



Siembra Directa de alfalfa. Una inversión a largo plazo.

Fernando M Scaramuzza ; Silvia M Olivo

¹ EEA INTA Manfredi, Córdoba, Argentina. scaramuzza.fernando@inta.gob.ar

¹ EEA INTA Manfredi, Córdoba, Argentina. olivo.silvia@inta.gob.ar

A nivel mundial, Argentina después de Estados Unidos, es el segundo país de importancia en la siembra del cultivo de alfalfa y es el país con mayor porcentaje con Siembra directa (SD) en cultivos agrícolas. Sin embargo, en alfalfa la adopción SD es menor, por lo tanto, para que esta práctica se incremente y lograr el stand de plantas óptimo es necesario una adecuada la planificación de siembra que contemplen tantas prácticas agronómicas como de regulación de maquinaria para este cultivo que nos acompañará, dependiendo de la zona, alrededor de cuatro años, recordando que una mala calidad de siembra se traducirá en *menor número de plantas*, y consecuencia, *menor producción de biomasa y persistencia*

Por lo tanto, en este artículo, revisaremos lo **#alfatips** necesarios a tener en cuenta en el momento de la siembra que, como ya se mencionó en varias oportunidades, junto a una correcta elección y calibración de la maquinaria juegan un rol fundamental para lograr una siembra de calidad y mostraremos, además, el trabajo que se lleva adelante en la EEA Manfredi, *donde se evaluó el efecto de la velocidad de siembra y calibración de la sembradora sobre implantación en el cultivo de alfalfa en SD.*

¿Cómo se logra una siembra de calidad?

Estará dada por colocar la semilla en la profundidad adecuada, que la misma se distribuya de manera homogénea en la línea de siembra y entre en contacto íntimo suelo-semilla para facilitar una rápida germinación. *El objetivo entonces será, lograr a los 90-120 días de la siembra un stand entre 250-350 plantas/m²*; sin embargo, llegar a estos valores muchas veces resulta complicado debido a que la semilla de alfalfa, presenta escaso nivel de reservas y sumado a ello, la disponibilidad de maquinarias para la siembra de pasturas en el país es limitada. Esto conlleva a que muchas veces el coeficiente de logro o eficiencia de implantación sea inferior a un 35-50%.

¿Cómo evaluar la eficiencia de implantación?

Como siempre expresamos: No se puede cuantificar lo que no se mide, por lo tanto, será necesario cuantificar la relación entre la cantidad de plántulas logradas, en relación la cantidad de semillas viables sembradas, este proceso es a los 90-120 días desde la siembra.

Ahora bien, entendiendo las principales limitantes para lograr una buena siembra, desde el INTA Manfredi, realizamos una serie de recomendaciones agronómicas y de operación de siembra que persiguen como objetivo lograr una buena calidad de siembra de este cultivo.



Aumentando las probabilidades de éxito... Repasando los #AlfaTips

#1 Fecha de siembra: Para la región pampeana la fecha de siembra óptima es a principios de otoño (marzo-abril), debido a que se cuenta con temperaturas medias óptimas (18-29 °C) para la germinación y emergencia, buena disponibilidad de humedad de suelo, menor presencia de malezas agresivas y se favorece el desarrollo raíz y corona.

¿Cuáles son las consecuencias de retraso en la siembra?

Retrasos en la fecha de siembra, es decir desde mayo hasta a junio, implican que el proceso de germinación y emergencia se produzca en condiciones ambientales menos adecuadas a la mencionadas, es decir; en la medida en que avanza el otoño se produce un descenso de las temperaturas y humedad del suelo impactando no solo sobre el crecimiento de las plántulas, sino que, además, es importante remarcar que temperaturas menores a -4,4 °C durante cuatro horas incrementan la mortalidad de las mismas. Estas condiciones, impactan negativamente en el desarrollo de la raíz y la corona (Figura 1) y en consecuencia la producción durante el primer y segundo año podrá disminuir en un 30-70% y 25% respectivamente. Esto se debe a que el cultivo prioriza implantarse y eso significa que, debe acumular alrededor de 3 t de biomasa de raíz/ha.



Figura 1. Desarrollo radicular para tres fechas de siembra de un cultivo de alfalfa sin reposo invernal y en condición de secano en un ensayo conducido en INTA Manfredi durante 2019. Las siembras se realizaron en los meses abril (a), mayo (b) y junio (c) y los muestreos de plántulas en el mes de julio, es decir, a los 90, 60 y 30 días desde la siembra. El largo promedio de las raíces fue de 15-20 cm (a), 10 cm (b) y 3-5 cm (c).

Siembras de primavera ¿Si o No?

Si se toma como referencia la región Pampeana, sembrar en primavera implica que la temperatura del suelo sea menor que al inicio al otoño, además, en la medida en que se aproxime el verano la demanda del ambiente y variabilidad de lluvias es creciente. Sumado a ello, la presión que ejerce la competencia de las malezas aumenta considerablemente en la primavera dificultando aún más un adecuado establecimiento del cultivo. Por lo tanto, sería recomendable evaluar cada situación en particular.

