



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor
Integrador I - Proyecto Específico II - Módulo III
Tecnología de Cosecha de Granos

Actualización Técnica N° 82 Febrero 2014

Neumáticos radiales vs diagonales



en equipos de cosecha

■ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Firestone



Donde nos necesites Vamos a estar junto a vos

A través del programa Fireagro accedé al servicio más completo y a un asesoramiento único en el mercado agrícola. Conocemos el valor de tu campo y sabemos cómo cuidarlo.

Sumate a Fireagro y aprovechá los beneficios.

Extensa Red comercial.

Una excelente atención personalizada al cuidado de tu campo.

Jornadas de Capacitación.

Se realizan a lo largo de todo el país para brindar el adecuado conocimiento y las herramientas para lograr un mejor aprovechamiento de los neumáticos en tu maquinaria.

Programa de Beneficios.

Cada vez que adquieras neumáticos y cámaras agrícolas Firestone en nuestros locales suma puntos para canjear por importantes premios.

Servicio de Emergencia al campo.

Vehículos equipados para brindar asistencia en tu lugar de trabajo.

Consultá tu punto de venta Fireagro más cercano



Firestone, siempre junto al campo argentino.

0800 222 3473

 Firestone Argentina

 @FirestoneAR

Neumáticos radiales vs diagonales en equipos de cosecha

Introducción:

Argentina es líder mundial en adopción de Siembra Directa, abarcando el 82% del área de cultivo (27,5 millones de hectáreas). Esta tecnología consiste en un sistema integral de producción de granos que evolucionó hacia la implantación del cultivo sin remoción de suelo y con una cobertura permanente sobre la superficie con residuos de cosecha.



Figura 1: Siembra directa en la Argentina.

La no remoción del suelo permite la conservación de la porosidad general y en particular la Bioporosidad. Los Bio-poros generados por lombrices y raíces son más continuos, menos tortuosos y más estables que los macroporos creados por las labranzas, resultando más efectivos para el movimiento del agua, aire y crecimiento de las nuevas raíces. Todo esto ayuda en el balance del agua en el perfil del suelo, produciendo menores pérdidas por evaporación, escurrimiento a su vez que se logra mayores niveles de infiltración, lo que se traduce en más agua disponible para los cultivos y mayor productividad.

De una manera sencilla, se puede diferenciar los poros según su tamaño (diámetro), en microporos, mesoporos y macroporos. Los primeros almacenan

agua de forma tal que no está disponible para la planta. Los segundos también participan en la capacidad de almacenaje pero de agua disponible para los cultivos, y los otros de mayor tamaño, los macroporos, hacen lo propio en el movimiento del agua, en la aireación y en la capacidad de enraizamiento. Los microporos y los mesoporos son definidos por la textura, es decir la proporción de arena, limo y arcilla, la cual es una propiedad que difícilmente pueda ser modificada. Los macroporos están vinculados a la estructura, que es la forma en que se ordenan las partículas minerales y orgánicas y pueden verse muy afectada por las técnicas de manejo utilizadas (Gil y Pozzi, 2009).

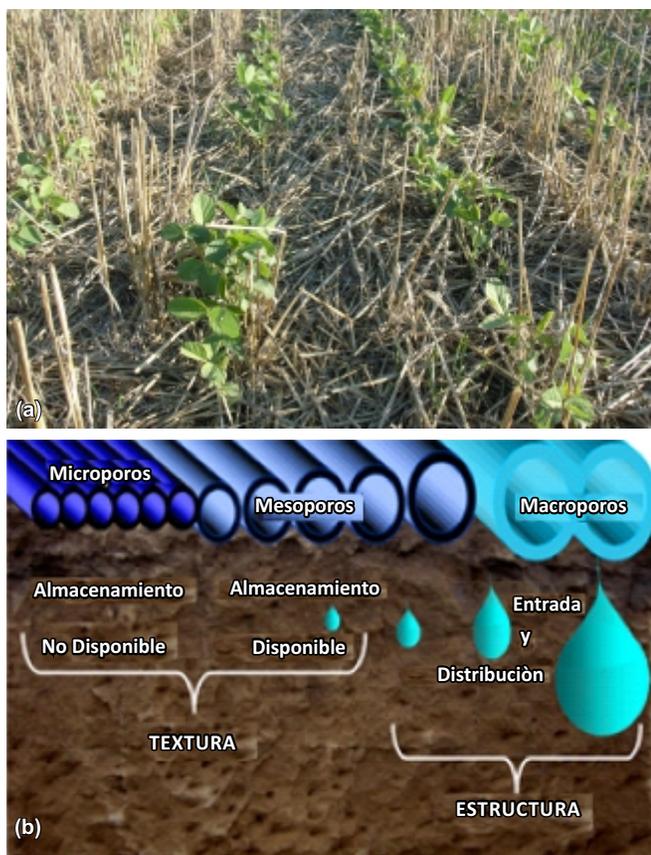


Figura 2: (a) Suelo en siembra directa. (b) Detalle de su perfil y esquema de los distintos tipos de poros. Fuente: Gil, 2010.

El pasaje de maquinaria sobre el suelo provoca varios efectos negativos, uno de ellos, es la compactación, definida como la resistencia que ofrece el suelo a ser penetrado por un objeto y representa una reducción en la cantidad y volumen ocupado por los poros. Esto disminuye la cantidad de aire y agua que puede retener el suelo, reduciendo su capacidad de infiltración, lo que impide el normal desarrollo de las

raíces. Además dificulta la distribución de agua, aire y nutrientes. En estas condiciones la planta posee menos cantidad de raíces para explorar el suelo y poder extraer agua y nutrientes, reduciendo el rendimiento final. (Bragachini et al, 2005).

Los neumáticos agrícolas, producen deformación del suelo en la interface rueda-suelo produciendo diferentes grados de compactación, donde los valores más altos se encuentran en la superficie de la huella y por debajo en el centro de la misma (Naderman, 1988; Jun et al. 1998).

En este sentido, queda claro que el crecimiento y rendimiento de un cultivo es afectado por el proceso de compactación. A continuación se describe cómo influye tanto en el desarrollo radicular como en la emergencia de plántulas.

Efectos de la compactación sobre la emergencia de plántulas

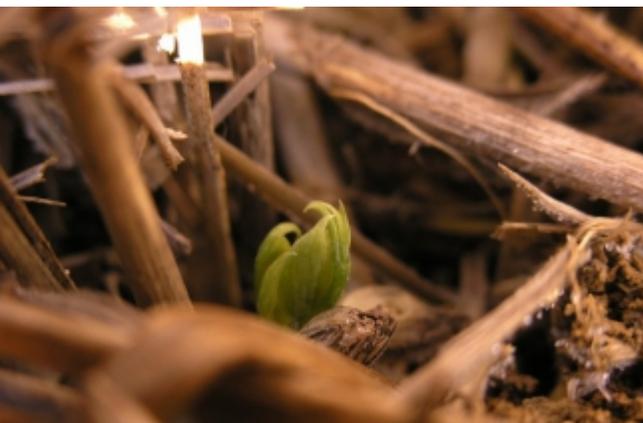


Figura 3. Plántulas de soja emergiendo entre el rastrojo.

