionplanting y los otro 6 surcos con el sistema de resorte convencional de manera tal que con la misma sembradora entre una ida y vuelta se generara un tratamiento de 12 surcos, espacio suficiente para que trabaje la cosechadora cuyo cabezal fue de 9 surcos a 52,5 cm.





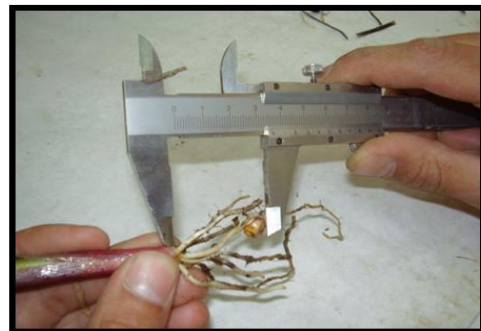
Foto 1: Sistema de amortiguación Neumática Down Force de PrecisionPlanting

Se compararon los dos sistemas a velocidades de 9 km/h y 6 km/h, también se cruzaron los tratamientos en zonas de diferentes potenciales de rinde. Solo en el sistema con copiado neumático se variaron las cargas sobre los cuerpos de siembra, esto se hace con el objetivo de someter al sistema en todas las situaciones posibles de encontrar a campo y cómo se comportan los sistemas de copiado y su repercusión sobre el cultivo.

El híbrido de maíz utilizado fue el NA887MG, cultivo realizado en seco con una densidad de siembra de 76.000 plantas ha⁻¹ y la fertilización fue realizada con 250 kg/ha UREA y 60 kg/ha de Súper Fosfato Simple (SPS).

La emergencia del maíz fue registrada a diario contando el número de plantas que surgieron en dos hileras centrales de cada franja de tratamiento a partir del 5º día después de la siembra y continuó hasta una vez emergida el 100 % de las plantas.

La uniformidad en la profundidad de siembra se estimó a partir de la medición de la longitud desde las raíces seminales hasta la corona realizada en estadio V2.



El espaciamiento entre plantas se midió en el estadio V2 en un total de 4 mediciones por tratamiento y en cada repetición, en total sumaron 36 muestras de 5 metros lineales cada una. Estos datos fueron analizados mediante el programa InfoStat/P profesional 0.1, de los cuales se pudo extraer el Desvío Estándar (DE) que determina el grado de concentración de los datos alrededor de la media. A mayor valor del coeficiente del DE, mayor dispersión de los datos con respecto a su media. Este es un valor que representa los promedios de todas las diferencias individuales de las observaciones respecto a un punto de referencia común, que es la media aritmética. Se entiende entonces que cuando este valor es más pequeño, las diferencias de los valores respecto a la media, es decir, los desvíos, son menores y



diferencias de los valores respecto a la media, es decir, los desvíos, son menores y

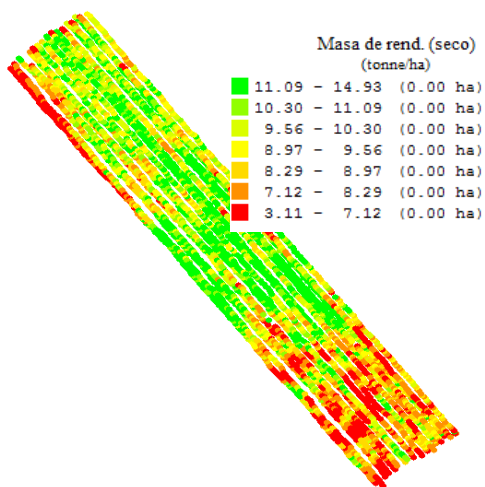
por lo tanto, el grupo de observaciones es más “homogéneo” que si el valor de la desviación estándar fuera más grande. Es decir que a menor dispersión mayor homogeneidad y a mayor dispersión, menor homogeneidad.

La cosecha fue realizada el día 24 de Abril de 2013 con una cosechadora Don Roque 125 equipada con monitor de rendimiento AgLeader® EDGE™ con receptor de GPS. El mismo fue programado para registrar y geoposicionar un dato cada tres segundos realizando la trilla a una velocidad de 4 km/h en forma constante.



Previo a la cosecha de los tratamientos, sobre el cultivo, se realizaron seis cargas o pasadas de calibración del monitor, en los sectores donde no había ensayo. Éstas fueron pesadas en una tolva con balanza incorporada. Los datos arrojados por ésta báscula fueron utilizados para calibrar las estimaciones de rendimiento húmedo leído por el monitor de rendimiento dando como resultado un índice de error de 2%, encontrándose éste porcentaje dentro de los parámetros correctos para obtener datos confiables.