Sin embargo, hay países como Nueva Zelanda donde las condiciones más favorables para la implantación del cultivo de alfalfa se ubican en la primavera debido a que en esta época se registran temperaturas



óptimas y el suelo cuenta con humedad almacenada de las precipitaciones de invierno, por tal motivo, en regiones al sur del país esta podría ser una opción para validar e implementar.

Independientemente de latitud en que se decida implantar el cultivo, la fecha de siembra óptima será aquella en que las condiciones competencia por recursos y malezas, le permitan establecerse adecuadamente acumulando la biomasa radicular necesaria para lograr un alto rendimiento y una alta persistencia desde el primer ciclo productivo

#2 Densidad de siembra:

¿Cuántas semillas viables necesito para lograr el stand óptimo?

De acuerdo a lo mencionado al comienzo, es la cantidad de semillas necesarias para lograr el stand óptimo de 250 a 350 plantas/m² a los 90-120 días y estará relacionado a la eficiencia de implantación.

¿Cómo llevo este valor a kilogramos de semilla/ha?

Debemos conocer el valor cultural de las semillas, que incluye el -poder germinativo * pureza /100-, el peso de mil semillas desnuda en gramos (PMS) y el porcentaje de peleteo o pildorado de las mismas (% P).

$$\text{Kg de semillas/ha} = (N^\circ \text{ semillas viables/m}^2 \times \text{PMS (g)} / \text{valor cultural}) + \%P$$

Es fundamental la utilización de semilla fiscalizada. A modo orientativo presentamos algunos valores para realizar el cálculo de los kilogramos necesarios a sembrar:

- Poder germinativo (PG): 85%
- Pureza (P): 98,5%
- Peso de mil semillas desnuda en gramos (PMS): puede ir desde 1,8 a 3 g
- Porcentaje de peleteo o pildorado de las mismas (% P): 30 a 50% o más dependiendo del proceso

#3 Elección del cultivar: Al momento de definir que cultivar sembrar deberemos considerar:

Elección del grado de reposo, características productivas y resistencia a plagas y enfermedades. Para ello, desde INTA Manfredi se conduce la *Red Nacional de evaluación de Cultivares de Alfalfa*, donde anualmente, en diferentes puntos del país, se avalúan los cultivares comerciales de las características mencionadas al



principio. Esta información, está disponible en formato revista “Avances en Alfalfa” que se encuentra disponible en la página de INTA <https://inta.gob.ar/documentos/directorio-de-avances-en-alfalfa>.

#4 Fertilización inicial: para definir la fertilización a realizar, es crucial realizar un muestreo y análisis de suelo para luego determinar los nutrientes o tipos de enmiendas que sean necesarios de aportar. El cultivo de alfalfa necesita suelos con pH cercanos a la neutralidad, con buena provisión principalmente de nitrógeno, fósforo, azufre. Para el caso del nitrógeno, las grandes cantidades requeridas son provistas a través de la fijación biológica del nitrógeno. En suelos ácidos, la fijación biológica de nitrógeno y la disponibilidad de fósforo se reduce, en consecuencia, el encalado puede ser una alternativa para su corrección. Según estudios realizados por INTA, con valores inferiores a las 20 ppm de fósforo disponible hay respuesta a la fertilización, y en suelos pobres en materia orgánica y con texturas gruesas, es frecuente encontrar respuesta a la aplicación de azufre.

#5 Cultivo antecesor:

Una buena siembra comienza con una buena cosecha... decía el recordado Mario Bragachini, porque más allá de poder cosechar granos o forrajes, también se están recolectando datos y se prepara la cama de siembra para el próximo cultivo. Esto incidirá directamente en:

- La distribución y cantidad de esos residuos de cosecha
- Fecha en que se libera el lote
- Control de malezas previos
- Condiciones de humedad al momento de siembra

Dependiendo del esquema de rotación de cada productor, los mejores cultivos antecesores, serán aquellos que aportan un menor volumen de rastrojo al momento de la siembra de la alfalfa y liberen el lote en forma temprana. Ejemplo de ellos son: moha para henificar, girasol, trigo, soja ciclo corto, maíz para silaje.

#6 Distancia entre hileras a la siembra: los mayores rendimientos se observan con siembras en líneas paralelas entre 15 a 17,5 cm de distancia entre hileras. Sin embargo, debido a la falta de maquinarias en el sector productivo es habitual encontrarse con siembras en líneas paralelas a 21 cm, provocando estos menores rendimientos, con caídas de hasta más del 20%.

Para salvaguardar esta disminución, se suele utilizar la siembra comúnmente llamadas “tipo raviol o cuadrícula o sesgada”. Sin embargo, estudios llevados a cabo por el INTA en diferentes regiones del país dan cuenta que, estos arreglos de siembra vs la siembra a líneas a 21 cm no generan beneficio en la producción, pero si incrementan el costo operativo por tener que realizar una doble pasada de sembradora, y en muchos casos, incrementando la densidad para lograr un mismo stand de plantas, otros inconvenientes comunes por este arreglo y que si afectan la producción, es el aumento de la velocidad de siembra para llegar en tiempo y en forma.