La emergencia es afectada por el grado de compactación o resistencia de la capa de suelo que se encuentra por encima de la semilla (Figura 3), provocando muchas veces reducción de los rendimientos por mermas significativas del stand de plantas a cosecha. Un ensayo realizado en la Universidad de Iowa (EE.UU.), demostro que el maíz sembrado sobre las

huellas del tractor tuvo un 10% menos de emergencia y una reducción del 11% en el rendimiento posterior, comparado con el sembrado en aéreas no compactadas (citado por Bragachini et al, 1993).

En cultivos ya emergidos pueden existir problemas del pobre abastecimiento de agua o intercambio gaseoso; o por el contrario un exceso de humedad en la superficie, por periodos prolongados, puede ocasionar desarrollo de enfermedades. En suelos muy compactados es frecuente observar ahorcamiento del cuello de plantas jóvenes (Bragachini et al, 1993).

Existen diferencias entre especies vegetales, monocotiledóneas y dicotiledóneas, en cuanto a la habilidad para atravesar una capa endurecida.

Raghavan et al, (1978) al estudiar el efecto de compactación en maíz (*Zea mays* L.) concluye que el material sembrado sobre las huellas del tractor tuvo un 10% menos de emergencia, comparado con el sembrado en áreas no compactadas y que hubo una disminución de 13 qq/ha debido a la compactación causada por las cubiertas de las cosechadoras en un rendimiento promedio de 90 qq/ ha.

Efectos de la compactación sobre el desarrollo de raíces:

La velocidad de crecimiento de las raíces se ve limitada con el aumento de la densidad del suelo, por una mayor resistencia del mismo a la penetración.

Se asume que una resistencia del suelo, de 20 kg/cm² resulta crítico para el crecimiento de las raíces de los principales cultivos. Sin embargo desde el punto de vista de la extensión radical y el rendimiento de los cultivos, más que la medida de la máxima presión que puede ejercer las raíces, debe prestarse atención a las mínimas resistencias ejercidas por el suelo, que son capaces de alterar el desarrollo radical y con ello el abastecimiento de agua y nutrientes (Bragachini et al, 1993).

La compactación del suelo, además de limitar el desarrollo y crecimiento de las raíces, provoca, en aquellas que penetraron, deformaciones, estrangulaciones, curvamiento u otras anomalías morfológicas que alteran el sistema de conducción desde las mismas hacia la parte aérea (tallos, hojas y granos).

Estudios realizados por Giardinieri et al, (2004) en soja (*Glycine max* L.) y maíz (*Zea mays* L.) señalan que la densidad de 1,5 Mg/m³ disminuye un 30% el peso seco de las raíces y densidades de 1,70 Mg/m³ afecta a la soja produciendo la curvatura de la raíz y una disminución de peso seco en raíces superior al 56%.

Taylor y Brar (1991), señalan que cambios en la densidad del suelo no afectan directamente el desarro-

llo de las raíces, pero producen un efecto indirecto por los cambios en la distribución estructural, porosidad total, resistencia del suelo, conductividad hidráulica, y que aún, si el desarrollo radical es alterado por estos cambios, el crecimiento de las plantas puede ser normal si éstas son capaces de obtener suficiente cantidad de agua y nutrientes.

Incidencia del Tránsito sobre la superficie de suelo compactada:

Estudios realizados por el Proyecto INTA PRECOP Cosecha en distintos puntos del país (Ferrari, H. et al 2009), demuestran que el tránsito de la cosechadora más el tractor-tolero con neumáticos diagonales, generan una superficie de huellas en el lote de aproximadamente un 40 %. De esta superficie un 70 % conlleva en una compactación severa (mayor a 1,8 Mpa) impidiendo el normal desarrollo de los cultivos posteriores.

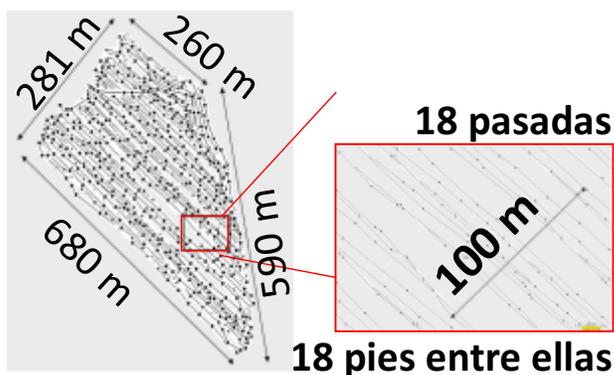


Figura 4: El tránsito de la cosechadora genera una superficie de huella en el lote del 35%.

Si la cosechadora no se encuentra equipada con sistemas de piloto automático, se genera una superposición de pasadas por subutilización del ancho del cabezal (tratando de evitar dejar sectores sin cosechar), que conducen a una reducción del ancho efectivo de trabajo de un 20 %, generando de esta manera un aumento significativo en el nivel de huelleado y compactado del lote.

Por otro lado cabe destacar que del 40 % de la superficie huelleada un 5 % es producto del tránsito del tractor con su tolva, por lo que si en la Argentina se implementasen en mayor grado trabajos de cosecha, sin que el tractor acompañe a la cosechadora durante la descarga, se podría reducir éste efecto de compactación a prácticamente cero.

Es importante destacar que los efectos de compactación de suelo provocado por el tránsito de la maquinaria de cosecha, pueden alcanzar acciones perjudiciales para el desarrollo de los cultivos hasta 30 cm de profundidad, lo cual es un daño muy difícil de revertir.



Figura 5: Un 5% de la superficie huelleada es producto del tránsito del tractor con la tolva.

Relación de la compactación del suelo con los rendimientos:

En base a los conceptos enunciados se deduce que los suelos compactados son menos productivos. Sin embargo la relación entre la compactación del suelo y los rendimientos no siempre es directa, debido a que interactúa una serie de factores como tipo de suelo, agua, aire y nutrientes en forma conjunta en los diferentes estadios de crecimientos de la planta. Independientemente del nivel de compactación, la planta puede responder satisfactoriamente cubriendo sus necesidades de agua, nutrientes y oxígeno, pero en la mayoría de los casos, el fenómeno de compactación atenta directa o indirectamente contra los requerimientos mencionados.