Para la calibración de la humedad del grano de las tres primeras cargas, calculada por el monitor de rendimiento, se utilizó un humidímetro DIKEY-john multi-grain portable.



La cosecha de cada tratamiento fue identificada como distintos nombres dentro del lote. Los datos arrojados por el monitor de rendimiento fueron procesados inicialmente por medio del programa GIS (Sistema de Información Geográfica) “SMS™ Basic” (Spatial Management Sistem™) de AgLeader®, donde se visualizó el mapa de rendimiento obtenido. Luego se eliminaron aquellos valores extremadamente bajos o altos que ocurren generalmente al comienzo y al final de cada una de la cosecha de los tratamientos, manifestados por cambios bruscos en el flujo de granos que impacta

sobre el sensor de peso utilizado por el monitor para medir el rendimiento.

Los datos arrojados por “SMS™ Basic” luego fueron cargados en el programa estadístico InfoStat/P profesional versión 2005p.1, donde cada uno de los puntos de rinde visualizados en el mapa de rendimiento se consideró como una unidad de muestra.

Resultados

Uniformidad en la Profundidad de Siembra.

El copiado con pulmón neumático depositó la semilla con un DE de 4.49 mm, el copiado con resorte lo hizo con 6.92 mm de DE. Lo que manifiesta mayor estabilidad en la uniformidad de profundidad que el resorte tradicional disminuyendo la dispersión de los datos en 2.13 mm lo que equivale a un 30% mayor de estabilidad.

Si diferenciamos según velocidad de siembra la diferencia entre dispersión de los datos del sistema con resorte y del sistema con pulmón se mantuvo similar tanto para la siembra a 6 km/h como a 9 km/h, disminuyendo 2.16 y 2.10 mm respectivamente la dispersión de los datos.

Velocidad de Siembra km/h	Copiado	Cantidad de muestras	Profundidad promedio (mm)	D.E.	CV	Mín	Máx
6	Resorte	150	42.76	6.64	15.5	23.87	60.25
	Pulmón	99	42.77	4.48	10.5	32.18	53.48
9	Resorte	90	42.8	7.2	16.8	20.22	70.1
	Pulmón	80	42.1	5.1	12.1	30.65	55.88

Uniformidad en la Distribución de la Semilla.

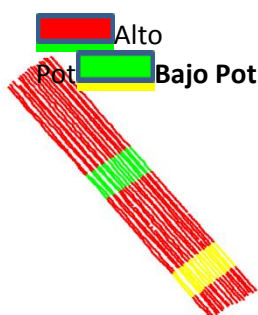
La uniformidad en la distribución de la semilla sobre el surco lograda con el cuerpo equipado con pulmón neumático fue de 6.47 cm de DE, el cuerpo equipado con resorte lo hizo con 7.14 cm de DE. Lo que manifiesta mayor estabilidad en la uniformidad en la distribución de semillas que el resorte tradicional disminuyendo la dispersión de los datos en 0.67 cm.

Si diferenciamos según la velocidad con la que se sembró, a 6 km/h el amortiguador disminuyó la dispersión en 0.13 cm (DE Resorte – DE Pulmón), a 9 km/h el pulmón disminuyó la dispersión en 0.06 cm (DE Resorte – DE Pulmón).

Velocidad de Siembra (km/h)	Copiado	Cantidad de muestras	Distancia entre plantas (cm)	D.E.	CV	Mín	Máx
6	Resorte	147	26.2	6.70	26	11	43
	Pulmón	143	25.2	5.85	23	12	39
9	Resorte	77	25.8	7.58	29	10	50
	Pulmón	70	27.2	7.09	26	13	47

Impacto en el Rendimiento

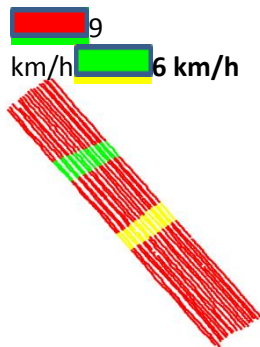
En general el Sistema equipado con Pulmón superó en rendimiento al sistema equipado con resorte en 0.387 t/ha, siendo superior la diferencia en la zona de alto potencial de rendimiento con una diferencia de 0,554 t/ha que en la zona de bajo potencial de rendimiento que fue de 0.221 t/ha.



Zona	Copiado	Cantidad de Puntos	Rendimiento t/ha	D.E.	Mín	Máx
Alto	Pulmón	206	11.3	1.445	8	14

Potencial	Resorte	181	10.8	1.933	5.5	14
Bajo Potencial	Pulmón	203	7.65	1.815	3.1	13
	Resorte	183	7.43	1.568	4.6	12

Relacionándolo con la velocidad de siembra, en ambos sistemas de copiado el incremento de la velocidad de siembra provocó disminuciones de rendimiento a saber 1598 kg/ha con el sistema de copiado con Pulmón cuando pasó de sembrar de 6 km/h a 9 km/h y 1097 kg/ha con el sistema con resorte cuando pasó de sembrar de 6 km/h a 9 km/h.