#7 Sistema y profundidad de siembra: como se verá más adelante, el sistema puede ser siembra directa o convencional, y dado el pequeño tamaño de la semilla, la profundidad de siembra deberá ser entre 1 a 1,5 cm y se relaciona directamente con el porcentaje de emergencia del cultivo, por lo tanto, es un factor de regulación muy importante.

Con la mirada en la sembradora... ¿Cuál es el recorrido de la semilla?

Si miramos la sembradora desde el depósito de semillas hacia el fondo de surcos (Figura 2) podemos empezar hablando de:

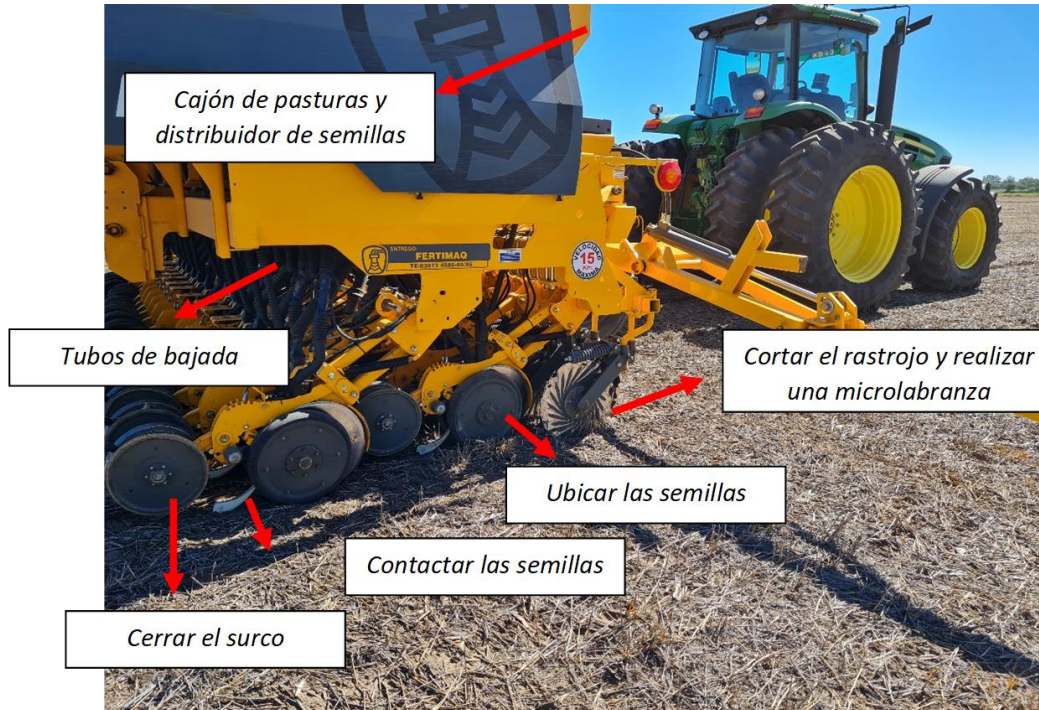


Figura 2. Sembradora de granos finos con cajón de pasturas, diferentes órganos que lo componen

Cajón de pasturas: comúnmente denominado cajón alfalfero al depósito de semillas, este es de tamaño pequeño y está generalmente adosado como un opcional en las máquinas sembradoras de grano fino. Aquí lo importante, es controlar previo a la siembra, que el mismo se encuentre limpio y libre de restos de semillas de cualquier tipo.

Dosificadores de semillas: son los encargados de entregar la semilla a los tubos de bajada. Generalmente tenemos 3 tipos, rodillos acanalados, chevrones y roldanas, todos son muy buenos dosificadores entregando semillas en forma continua, siempre y cuando se encuentren sanos, limpios y sin desgaste excesivo, es común encontrar rodillos acanalados (Figura 3).

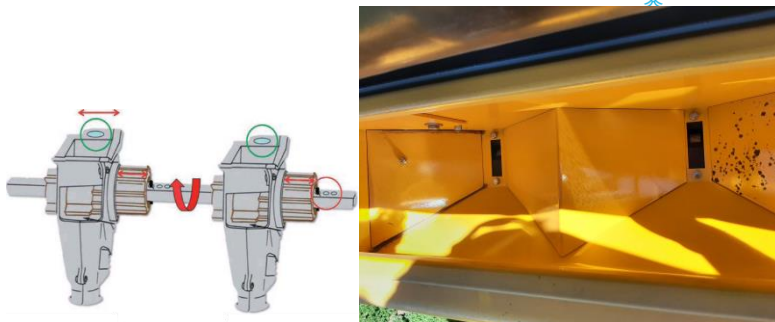


Figura 3. Dosificador de semillas tipo rodillo acanalado

Tubos de bajadas de semillas: En este punto, comienza el descenso de la semilla hacia el fondo del surco, pero al no tratarse de sembradoras de pasturas generalmente tienen un despeje muy alto con respecto al suelo. Podemos encontrarnos con tubos telescópicos rígidos, mangueras lisas o bien mangueras de goma corrugada, recomendando utilizar las que poseen pliegues internos superpuestos, comúnmente llamados polleras. Es importante mencionar que los mismos al momento de la siembra deben ser bien estirados y que tengan el menor despeje posible.