Estudios realizados en maíz por la Universidad de Purdue (EE.UU.), demostraron que sobre un rendimiento promedio de 90 qq/ha hubo una disminución de 13 qq/ha debido a la compactación producida por las cubiertas de la cosechadoras de la campaña anterior. Otros ensayos realizados durante tres años por la Universidad de Colorado (EE.UU.), demostraron que hubo una reducción del 26 % en el rendimiento del cultivo de poroto variedad "pinto", debido a la compactación causada por las cubiertas del tractor. Estudios realizados en la Argentina por el Proyecto INTA PRECOP Cosecha, sobre suelos Vertisoles de la provincia de Entre Ríos, demuestran efectos marcados de depresión del rendimiento del cultivo implantado sobre las huellas de la cosecha anterior, en comparación con los sectores sin huellas (Tabla 1) (citados por Bragachini et al, 1993)

En general se estima que las pérdidas de rendimiento causadas por la compactación del suelo pueden superar el 10-20% (Bragachini et al, 1993).

Debe quedar claro que la siembra directa empieza por la cosecha, adecuando la cosechadora al sistema para que distribuya los residuos (rastros) lo más parejo posible, y produzca durante su tránsito por el lo-

Tabla 1. Rendimientos en grano de Trigo, Soja y Maíz, en sectores compactados y no dentro del mismo lote y la diferencia porcentual.

Cultivo	Sin Huella	Huella	Diferencia	Diferencia
Trigo	3620 Kg	2607 Kg	1013 Kg	28 %
Soja	2592 Kg	1789 Kg	803 Kg	31 %
Maíz	11230 Kg	8913 Kg	2317 Kg	26 %

te las menores huellas y compactación del suelo, al igual que las tolvas auto-descargables y los tractores que conforman el equipo de cosecha.

Otro factor a tener en cuenta que ha incrementado los problemas de compactación, es que la agricultura moderna, especialmente la de la última década, ha conducido al empleo de cosechadoras, tractores y acoplados tolvas de mayor peso y tamaño. Por ejemplo, en el año 2005, las cosechadoras clase 4 (entre 180 y 214 hp) y 5 (entre 215 y 267 hp) que presentan un peso de entre 11.500 y 12.500 kg, eran las de mayor venta. Las clases 8 (375/410 hp) y 9 (+ de 462 hp) no se conocían. En la actualidad, las clases 6 (268/322 hp) y 7 (323/374 hp), cuyo peso ronda entre los 13.500 y 14.500 kg, se llevan el 62% del mercado y las maxi-cosechadoras (clase 8, 9 y 10), que presentan un peso de 16.500 kg, ya ocupan más del 20%. La principal causa de la compactación es la presión ejercida al suelo en los puntos de apoyo por los neumáticos de la maquinaria agrícola. Por ello es fundamental la correcta distribución del peso sobre el suelo.

Aunque algunas veces sea imperceptible, suelo y neumático se deforman mutuamente para dar lugar a la superficie de contacto sobre la cual se distribuye la carga. Esta área de contacto depende del diámetro y de la sección del neumático. A su vez, para neumáticos del mismo tamaño, depende de la flexibilidad de la carcasa y de la presión de inflado.

Disminuyendo la presión de inflado y cuanto mayor sea la flexibilidad de la carcasa, mayor será el aumento del área de contacto y menor la presión media ejercida sobre el suelo.

Por lo tanto, los parámetros que mayor relevancia tienen sobre la compactación desde el punto de vista de los neumáticos, son la presión de inflado y los parámetros constructivos de los mismos, como sus dimensiones, el tipo de carcasa (diagonal o radial) y su flexibilidad (Bragachini et al, 1993).

La presión específica, muy ligada a la presión de inflado, es la causante de la compactación de los estratos superficiales, por el contrario, la acumulación total de la carga, independientemente de la extensión de la superficie en la que se distribuye, causa la compactación de las capas más profundas, es decir a más de 30-50 cm (Hakanson, 1988; Smith y Dickson,

1990 y Botta et al, 2000) concluyen que la principal responsable de la compactación superficial es la presión de contacto rueda-suelo y la compactación sub-superficial se adjudica al peso por eje.

Para demostrar este efecto en sistemas en Siembra Directa, en enero del 2013 el Módulo INTA Tecnología en Cosecha de Granos en asistencia técnica de Bridgestone Argentina, realizó un ensayo comparativo entre la compactación que genera un neumático convencional con uno radial en una cosechadora de granos.

Objetivo:

Determinar el efecto producido por el tránsito de la cosechadora sobre la compactación del suelo, al montarla sobre neumáticos radiales y diagonales, con cargas de presiones de inflado diferente y definidas.

Materiales y métodos:

La experiencia se llevó a cabo el día 22 de enero del año 2013 en la Estación Experimental del INTA Manfredi, ubicado en la Localidad de Manfredi, provincia de Córdoba. El suelo a evaluar fue Franco Limoso, el cual pretende ser representativo de la región, priorizando la Serie Oncativo clasificada como Haplustol éntico.

El ensayo se realizó sobre un lote de rastrojo de maíz implantado mediante el sistema de siembra directa.

La cosechadora utilizada para ensayar los neumáticos fue una Don Roque 125M (Figura 4), equipada con un cabezal Flexifull 700 de 23 pie de ancho. Según la clasificación internacional de cosechadoras, ésta es una máquina Clase 4 dado que posee 185 HP (a 2.400 rpm). El sistema de trilla es de tipo convencional, con un cilindro de 125 cm de ancho y 52 cm de diámetro, un cóncavo de 0,60 m² (ángulo de abrace de 103°), sacapajas de 5 cuerpos y 6 saltos cada uno que otorgan una superficie de separación de 4,75 m², zaranda de primera limpieza de 2,10 m², zaranda de segunda limpieza de 1,66 m² y ventilador de limpieza con variador de velocidad continuo de 800 a 1.200 rpm. La tolva de granos posee una capacidad de 5.250 litros (4.200 kg). El tanque de combustible es de 415 litros y el peso total de la máquina con embocador (sin cabezal) es de 11.200 kg.

La capacidad de trabajo de esta máquina, expresado como índice de alimentación de grano es de 18 tn/h para cosecha de trigo, 23,5 tn/h para maíz, 16 tn/h para soja, 22 tn/h para sorgo y 9 tn/h para girasol.



Figura 6: Cosechadora Don Roque 125M cosechando soja.

Neumáticos Convencionales:

Los neumáticos diagonales, también llamados convencionales, poseen la carcasa compuesta por telas de nylon superpuestas y cruzadas unas en relación a las otras. Los cordones que componen estas telas son fibras textiles. En este tipo de construcción, los laterales son solidarios a la banda de rodamiento. Cuando el neumático gira, cada flexión en el área de pared, se transmite a la banda de rodamiento, adaptándola al terreno. Sus telas configuradas en forma diagonal le dan una estructura rígida con poca flexión que produce que no se pueda bajar las libras de inflado, generando que la presión de impacto de la cosechadora, tractor y tolva afecte directamente sobre la densificación del suelo.

Los neumáticos de bandas Diagonales utilizados en este ensayo fueron Firestone medida 24.5-32, de 12 telas (Pr), Diseño SAT 23° R-1 (Figura 7).