Conjunto de datos1	Velocidad de siembra Km/h	Cantidad de Puntos	Rendimiento t/ha	D.E.	Mín	Máx
Pulmón	6	143	11.47	1.3	8.9	15
	9	148	9.87	2.039	4.8	14
Resorte	6	122	10.88	1.762	4.8	14
	9	129	9.78	1.513	7.2	14

Regulando la presión sobre los cuerpos de siembra a través del pulmón neumático de tal manera de lograr presión excesiva de 149 kg por encima de lo recomendado produjo una disminución en la producción de 1000 kg/ha no presentando diferencias importantes entre las zonas de diferente potenciales de rinde.



Zona	Exceso de Presión Kg	Cantidad de Puntos	Rendimiento Tn/ha	D.E.	Mín	Máx
Alto Potencial	0	45	11.49	1.4	9.1	14
	149	46	10.47	1.1	7.5	13
Bajo potencial	0	44	8.481	1.9	4.2	12
	149	43	7.447	1.5	4.1	10

Conclusiones y Consideraciones Finales

En rasgos generales el sistema de copiado neumático mejoró la calidad de siembra en cuanto a uniformidad de la profundidad no tanto en la uniformidad en la distribución de la semilla en el surco. En cuanto al rendimiento fue considerablemente superior el obtenido con la siembra con Pulmón neumático que el obtenido con el resorte, mostrando una mejor respuesta a la calidad de siembra en los suelos con menores limitantes o de mayor potencial de rendimiento. De esto se desprende que la uniformidad en la profundidad de siembra es más importante que el desvío estándar, esto se debe que en densidades de 76.000 plantas/ha donde se siembran 3,96 plantas/m lineal que significa una semilla cada 25 cm y la competencia entre semillas se comienza a manifestar cuando se encuentran a menos de 11 cm entre ellas. Por lo cual este resultado de tener un mayor rendimiento aunque haya sido mayor el desvío

estándar se justifica en que es más importante la estabilidad en la profundidad de siembra que el desvío estándar.

La velocidad de siembra impactó negativamente en los tres parámetros medidos (profundidad y distribución de la semilla y rendimiento) en los dos sistemas de copiado, sólo en lo que respecta al rendimiento la diferencia entre las velocidades fue mayor en el sistema con pulmón, estos resultados indican que los sistemas de copiado con carga constante producen una desmejora con respecto al aumento de la velocidad de siembra.

El tratamiento con exceso en la presión sobre los cuerpos de siembra mostró una significativa diferencia negativa en el rendimiento obtenido, quedando abierta la posibilidad de que se pueda deber a la mayor compactación o fratachado del surco, dejando algunas plantas en condiciones menos favorables para la emergencia por lo que en próximas experiencias se deberá focalizar el estudio en la emergencia comparándola con la siembra a baja presión, también se deberán cruzar los datos de presión sobre el cuerpo de siembra con distintas velocidades de avance de la sembradora.

Las condiciones de la superficie del suelo en la que se llevó a cabo esta experiencia fueron muy favorables, ya que el lote no presentaba mayores irregularidades que las ocasionadas por una cantidad no importante en su volumen, por lo que este estudio se deberá realizar en distintos escenarios en donde se presenten irregularidades en la superficie del suelo de diferentes índoles como ser: sobre rastrojo de soja y de maíz, con huellado, con diferentes texturas de suelo y todas las condiciones a partir de las cuales modifiquen el comportamiento del sistema de siembra.

De todas maneras se puede concluir desde ya que a mayores irregularidades en las superficies de siembra, se deberá tener un mayor cuidado respecto al copiado de los cuerpos de siembra dado que este factor impacta directamente en el rendimiento de los cultivos.

Bibliografía

Chen, Y., D. Lobb, C. Cavers, S. Tessier, D. Caron and F. Monero. 2002. Straw incorporations through tillage practices under heavy clay soil conditions. Final Report submitted to Covering New Ground Program. Carman, MB: Manitoba Agriculture and Food.

Choudhary, M.A., G.P. Yu and C.J. Baker. 1985. Seed placement effects on seedling establishment indirect-drilled fields. Soil and Tillage Research 6: 79-93.

Tesouro, O., Romito, A., D'Amico, J., Robal, M. 2011 Innovaciones en sistemas de transferencia de carga a los trenes de distribución. Instituto de Ingeniería Rural - CIA - CNIA - INTA Castelar. Informe Técnico de Siembra N° 18.