¿Cuál es la posición correcta de los tubos de bajada?

Cuando la máquina está en posición de trabajo para lograr una correcta bajada de la semilla al fondo del surco, los tubos de bajada deben estar estirados, esto evitará que las semillas caigan de a borbotones en el fondo del surco, debido al excesivo sacudimiento de las mangueras. Por ello, cuando se utilicen mangueras de goma corrugada, una forma de lograrlo es colocar internamente gomas y estirarlos para que los pliegues internos formen una pared y la semilla viajen hasta el fondo del surco sin dificultad; en este sentido, estudios realizados en INTA Concepción del Uruguay, muestran mejoras en el coeficiente de variación entre un 40 a 60% respecto del testigo sin tensores de goma (Figura 4)



Figura 4. Tensores elásticos de goma interna en tubos de goma corrugada.

Cuchillas de microlabranza

En los equipos de siembra directa, antes de depositar la semilla en el suelo, la cuchilla de microlabranza es un órgano clave, es quien deberá realizar una excelente labranza y corte del rastrojo. En el mercado

argentino existen una gran variedad de modelos de cuchillas, siendo las más adoptadas las de ondulaciones tangenciales simétricas (turbo o action), ondulaciones tangenciales asimétricas (directa) y de ondulaciones radiales con filo liso (rippled, bubble o rizadas). Cada una de ellas, con diferentes números de ondulaciones y diversos diámetros, lo que debemos asegurar es una buena labranza, con corte del rastrojo y limpieza del fondo del surco donde vamos a depositar las semillas.

La cuchilla deberá trabajar 1 a 2 cm por debajo de la profundidad de siembra (Figura 5), esto permitiría a la semilla disponer de mayor porcentaje de humedad, ya que el ascenso capilar no se vería interrumpido, con lo que podrá embeberse más rápidamente, mejorando así la uniformidad y el porcentaje de emergencia, disminuyendo la competencia y aumentando la producción, estudios realizados en INTA muestran un incremento del 30-35% el número de plantas logradas.

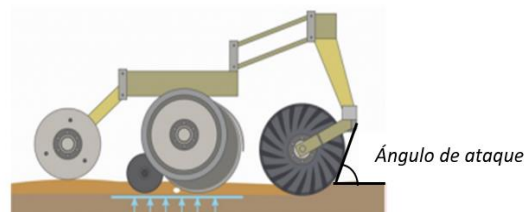


Figura 5. Posición de trabajo correcta de la cuchilla de microlabranza

¿Qué sucede si trabajo con las cuchillas “hasta las masas”?

Como mencionamos anteriormente, la mayor profundidad de trabajo ocasiona una ruptura de los poros, impidiendo así el ascenso por capilaridad, esto deviene en una menor capacidad de embeberse aproximadamente 15%, además conlleva a mayor consumo de combustible, menor ángulo de ataque de la cuchilla (posibles atoraduras), mayor gasto de las cuchillas y roturas de rodamientos (Figura 6).

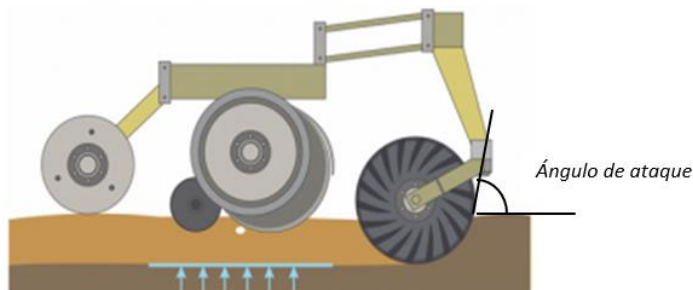


Figura 6. Posición de trabajo incorrecta de la cuchilla de microlabranza

Discos abridores de surco

Luego del trabajo realizado por la cuchilla, en función del sentido de avance, le toca el turno al o los discos abridores de surco, lo más común es encontrarnos con el sistema de abresurco bidiscos (Figura 7). Estos se encargan de formar el fondo del surco en V, en el caso de la siembra de alfalfa, es muy delicado el trabajo ya que la profundidad de siembra más apropiado es de 1 a 1,5 cm. Este aspecto es clave para lograr una emergencia uniforme y rápida de las pasturas de alfalfa.



Figura 7. Discos abridores de surco

¿Qué sucede si los discos abridores se desgastan?

Es fundamental controlar su desgaste, no perder de vista su punto de encuentro, de lo contrario podríamos estar mal formando el surco, dejando un fondo de surco en forma de W (Figura 8) y afectando el logro de plantas emergidas por razones de una menor humedad disponible para las semillas.