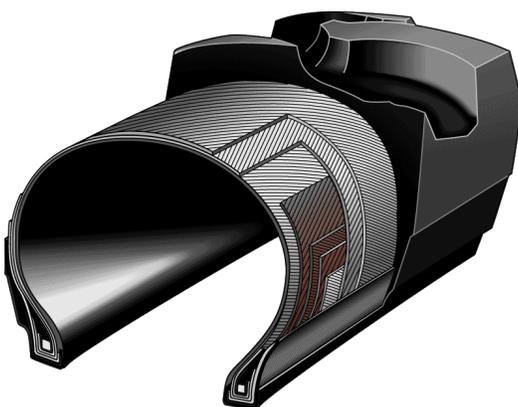


Figura 7: Esquema de la disposición de telas en neumático convencional.

Neumático Radial:

En el neumático radial, en cambio, las telas de la carcasa están dispuestas perpendiculares al plano de rodado y orientados en dirección al centro del neumático (Figura 8). La estabilización del suelo se obtiene

a través de telas auxiliares dispuestas bajo la banda de rodamiento. Por estar las telas de carcasa paralelas entre sí, no existe fricción entre las mismas, sólo flexión. En este tipo de neumático sus telas están dispuestas, como su nombre lo indica, en forma radial de talón a talón, lo cual le permite flexionar sin ningún problema. Esto hace que se pueda obtener un mejor contacto con el suelo, trabajando con menor presión de inflado, soportando mayor carga.

Los Neumáticos Radiales utilizados fueron Firestone medida 650/75 R32, de 172 L.I. B, Diseño Radial All Traction Deep Tread R-1W.

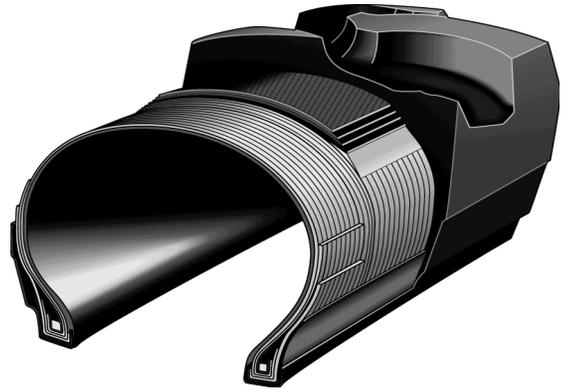


Figura 8: Esquema de la disposición de telas en neumático radial, dispuestas de talón a talón.

Durante el ensayo se trabajó primero con los neumáticos radiales y luego se procedió a realizar el reemplazo de esto por los diagonales (Figura 9).



Figura 9: Reemplazo de neumáticos Firestone 650/75 R32 diseño Radial All Traction Deep Tread R-1W .por Firestone 24.5-32, diseño SAT 23° R-1.

Los rodados traseros no se modificaron siendo los mismos, marca Firestone, de bandas diagonales medidas 16.9 – 24 en rodado 15”.

El diseño del ensayo se llevó a cabo con 4 tratamientos principales (3 de evaluación más un testigo de comparación). El primer tratamiento, denominado

R23, estuvo conformado por la compactación ejercida por la cosechadora equipada con neumáticos radiales inflados con la presión óptima de inflado para esa medida (23 libras) determinada por el fabricante. El segundo tratamiento (R40), correspondió a la compactación ejercida por la cosechadora con neumáticos radiales inflados con una presión excesiva de aire (40 libras). En el tercer tratamiento (D24), se utilizó la cosechadora con los neumáticos diagonales (convencionales), inflados a la presión óptima indicada por el fabricante (24 libras). El testigo (T) se conformó por una parcela representativa, alejada a 60 cm de la huella generada por la cosechadora, que se tomó como situación inicial en la cual no hubo tránsito de maquinaria.

El ensayo fue realizado de manera tal que, todos los factores incidentes en las determinaciones fueron igualadas para los tres tratamientos evaluados, con lo cual las diferencias observadas corresponden a la pisada de los neumáticos en cada tratamiento.

Los valores de peso y carga de la cosechadora, se tomaron utilizando una balanza portátil Vesta, de cuerpos individuales y datta logger incorporado. Esta prueba se realizó con la tolva cargada a más de la mitad de su capacidad, por lo cual, la cosechadora poseía en su interior 2.500 kg de grano de maíz (Figura 10).



Figura 10: Medición de peso de cosechadora DR 125M con balanza portátil Vesta.

Los muestreos de suelo se realizaron en el centro de la huella, seleccionados al azar, dentro de los sectores descritos por el tránsito de cada una de las situaciones de los tratamientos.

Las muestras se realizaron en cinco puntos transversales al paso del neumático (parcelas divididas), descritos como: centro de la huella (0C), 30 y 60 cm hacia el exterior desde el centro de la huella (30E y 60E), y, 30 y 60 cm hacia el interior de la trocha de la máquina (30I y 60I). De esta forma se percibió la transferencia lateral de la compactación ejercida

por los neumáticos. Las variables experimentales fueron Resistencia a la Penetración (RP) y Densidad aparente en seco (Dap).

La Resistencia a la Penetración fue medida por medio de penetrometría o resistencia a la penetración por índice de cono, para el cual, se utilizó un penetrómetro Eijkelkamp con datta logger incorporado y medición de la profundidad por ultrasonido, utilizando las medias de 10 repeticiones por subtratamiento (Figura 11).



Figura 11: Medición de resistencia a la penetración sobre huella por índice de cono

Los datos obtenidos con el penetrómetro se utilizan para determinar la compactación a través de la dureza y resistencia del suelo a la penetración. Debe tenerse en cuenta que estas mediciones no brindan una información directa sobre las variaciones de la resistencia mecánica con la humedad, ni detecta las características de la matriz porosa del suelo, es por ello que también se realizó en la prueba un análisis del perfil cultural del suelo y Densidad aparente en seco (Dap).

La Dap fue medida por el método del peso específico aparente, con cilindros estandarizados, registrando las medias de 5 repeticiones por cada profundidad y tratamiento (Figura 12y 13).



Figura 12: cilindros estandarizados para medición de densidad aparente.



Figura 13: Análisis del perfil cultural durante el ensayo.

Para estimar la superficie de contacto del neumático con el suelo, se recurrió al modelo de Mc. Kyes (1985), el cual utiliza como factores de determinación, el ancho de pisada, el diámetro del neumático y la firmeza del suelo.

En mecánica de suelos, el ensayo de compactación Proctor es uno de los más importantes procedimientos de estudio y control de calidad de la compactación de un terreno. A través de él es posible determinar la compactación máxima de un terreno en relación con su grado de humedad.

El ensayo consiste en compactar una porción de suelo en un cilindro con volumen conocido, haciéndose variar la humedad para obtener el punto de compactación máxima en el cual se obtiene la humedad óptima de compactación.

