

La maquinaria agrícola y el cultivo de soja en la Argentina

Desde la introducción de la soja en la República Argentina, hasta nuestros días, se produjeron importantes cambios en las prácticas agronómicas recomendadas para su cultivo. El desarrollo de los equipos mecánicos acompañó este proceso, aunque no se previeron algunas de las consecuencias futuras del modelo tecnológico que se implementaba.

Así por ejemplo, la problemática de la siembra de soja de segunda ocupación sobre rastrojos de trigo, se resolvió mediante equipos de labranza más agresivos, con buen desempeño sobre los rastrojos, desestimándose en aquellas primeras etapas, la adaptación de las sembradoras para que funcionaran adecuadamente sobre los residuos. Esta limitación, retrasó notablemente la adopción de las prácticas conservacionistas. Es decir:

"se adecuó el sistema de labranza para lograr el buen desempeño de los abresurcos de la sembradora, en lugar de adaptar los mismos al manejo de los residuos".

En correspondencia con aquella época, se pueden mencionar los siguientes hechos:

- Introducción de los arados de rejas de "gran despeje", aptos para funcionar sobre rastrojos.
- Difusión a nivel de la agricultura pampeana de las rastras de tiro excéntrico, más agresivas.
- Desarrollo de las rastras de doble acción pesadas, con mayor separación entre discos, aptas para labranza primaria.

Con posterioridad, se introdujeron las máquinas de labranza vertical, a la vez que se iniciaba la etapa decisiva del cambio de las sembradoras para adecuarlas a los requerimientos del cultivo de soja. Se comenzó a trabajar sobre los abresurcos, el contactado de la semilla con el suelo y el tapado de las mismas. Se introdujo el concepto de "monotolva" para aumentar la autonomía de trabajo, dado las densidades de siembra utilizadas. Se iniciaron también trabajos con los dosificadores del tipo "monograno" optimizándose la distribución de las semillas sobre la línea. Estos ensayos, generaron información relacionando la velocidad de trabajo, el tamaño de la semilla y el de la celda de las placas de siembra, en función de la población de semillas requerida. Los datos del comportamiento de un dosificador mecánico monograno de placa horizontal, se incluyen en el Tabla 1.

Tabla 1: Promedio de semillas entregadas por celda, según diferentes velocidades y tamaños

Tamaño. Peso de 1000 semillas (gr)	Velocidad (Km./h)	Semillas entregadas Promedio por perforación (n ^a)
Pequeñas - 109	5	1,2
	12	1

Grandes - 204	5	1
	12	0,79

El grado de libertad de la semilla con relación al tamaño de la celda de la placa, determina la entrega correcta de semillas en función de la variable velocidad. Para una misma placa, la entrega correcta (una semilla por celda) ocurre a diferentes velocidades según el tamaño de la semilla.

Fuente: MARONI, J.R.. (1980). Sembradoras de soja, recomendaciones para una correcta dosificación de la semilla. Informe interno; FCA-UNR

También cabe mencionar los ensayos realizados en la Cátedra de Maquinaria Agrícola de la FCA-UNR para evaluar el comportamiento de los nuevos sistemas limitadores de la profundidad de siembra. La Tabla 2 muestra un resumen de los datos más destacados obtenidos en dicho trabajo.

Tabla 2: Uniformidad de la profundidad de siembra para diferentes tipos de ruedas limitadoras.

Tratamiento	Profundidad de siembra. Modo (mayor nº de datos encontrados) (mm)	Porcentaje de datos. Intervalo de más menos 5 mm con respecto al modo (%)
Ruedas laterales fijas	60	27,4
Ruedas posteriores de camellón	50	41
Ruedas laterales adosadas y articuladas	35	73,9

Las ruedas adosadas al sistema abresurcos y articuladas, mostraron un excelente comportamiento para lograr uniformidad en la profundidad de siembra. El 73,9 % de las semillas fueron colocadas entre 30 y 40 mm

Fuente: MARONI, J.R.; et. al.. (1988-1989). Regularidad en la profundidad de siembra para distintos sistemas de control en sembradoras de granos gruesos. FCA-UNR

En los años 1975 y 1976, se conformó un grupo de trabajo interdisciplinario con profesionales del INTA, integrado por Lattanzi; Signorille; Nardone; Marelli; Roquero y técnicos de la actividad privada como Medera; Pobiuska y este autor, con el objetivo de difundir la práctica de la siembra directa y desarrollar los equipos necesarios para llevarla a cabo. Los inconvenientes más destacados en las sembradoras fueron la capacidad de penetración y el manejo de los rastrojos. Las limitantes principales para la época no fueron los equipos mecánicos, sino la imposibilidad de un eficaz control químico de las malezas.

También de aquella época data el primer ensayo dinamométrico para determinar el consumo energético de las máquinas sembradoras para siembra directa. Las mediciones fueron realizadas en la zona de Casilda, con el aporte de docentes de la cátedra de maquinaria agrícola de la Universidad Nacional de La Plata. En la Tabla 3, se incluyen algunos datos del citado ensayo.