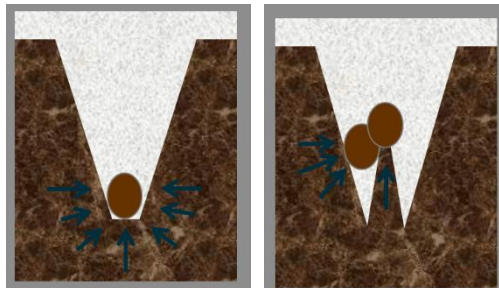


Figura 8. Imagen izquierda: fondo de surco correcto, Imagen derecha: fondo de surco en forma de W

¿Cómo se regula la profundidad de siembra?

El control de la profundidad en una siembra de pasturas no es nada fácil y factores como el control de carga y la velocidad de avance, son variables importantes al momento de tratar de obtener un alto logro de semillas emergidas. La carga del cuerpo debe ser baja, pero evitando que el cuerpo vaya saltando para lo cual la baja velocidad es clave, ello se puede lograr retirando el resorte estabilizador o bien bajando toda la tensión del cuerpo de siembra. En caso de elevar la presión, probablemente cambiará la profundidad de siembra cuando el suelo ofrezca menor resistencia, ya que el suelo generalmente se encuentra con alto

contenido de humedad para la época de comienzo de otoño y las ruedas niveladoras tiendan a enterrarse, cambiando así la profundidad de siembra, con la consecuente baja brusca de emergencia de plántulas.



Figura 9. Resorte estabilizador del cuerpo de siembra

Por ello es de gran importancia, no solo la maquinaria debe estar bien regulada, sino que el operador debe estar lo más capacitado posible y ser consciente de la labor que va llevar adelante, ya que un aumento de la velocidad por encima de los 5 km/h ocasionará una disminución en el stand de plantas logradas.

¿Cerrar o tapar el surco?

Bajo condiciones de humedad adecuada, la semilla puede depositarse a una profundidad aparente de 1-1.5 cm (Figura 10), para que luego, al ser cubierta por las ruedas tapadoras, alcance una correcta profundidad real, es decir, sólo debemos cerrar el surco evitando colocar tierra por encima o dejar hendiduras.

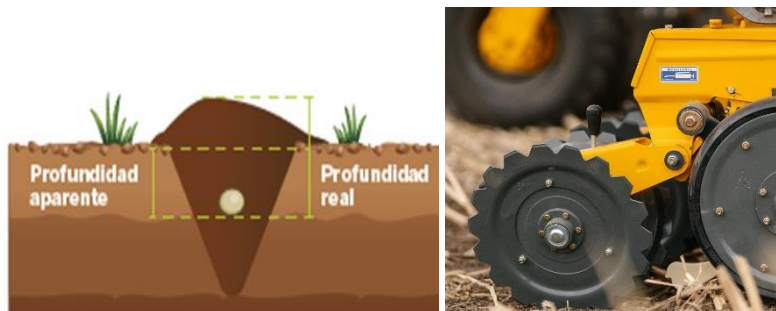


Figura 10. Operación de siembra tapando el surco

Sin embargo, al tratarse de siembra de semillas pequeñas, una alternativa, es retirar las ruedas tapadoras de la sembradora y utilizar sólo las *ruedas aprieta-semillas* o la *colita afirmadora de semillas* (Figura 11) De esta manera, se logrará hacer un surco profundo (surco aparente) para poder ubicar la semilla en una zona con mejor nivel de humedad. La profundidad real quedará definida por la tierra que se desmorona por encima de la semilla. El íntimo contacto de la semilla con el suelo se consigue por la presión que ejerce la *rueda aprieta-semillas* o la *colita afirmadora de semillas*, facilitando así la emergencia de la plántula.

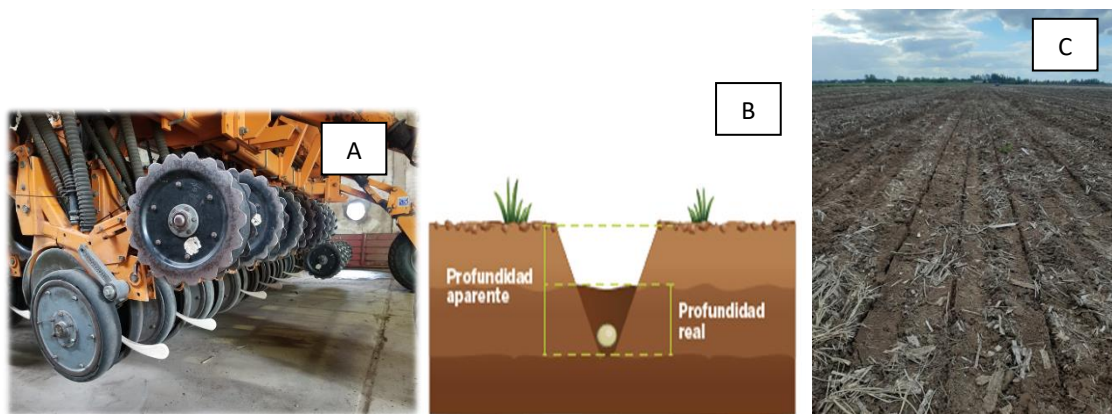


Figura 11. Operación de siembra sin cerrando el surco. A) retirado de ruedas tapadoras escotadas B) profunddas real y aparente de siembra c) Suco abierto si efecto de cerrado por rueda tapadora