Para conocer el nivel de compactabilidad máxima del suelo en estudio, se tomó una muestra representativa del lote, de 6 Kg de peso conteniendo en ella el material correspondiente a una profundidad continua de 0 a 30 cm. Sobre ella se efectuó un test de Proctor con los resultados descritos en la figura 14.

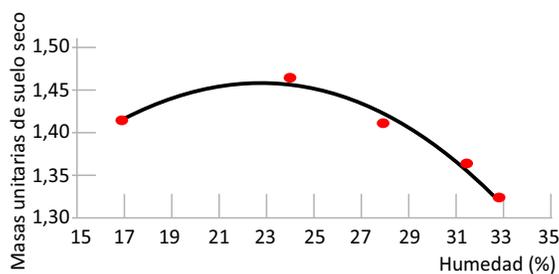


Figura 14: Curva de Compactación de la cual se obtiene la humedad óptima y la masa específica del suelo sobre el cual se efectuó el ensayo según test de Proctor.

Todos los resultados se analizaron mediante análisis estadísticos completos tomando la decisión del test a utilizar una vez alcanzados los resultados.

Resultados:

La cosechadora Don Roque 125M con el cabezal flexifull de 23 pies y cargada con 2.500 kg de granos de maíz (media tolva), presentó un peso en el eje delantero de 12.920 kg y en el eje trasero de 3.080 kg. El suelo presentó una humedad de 21%.

En la siguiente figura se muestran los valores de las medias totales de 5 repeticiones, con 7 muestreos transversales a la huella, de cada uno de los tratamientos de Resistencia a la Penetración medida por índice de cono (Figura 15).

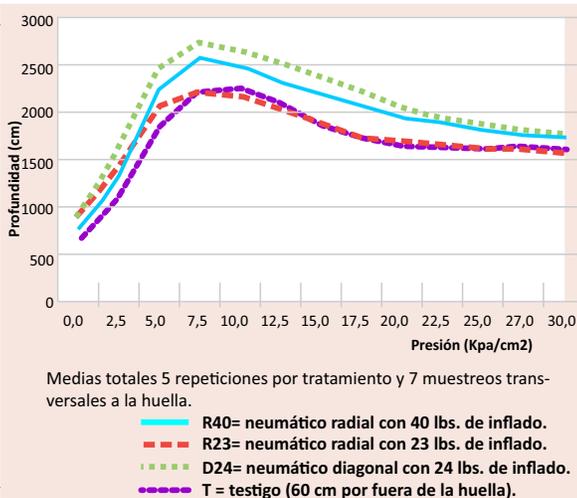


Figura 15: Medias realizadas para obtener los intervalos de confianza necesarios para el análisis estadístico del muestreo de Resistencia a la penetración

Si se observa el gráfico de Resistencia a la Penetración (Figura 15), el neumático diagonal (línea verde) y el neumático radial inflado con 40 libras (línea azul) entre los 7,5 y 10 cm de profundidad superan ampliamente la resistencia a la penetración, o sea, la compactación del suelo que presenta el suelo testigo (línea violeta) y la huella del neumático radial inflado con una presión correcta (línea bordó). Este último neumático está prácticamente a igual nivel de resistencia de penetración que el testigo.

Los resultados de Densidad Aparente medida por el método del peso específico aparente, se muestran a continuación en el siguiente gráfico. Estos valores fueron obtenidos con cilindros estandarizados, registrando las medias de 5 repeticiones por cada profundidad y tratamiento.

Observando la Figura 16, que muestra las medias del muestreo de Densidad Aparente de cada tratamiento, se observa una situación que ractifica los resultados presentados en Resistencia a la Penetración. La huella ocasionada por el neumático diagonal (D) produjo a los 10 cm, parte superficial del suelo, una compactación de 1,32 gr/cm³. Lo mismo ocurre a 20 cm

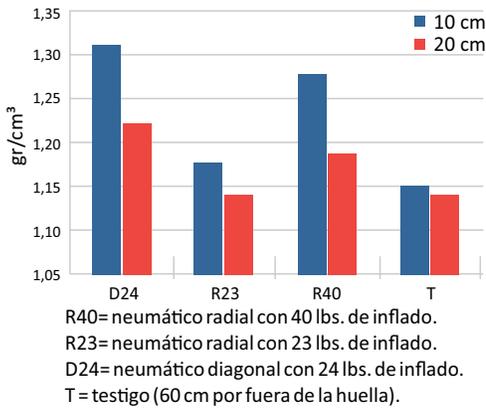


Figura 16: Medias realizadas para obtener los intervalos de confianza necesarios para el análisis estadístico del muestreo de Densidad aparente.

de profundidad, compactación sub-superficial, donde supera $1,2 \text{ gr/cm}^3$. La radial sobreinflada produjo una compactación superficial de $1,28 \text{ gr/cm}^3$ y sub-superficial de $1,18 \text{ gr/cm}^3$, a diferencia de cuando presentaba las libras recomendadas por el fabricante, donde logró reducir esos valores a $1,17 \text{ gr/cm}^3$ y $1,14 \text{ gr/cm}^3$, siendo este último un valor muy similar al testigo, lo que indica que no hubo en este tratamiento compactación sub-superficial.

Conclusiones:

La principal causa de la compactación es la presión ejercida al suelo en los puntos de apoyo por los neumáticos de la maquinaria agrícola, siendo fundamental por ello la correcta distribución del peso sobre el suelo.

Analizando el gráfico de Resistencia a la Penetración se puede afirmar que el neumático diagonal correctamente inflado, o el radial mal inflado (40 libras), compactan un 25 % más que un neumático radial bien inflado (23 libras).

Si comparamos la curva que describe la Resistencia a la Penetración de la huella del neumático radial bien inflado respecto al testigo (60 cm por fuera de la huella), se puede expresar que un neumático con este tipo de tecnología y en condiciones de uso adecuadas prácticamente no compacta el suelo.

Este hecho nos permite deducir que ese efecto de reducción del rendimiento en la huella se minimiza cuando se utiliza tecnología radial correctamente calibrada.

Por su diseño, los neumáticos radiales poseen una mayor flexibilidad de la carcasa, permitiendo aumentar el área de contacto y disminuir la presión media ejercida sobre el suelo. Lo mismo ocurre al utilizar un neumático radial con excesiva presión de inflado respecto a uno correctamente inflado (Figura 17).



Figura 17: Flexibilidad de carcasa de un neumático radial vs uno convencional, (mayor área de contacto y menor presión ejercida sobre el suelo).

Queda demostrado en esta prueba, que para neumáticos de mismo tamaño, la flexibilidad de la carcasa (diagonal o radial) y la presión de inflado influyen en la superficie de contacto sobre la cual se distribuyen las cargas (peso de la cosechadora).