Tabla 3: Comparación del consumo energético entre la sembradora convencional y la de siembra directa.

Parámetros	Sembradora Convencional 5 líneas con discos dobles abresurcos y rueda de camellón.	Sembradora de Directa 5 líneas con cuchilla de corte ondulada; discos dobles abresurcos y discos tapadores
Velocidad	1,8 m/s (6,48 km./h)	1,9 m/s (6,84 km./h)
Esfuerzo medio	400 kg	989 kg
Potencia a la barra de tiro	7,06 kw (9,46 HP)	18,38 kw (24,65 HP)
Energía requerida	3,46 kw / hora/ha	8,53 kw / hora/ha

Si bien la máquina para siembra directa insume mayor energía que la sembradora convencional, el balance energético sumando todos los requerimientos de las labranzas mostró claramente un saldo favorable para la directa.

Fuente: VALENTI, L.H.; MARONI, J.R..(1977). Comparación del consumo de energía entre labranza y siembra convencional con siembra directa. FCA-UNR

Definitivamente, es la siembra directa que influye sobre los cambios sustanciales ocurridos en las sembradoras para soja y las demás máquinas que participan del proceso. Quizás por primera vez, los técnicos en maquinaria agrícola actuaron con una visión sistémica, considerando cada uno de los factores intervinientes en esa "rueda de relaciones" entre los insumos, los procesos y los productos.

Bajo esta óptica, se desarrollaron los trituradores desparramadores de rastrojos para las cosechadoras. También se introdujeron mejoras en las pulverizadoras, se rediseñaron íntegramente las sembradoras; se desarrollaron los sistemas localizadores de fertilizantes y completando el círculo, la cosechadora fue adaptada para lograr una mayor eficiencia, incluyendo plataformas de corte para soja, nuevos rodados para minimizar la compactación del suelo y esparcidores de granza. En este sentido, cabe destacar la activa participación del Ing. Agr. Mario Bragachini, quien desde el INTA de Manfredi (Cba) desarrolló una intensa labor en el ensayo y adaptación de elementos para las cosechadoras destinados a mejorar su eficiencia. La eficaz difusión de estos trabajos, estuvo a cargo del Lic. Luis Bonetto, también integrante del equipo de Manfredi.

En el "Taller sobre siembra directa" realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR) en el año 1994, se plantearon necesidades de información relacionada con la maquinaria agrícola y la siembra directa de soja. Uno de los temas sugeridos fue motivo de un trabajo realizado en el marco del convenio INTA-FACULTAD. El ensayo denominado "Efecto sobre la humedad del suelo de diferentes abresurcos y tapasurcos de sembradoras para siembra directa de soja sobre trigo", comparó varias alternativas de cuchillas de corte delantero con o sin púas de remoción, combinadas con diferentes tipos de tapadores y ruedas contactadoras de semillas. En el ensayo, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, con relación a la emergencia de cotiledones. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Emergencia de cotiledones de soja para varias combinaciones de sistemas abresurcos y tapasurcos en diferentes condiciones de humedad de suelo

Tratamientos (tren de siembra) Todos con discos dobles abresurcos	Primera siembra - Humedad de suelo óptima	Segunda siembra - Tres días después de la 1º - Menor humedad de suelo
	Emergencia de cotiledones %	Emergencia de cotiledones %
A. Cuchilla de corte lisa. Púa de remoción y succión. Rueda contactadora. Discos recortados	80,3	82,5
B. Cuchilla de corte ondulada. Rueda contactadora. Discos recortados.	70,6	48,4
C. Cuchilla de corte lisa. Púa de remoción y succión. Ruedas angulares tapadoras.	76,7	51,7
D. Cuchilla de corte lisa. Púa de remoción y succión. Ruedas angulares tapadoras.	89,9	43,4

Para una condición de humedad óptima en el suelo al momento de la siembra, el sistema con púa y sin ruedas contactadoras (D) muestra el mejor nivel de emergencia logrado. Con una reducción de humedad en el suelo, a los tres días posteriores, el mismo sistema origina el menor porcentaje de emergencia, pero con el agregado de la rueda contactadora (A) se obtiene el mejor resultado.

Fuente: GARGICEVICH, A.; MARONI, J.R. (Colaboradores: Giubileo M.; Valenti, L.; F. Asenjo, C.; Sallowitz, M.), (1996) Efecto sobre la humedad del suelo de diferentes abresurcos y tapasurcos de sembradoras para siembra directa de soja. INTA Casilda - FCA-UNR

Los diferentes resúmenes de resultados aquí presentados reflejan la importancia de considerar, dentro del proceso de producción, la interrelación entre la maquinaria agrícola, su diseño y los procesos biológicos. La discusión interdisciplinaria asegurará el logro de mejores ingenios mecánicos para acompañar a una producción rentable y con desarrollo sostenible.