Experiencia en INTA Manfredi

A mediados de marzo de 2021 en un lote de producción de la Unidad demostrativa de Producción de Alfalfa de la EEA INTA Manfredi, se llevó a cabo la siembra de una alfalfa paleteada sin reposo invernal, donde se *evaluó, como impacta la velocidad de siembra y regulación de la sembradora sobre la eficiencia de implantación del cultivo alfalfa*. El lote provenía de un rastrojo de trigo y la siembra se realizó en directa. Se utilizó una sembradora Agrometal de 27 líneas, con una separación de 17,5 cm de distancia entre líneas. La operación de siembra se realizó con la mitad de los cuerpos de siembra con rueda tapado (CRT) y la otra mitad sin rueda tapadora (SRT) y dos velocidades de siembra: 5 y 7 Km/h. La densidad de siembra fue 16 kg/ha de semilla peleteada o su equivalente a 435 semillas viables/m².

El periodo de evaluación fue desde marzo 2021 a abril 2022. Se cuantificó la velocidad de emergencia, N° plantas m⁻² hasta los 150 días de la siembra (DDS) y se estimó la eficiencia de implantación. Desde los 45 hasta los 150 DDS se cuantificó la biomasa de raíz y durante el primer ciclo productivo, desde octubre del 2021 hasta abril del 2022, en cada uno de los 6 cortes se realizaron muestreos de biomasa de forraje.

Como se observa en el Grafico 1, a los 3 días de la siembra el tratamiento a 5 Km/h SRT presentaba el 21% de las plántulas emergidas o con los cotiledones desplegados (Figura 12) mientras que en el resto de los tratamientos ese porcentaje fue apenas de 4%. Sumado a ello, a los 15 días de la siembra, el coeficiente ya alcanzaba aproximadamente el 60% de las plántulas emergidas.

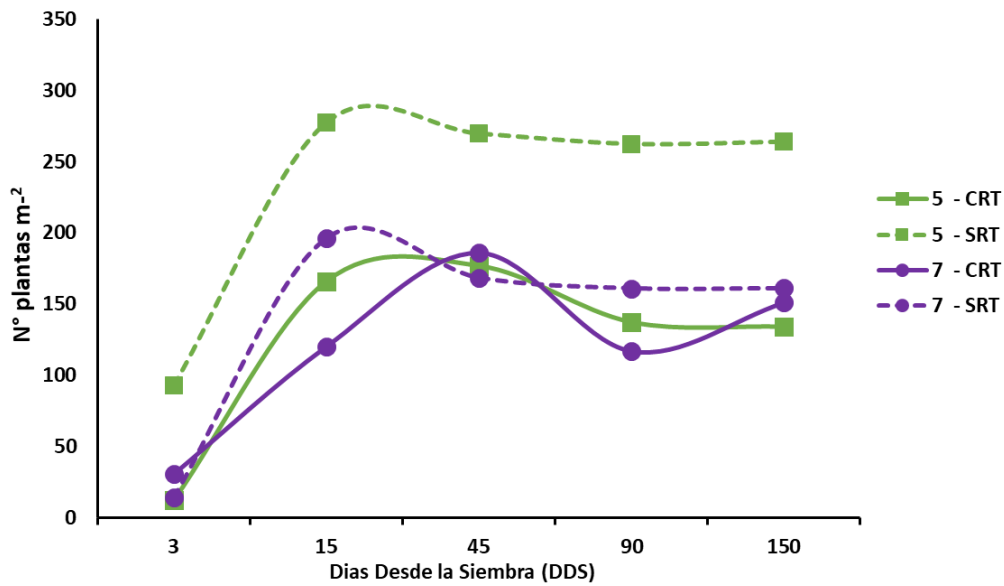


Grafico 1. Cuento del número de plantas/m² en función a Días Desde la Siembra (DDS) para dos velocidades de siembra: 5-7 km/h y forma de tapado de surco: Con y Sin Rueda Tapadora (SRT/CRT). EEA INTA Manfredi.



Figura 12. Plántulas de alfalfa con a 3 Días Desde la Siembra tres días de emergencia con diferente forma de tapado de surco SRT y CRT

Este comportamiento se mantuvo similar durante el resto de los conteos, llegando a los 150 DDS con 265 N° plantas m⁻² en el tratamiento de 5 SRT mientras que en el resto de los tratamientos fue de 149 N° plantas m⁻². Esto muestra que con siembras a 5 SRT logro duplicar la eficiencia de siembra alcanzado un valor de (60% vs 34%).