Los resultados de Densidad Aparente demuestran que a nivel superficial el neumático diagonal produjo un 13% de compactación, el neumático radial sobreinflado un 11% y mientras que el radial con 23 libras solo el 1,8%. A los 20 cm de profundidad el diagonal compactó un 8%, el radial con 40 libras un 5% mientras que el radial correctamente inflado no produjo compactación a este nivel sub-superficial. Según Bragachini et al (1993), la compactación de los estratos superficiales está causada por la presión específica (que está estrechamente correlacionada con la presión de inflado), mientras que la compactación de los estratos más profundos (a más de 30-50 cm), está determinada solamente por la acumulación total de la carga, independientemente de la extensión de la superficie en la que se distribuye.

Debe destacarse que esta prueba comparativa se realizó con una humedad del suelo del 21%, lo que indica la presencia de un suelo duro, con poca capacidad de deformación. Si dicho ensayo se hubiese realizado sobre un suelo más húmedo (25%), o sea más blando y con menor capacidad portante, el neumático diagonal y el radial mal inflado, ya sea por su carcasa más rígida o por la mayor presión de inflado respectivamente, se hubiesen comportado como una rueda rígida que se hunde en el terreno hasta crear una superficie de contacto lo suficientemente amplia como para sostener la carga.

Claves para disminuir la compactación de los equipos de cosecha en siembra directa

Tránsito de la cosechadora en el lote

Como es conocido, normalmente el extremo izquierdo del cabezal de la cosechadora esta subutilizado, dado que se deja una fracción sin utilizar para evitar dejar de levantar las famosas zonas sin cosechar, conocidos como “chanchos o cuñas”. Esta subutilización genera un 5% más de huellas por superposición de pasadas, además de incrementar el consumo de combustible y disminuir la capacidad de trabajo de la máquina.

Una alternativa para eficientizar la circulación de la cosechadora en el lote y minimizar los efectos que genera la compactación de la cosecha, es implementar la adopción de pilotos automáticos, los cuales permiten operar con alta eficiencia en máquinas con gran ancho de cabezal. Un ejemplo concreto es cuando se cosecha con un cabezal de 35 pie de ancho (10,6 m), y se deja entre 0,5 y 1 m de ancho de la plataforma vacía sin cortar, lo que se traduce en un 5-10% menos de ancho efectivo de labor por pasada (Figura 18).



Figura 18: Cosechadora guiada con auto-guía trabajando con el cabezal a pleno ancho

Cuando se trabaja sobre suelos más húmedos, planificar la descarga en los acoplados-tolva en las cabezas, evitando así el tránsito pesado dentro del campo. En siembra directa, los acoplados-tolvas deben evitar la utilización de neumáticos con dibujos que agreden a la cobertura del suelo (rastrojo), ya que se puede reducir la protección del suelo y aumentando la agresividad de presión sobre el suelo y el huelleado. Si no hay necesidad de tracción se deben utilizar siempre dibujos menos agresivos posibles como los Diseños ANS R-3 (Figura 19).



Figura 19: Cubierta ANS Tractor R-3

El equipamiento más conveniente para trasladar los granos son los acoplados-tolvas de un solo eje, dado que cargan el peso en el tren trasero del tractor de forma más dinámica. Tener la precaución que ante situaciones de falta de piso no deben ser cargados a su máxima capacidad.

Los tractores ideales para traccionar las tolvas son los 4x4 articulados o con tracción asistida equipados con duales en el tren trasero y en lo posible neumáticos de estructura RADIAL, que a menor presión de inflado soportan mayor capacidad de carga. Esto confiere una mayor armonía de presión sobre el suelo a todo el equipo, además de lograr buena transitabilidad, buena capacidad de tracción y reducir el huelleado.

Los camiones no deben entrar al lote bajo ninguna circunstancia, deben estar ubicados en los caminos.

Neumáticos Radiales duales

La marcada tendencia hacia mayor capacidad de trabajo en los nuevos modelos de cosechadoras y su consecuente aumento en el tamaño de la máquina, ha generado serios inconvenientes para el tránsito de las máquinas por las rutas de nuestro país.

Vialidad Nacional aclara en el Anexo II del Decreto 78/98 (Ley Nacional de Tránsito 24.449), las normas para la circulación de la maquinaria agrícola, donde establece en el punto 5.1 que el ancho máximo de la maquinaria agrícola autopropulsada para circular en ruta es 3,50 m. Para ello debe contar con los seguros y permisos de tránsitos correspondientes. Está ley además establece que la maquinaria agrícola cuyo ancho esté comprendido entre los 3,50 m y los 3,90 m deberá ser transportada en carretón, debiendo contar para ello con un permiso especial de la autoridad vial competente. La maquinaria que supere los 3,90 m de ancho, será considerada como una carga de dimensiones excepcionales y deberá cumplir para su traslado con las condiciones de seguridad que determine la autoridad competente como lo es por ejemplo la necesidad de que el camión sea precedido por un auto-guía. Los permisos de tránsito de ma-

quinaria autopropulsada y de carretones se realizan en la Secretaría de Transporte de la Nación y Vialidad Nacional, llamado “permiso blanco”.

Entre las posibles soluciones a esta problemática, se recomienda utilizar neumáticos duales. Este sistema brinda una mayor flexibilidad a la hora de realizar el traslado, dado que se pueden extraer los neumáticos externos, reduciendo así el ancho de la máquina.



Figura 20: Equipar a la máquina con neumáticos duales brinda una mayor flexibilidad a la hora del traslado.

Los neumáticos duales permiten distribuir la carga Total por eje en 4 neumáticos en lugar de 2. Según Bragachini (1993), esta distribución disminuye la compactación en profundidad, pero la aumenta en ancho, resultando una mayor superficie compactada. Con esto se expresa que los sistemas duales no reducen la compactación, sólo permiten distribuir el peso en un área mayor, lo que mejora la flotación pero incrementa el área de suelo compactado”.



Figura 21: Los neumáticos duales, respecto a los simples, disminuyen la compactación en profundidad pero incrementan la superficie compactada.

Además de mejorar la flotabilidad, las cosechadoras equipadas con neumáticos duales poseen una mejor estabilidad lateral, lo que aumenta la eficiencia de trabajo al permitir realizar un avance con menores fluctuaciones (Figura 22).



Figura 22: Cosechadora equipada con neumáticos duales. Para realizar el traslado se pueden desmontar las ruedas externas.

Neumáticos FLOTATION 23° DEEP TREAD

Son neumáticos especiales de alta flotabilidad y baja presión de inflado, uso sin cámara, poseen un ancho de sección acorde al servicio de Alta flotación, estructura capaz de contener un gran volumen de aire y una carcasa pensada para brindar alta tracción, bajos índices de compactación, basados en Diseños exclusivos de tecnología 23°, que entrega en servicio la mejor combinación de tracción, baja compactación e ideal poder de auto-limpieza. Diseño de hombros redondeados, mayor cantidad de tacos por neumático, estructura desarrollada con nylon de alta tenacidad.

Se deberá consultar con el fabricante o con su representante más cercano, a fin de establecer limitaciones de servicio en casos puntuales de terrenos muy barrocos y/o anegados. Diseño DEEP TREAD que brinda una profundidad de dibujo extra-profundo, para la mayor variedad de suelos de nuestro extenso territorio.