El efecto de una rápida emergencia y posterior establecimiento del cultivo, fue evaluado cuantificando la biomasa radicular, es decir, raíz + corona (Figura 13)

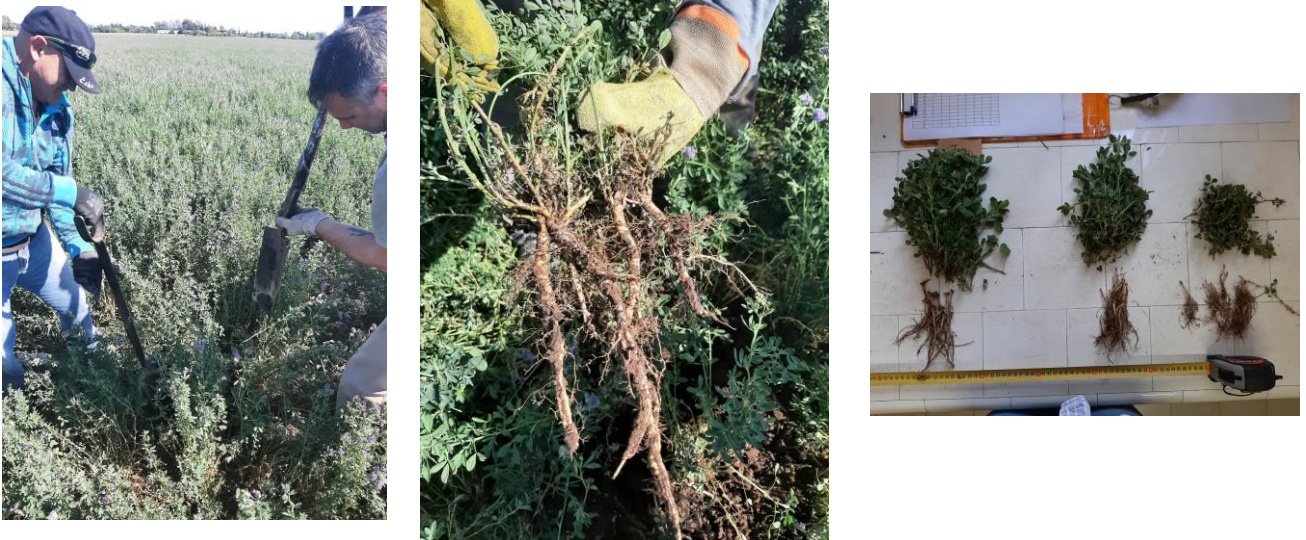


Figura 13. Proceso de muestreo y determinación de biomasa de raíz.

Como se muestra en el Grafico 2, la biomasa radicular alcanzó valores considerados como óptimos y fue en promedio de 400 g/m² o 4000 kg/ha, sin embargo, 5 SRT a diferencia del de los tratamientos, la biomasa radicular presentó menor coeficiente de variación indicando similar desarrollo entre plantas, consecuencia de una VE.

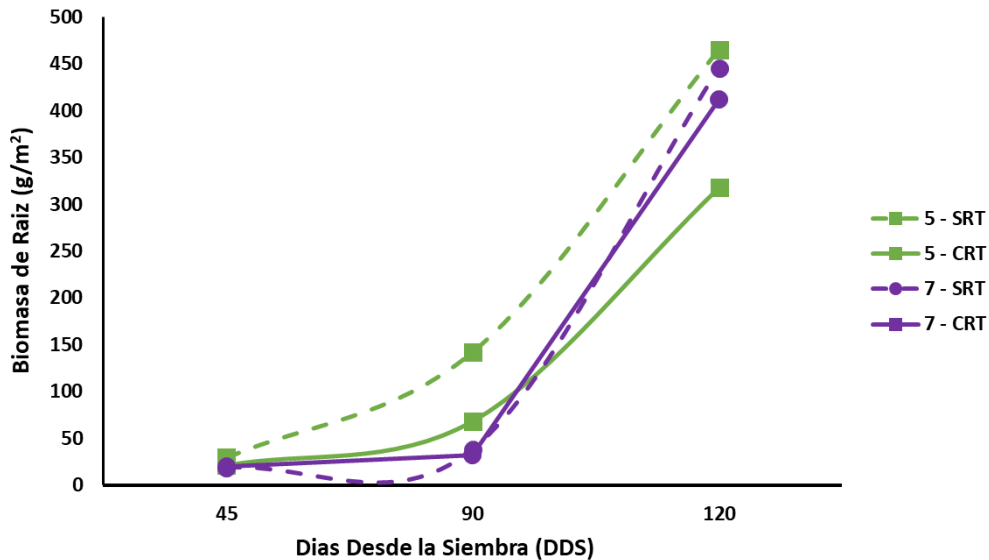


Grafico 2. Biomasa de raíz g MS/m² en función a Días Desde la Siembra (DDS) para dos velocidades de siembra: 5-7 km/h y forma de tapado de surco: Con y Sin Rueda Tapadora (SRT/CRT). Ciclo productivo 2021-2022. EEA INTA Manfredi.

En cuanto al rendimiento, durante el primer ciclo productivo del cultivo se cuantificó la biomasa de forraje promedio a lo largo de 6 cortes, y como muestra (Grafico 3) el tratamiento 5-SRT alcanzó en promedio un 28% más de rendimiento que el resto de los tratamientos.

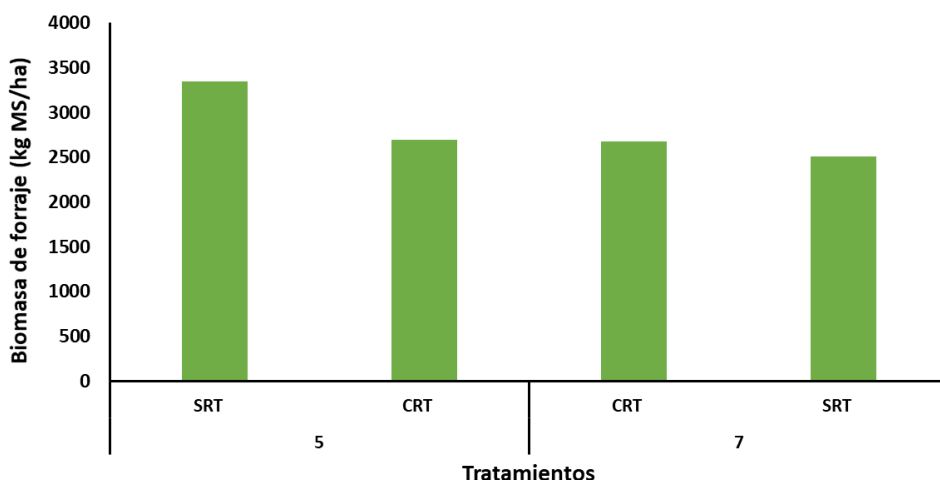


Grafico 3. Biomasa de forraje kg MS/m² promedio por corte para dos velocidades de siembra: 5-7 km/h y forma de tapado de surco: Con y Sin Rueda Tapadora (SRT/CRT). Valores promedio de 6 cortes. Ciclo productivo 2021-2022. EEA INTA Manfredi.

En base a los resultados anteriores y considerando las características de las semillas como la alfalfa y la disponibilidad de maquinaria para la siembra de pasturas; retirar las ruedas tapadoras y realizar la siembra a velocidades de 5 Km/h repercute positivamente en:

- **Mayor velocidad de emergencia:** A los 3 y 15 DDS el 21% y 60% de las plántulas se encontraban emergidas.
- **Se logró duplicar eficiencia de Implantación:** a los 150 DDS se cuantificaron un 50% más de plantas.
- **Mejor establecimiento del cultivo:** el efecto de una rápida emergencia y posterior establecimiento conlleva que las plantas se desarrollen de manera más uniforme. Esto se puede ver reflejado en la biomasa de raíz acumulada al primer corte.
- **Mayor producción de forraje:** En promedio, a lo largo del primer ciclo productivo (6 cortes), el rendimiento fue superior en un 28%.

Por lo tanto, en función a lo anterior y como vimos a lo largo de todo el informe, lograr una alfalfa productiva no es tarea sencilla, recordar que: no debemos descuidar los factores que inciden en la siembra e implantación y debemos capacitar a todo el personal involucrado.



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Por último... es de destacar que durante la siembra se define el 70% del éxito de las producciones futuras, sumado a ello, el costo actual de siembra e implantación en la región centro de país del cultivo es alrededor de 400-450 dólares/ha; por lo tanto, si también consideramos la eficiencia económica como retorno al capital invertido, notaremos que una baja eficiencia de implantación, no solo repercute en lo productivo, sino que también en lo económico.

Agradecimientos: A técnicos la Asociación Cooperadora y al personal de la EEA INTA Manfredi que colaboraron en las diferentes tareas de mantenimiento e implantación del cultivo, así como los posteriores muestreos realizado para este estudio

Bibliografía consultada.

AAPRESID. Evolución de la siembra directa en Argentina. Campaña 2019-2020. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/archivos/evolucion-siembra-directa2019-2020.pdf>

Bragachini, M.; Velez, J.P.; Casini, C.; Sanchez F.; Mendez,A.; Villaroel, D.; Scaramuzza, F.; Urrets Savalia, G.; Alvarez, C.; Basanta, M. Siembra Directa. Un aporte a la productividad y sustentabilidad ambiental. Actualización técnica N° 89. Noviembre 2016.

Olivo, S.; Mattera, J. Establecimiento de alfalfa: aspectos ecofisiológicos y agronómicos. En: BASIGALUP, D (Ed.). Investigación, producción e industrialización de la alfalfa en Argentina. Ediciones INTA 2023.

Scaramuzza, F. M; Olivo, S. M; Tourn, Santiago N. Las claves para una siembra de alfalfa eficiente. Informe Técnico. INTA. Marzo 2021.