Otra opción son los neumáticos radiales de alta flotabilidad con Diseño de tacos MULTIGRADO, como RADIAL DEEP TREAD 23° R-1W, RADIAL ALL TRACTION DT- R-1W, RADIAL 9000, PERFORMER Y MAXI TRACTION, estos son neumáticos un poco menos costosos que los de Alta Flotación, llevan algo más de presión de inflado. Permiten aumentar la flotabilidad con respecto a los neumáticos radiales tradicionales, reducir el huellado en siembra directa. La recomendación es el uso del Diseño R-1W de tacos más profundo y tecnología 23° y Multigrado, obteniendo máxima tracción, menor índice de compactación y una excelente auto-limpieza.



Figura 23: Línea de neumáticos Firestone FLOTATION 23° DEEP TREAD

Reglas generales para cosechar en un sistema de Siembra Directa continua

1. Siempre se deberá tener en cuenta que la mejor respuesta para una mayor capacidad de carga, menor índice de compactación, óptima pisada, ahorro de combustible y la entrega de la mejor tracción y diseño de auto-limpieza estará en un neumático RADIAL.

2. El 70% de la presión total ejercida por el paso sucesivo de varias ruedas por el mismo lugar, lo ejerce siempre la primera pisada, de allí la importancia que tanto la cosechadora, como el tractor y las tolvas autodescargables tengan presión uniforme de inflado en sus neumáticos. Desarrollar sistemas de tránsito controlado.

3. En acoplados-tolvas se debe evitar la utilización de neumáticos con dibujos, que agreden a la cobertura del suelo.

4. La compactación está estrechamente relacionada con la textura del suelo y con el contenido de humedad del mismo. Mientras más húmedo y arcilloso sea el suelo, mayor será la densificación lograda por una misma presión específica sobre el suelo.

Los suelos arcillosos que contiene arcilla plásticas se descompactan más fácilmente que los suelos arenosos.

5. La mayor presión que puede ejercer un neumático sobre el suelo es su presión de inflado. Mayor presión de inflado significa mayor presión al suelo por ende mayor compactación.

Ensayo de compactación en Equipos de Cosecha elaborado por módulo INTA Tecnologías de Cosecha de granos, en asistencia técnica con Bridgestone Argentina S.A.I.C.

Se agradece la colaboración de Vassalli Fabril S.A y Levis Oldani Neumáticos S.A.

Autores:

Ing. Agr. Ing. Agr. M. Sc. **Hernán Ferrari** (INTA C. del Uruguay),
Ing. Agr. **Federico Sánchez** (INTA Manfredi), Ing. Agr. **José Peiretti** (INTA Manfredi), M. Sc **Mario Bragachini** (INTA Manfredi), Ing. Agr. **Juan José de Battista** (INTA Concepción del Uruguay) y **Santiago Abrate Airaldo**

Diagramación: Téc. Mauro Bianco

Participaron del ensayo: Ing. Agr. Marcos Bragachini (INTA Manfredi), Ing. Agr. Fernando Ustarroz (INTA Manfredi).

Técnicos pertenecientes al Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor Integrador I - Proyecto Específico II - Módulo III Tecnología de Cosecha de Granos

Asistencia Técnica: Rubén Sargiotti (Bridgestone Argentina S.A.I.C.), Andrés Gabrielli (Bridgestone Argentina S.A.I.C.), Miguel Angel Caragliano (Bridgestone Argentina S.A.I.C.).

Bibliografía:

- BOTTA, G. F.; JORAJURÍA, D.; DRAGHI, L.; DAGOSTINO, C. 2000. . La profundidad de huella, el número de pasadas y la resistencia a la penetración del suelo. Avance en Ingeniería Agrícola. Ed. FAUBA. 670 pp.
- BRAGACHINI, M; CASINI, C. (2005). Soja, Eficiencia de Cosecha y Postcosecha. Manual Técnico N°3. INTA PRECOP. EEA Manfredi.
- BRAGACHINI, M; BONGIOVANNI, R; LJUBICH, M; GIL, R; BONETTO, L; BIRÓN, A. (1993). Sistema de traslado de equipos de cosecha para reducir la compactación. Actualización técnica N° 12. INTA EEA Manfredi.
- FERRARI, H.; POZZOLO, O.; HIDALGO, R.; SANTAJULIANA, H.; FERRARI, C. Y BOTTA, G. 2009. Huelleado y compactación de suelo provocado por el tránsito de la maquinaria utilizada durante la cosecha. Libro CADIR 2009. Rosario - Arg. pp 103.
- GIARDINIERI, N.; GUTIÉRREZ, N.; VENIALGO, C. 2004. Influencia de la compactación sobre el crecimiento radical en maíz y soja. Universidad Nacional Del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen A-073.
- GIL, R; POZZI, R. (2009). Siembra Directa. Cap 2: Procesos de los suelos en Siembra Directa. AACREA. pp 25-31. Buenos Aires.
- HAKANSSON, I.; VOORHES, W.; RILES, H. 1988. Vehicle and wheel tractors influencing soil compaction and crops in different traffic regimes. Soil and Tillage 11 (3-4) 239–282.
- MC KYES, E. 1985. Soil cutting and tillage. Elsevier Science . Amsterdam. Netherlands. p. 217.
- NADERMAN, G. C. 1988. Subsurface compaction & subsoling in North Carolina. Extension soil North Carolina State University. pp 19.
- RAGHAVAN, G. S. V.; MC KYES, E.. 1978. Vehicle compaction for agricultural tire. Transaction of the ASAE. Vol 20 2 pp 218 – 220.
- SMITH, D.; DICKSON, J. 1990. Contributions of weight and ground pressure to soil compaction. Journal of Agricultural Engineering Research. 46 13–29.
- TAYLOR, H. M. Y BRAR, G. S. 1991. Effect of soil compaction on root development. Soil & Tillage Research. pp 111-119.

INTA EEA Manfredi (03572) 493039 / 53 / 58
Ruta 9 Km. 636 (5988) Manfredi / Pcia. de Córdoba
precop@correo.inta.gov.ar
Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini (bragachini.mario@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Andrés Méndez (mendez.andres@inta.gov.ar)
Ing. Agr. José Peiretti (peiretti.jose@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Federico Sánchez (sanchez.federico@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Gastón Urrets Zavalía (gaston_urrets@hotmail.com)
Mauro Bianco Gaido (biancogaido@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Justiniano Posse (EEA Marcos Juárez)
(03537) 471331- Av. Libertador 1100 (2553)
Justiniano Posse. Pcia. de Córdoba.
Ing. Agr. Alejandro Saavedra (intaposse@mjuarez.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Lisandro Errasquin (precopjposs@mjuarez.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Ricardo M. Alladio (alladio.ricardo@inta.gov.ar)

INTA AER Laboulaye (EEA Marcos Juárez)
Ing. Agr. Alejandra Canale (intalaboulaye@mjuarez.inta.gov.ar)

INTA AER Adelia María (03584) 15497482
Hipólito Yrigoyen 30 (5843) Adelia María. Pcia. de Córdoba
Lic. Jorge Alegre (jorgealegre@huanchilla.com.ar)

INTA AER Río Cuarto (0358) 4640329
Mitre 656 (5800) Río Cuarto. Pcia. de Córdoba
Ing. Agr. M.Sc. José Marcellino (intariocuarto@fibertel.com.ar)

INTA EEA Pergamino (02477) 439069
Ruta 32 Km. 4,5 (2700) Pergamino. Pcia. de Buenos Aires
Ing. Agr. Néstor González (ngonzalez@pergamino.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Javier Elisei (jelisei@pergamino.inta.gov.ar)

INTA EEA Balcarce (02266) 439100
Ruta 226 Km. 73,5 C.C. 276 (7620) Balcarce. Pcia. de Bs. Aires
Ing. Agr. Ph.D. Ricardo Bartosik (bartosik.ricardo@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Leandro Cardoso (lcardoso@balcarce.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Diego de la Torre (delatorre.diego@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Bernadette Abadía (abadia.mariab@balcarce.inta.gov.ar)
Tec. Pedro Ibañez (ibanez.pedro@inta.gov.ar)

INTA EEA Barrow (02983) 431081 / 431083
Ruta Nac. 3 Km 488 C.C. 50 (7500) Tres Arroyos. Pcia. de Bs. As.
Ing. Agr. José Massigoge (massigoge.jose@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Dario Ochandío (ochandio.dario@inta.gov.ar)

INTA EEA Rafaela (03492) 440121
Ruta 34 Km. 227 (2300) Rafaela. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. Juan Giordano (giordano.juan@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Nicolás Sosa (sosa.nicolas@inta.gov.ar)

INTA EEA Sáenz Peña (03732) 438101-05
Ruta 95 Km. 1108 (3700) Sáenz Peña. Pcia. de Chaco
Ing. Agr. Vicente Rister (rister.vicente@inta.gov.ar)
Ing. Agroind. Carlos Derka (derka.carlos@inta.gov.ar)

INTA EEA Las Breñas (03731) 460033 / 460260
Ruta Nac. 94 (3722) Las Breñas. Pcia. de Chaco.
Ing. Agr. Marcelo Pamies (pamies.marcelo@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Ulises Loizaga (uloizaga@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Tres Isletas (03732) 461168
Bolivia 115 (3703) Tres Isletas. Pcia. de Chaco.
Ing. Agr. Héctor Rojo Guinázú (guinazu.hector@inta.gov.ar)

INTA AER Pampa del Infierno (03732) 497499
9 de Julio 558 (3708) Pampa del Infierno. Pcia. de Chaco.
Ing. Agr. Edgardo Leonhardt (javileonhardt7@hotmail.com)

INTA EEA Famaillá (03863) 461048
Ruta Prov. 301 Km. 32 - C.C. 9 - (4132) Famaillá. Pcia. de Tucumán
Ing. Agr. Luis Vicini (lvicini@correo.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Pablo Saleme (psaleme@correo.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Ricardo Rodríguez (rodriguez.ricardo@inta.gov.ar)

INTA EEA Oliveros (03476) 498010 / 498011
Ruta Nacional 11 Km. 353 (2206) Oliveros. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. Roque Craviotto (rcraviotto@arnet.com.ar)
Lic. Melina Covacevich (mcofacevich@oliveros.inta.gov.ar)

INTA AER Totoras (03476) 460208
Av. Maipú 1138 - C.C. 48 - (2144) Totoras. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. José Méndez (atotoras@correo.inta.gov.ar)
Ing. Agr. Alicia Condori (acondori@correo.inta.gov.ar)
Ing. en Alim. Cecilia Accoroni (caccoroni@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Reconquista (03482) 420310
Ludueña 765 (3560) Reconquista. Pcia. de Santa Fe
Ing. Agr. Arturo Regonat (aregonat@correo.inta.gov.ar)

INTA AER Crespo (0343) 4951170
Calle Nicolás Avellaneda s/n - Acceso Norte - Predio Ferial del Lago
(3116) Crespo. Pcia. de Entre Ríos
Ing. Agr. Ricardo De Carli (decarli.ricardo@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Enrique Behr (behr.enrique@inta.gov.ar)

INTA EEA Concepción del Uruguay (03442) 425561
Ruta Provincial 39 Km 143,5 (3260). Concepción del Uruguay
Pcia. de Entre Ríos
Ing. Agr. M. Sc. Hernán Ferrari (ferrari.hernan@inta.gov.ar)
Ing. Cecilia Ferrari (mferrari@concepcion.inta.gov.ar)

INTA EEA Anguil (02954) 495057
Ruta Nac. Nº 5 Km 580 - C.C. 11 - (6326) Anguil. Pcia. de La Pampa
Ing. Agr. Mauricio Farrell (farrell.mauricio@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Néstor Juan (juan.nestor@inta.gov.ar)

INTA EEA Salta (0387) 4902224 / 4902087
Ruta Nac. 68 Km. 172 (4403) Cerrillos. Pcia. de Salta
Ing. Agr. Ph.D. Mario De Simone (desimone.mario@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Adriana Godoy (godoy.adriana@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Gabriela Valdez (valdez.gabriela@inta.gov.ar)
Ing. Agr. Marcela Martínez (marcelamartinez@correo.inta.gov.ar)

INTA EEA San Luis (02657) 433250
Rutas Nac. 7 y 8 (5730) Villa Mercedes. Pcia. de San Luis
Ing. Agr. Benito Coen (abcoen@sanluis.inta.gov.ar)

toda la tecnología al alcance de la mano...

www.cosechaypostcosecha.org

Universidad Nacional de Cuyo
 Facultad de Ingeniería y Ciencias
 Agrícolas de Mendoza

12º Curso Internacional de Agricultura de Precisión
 Expo de Máquinas Precisas

4ª Jornada de intercambio de experiencias y conocimientos en el uso de tecnologías de precisión

5ª Jornada Nacional de FORRAJES CONSERVADOS

Aproximación al Orzop

El Orzop es un cereal que se produce en la zona de Cuyo y es un alimento muy nutritivo para el ganado. Su cultivo requiere de técnicas específicas de manejo y cosecha. Este artículo describe los aspectos más importantes de su producción y uso.

La producción de orzop en la zona de Cuyo ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años. Esto se debe a la alta demanda de este alimento por parte del sector ganadero. Sin embargo, la producción aún enfrenta algunos desafíos, como la falta de información técnica y el uso de tecnologías obsoletas.



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

La agricultura de precisión permite a los productores tomar decisiones basadas en datos para mejorar la eficiencia de sus operaciones. Esto incluye el uso de mapas de rendimiento y sistemas de riego de precisión.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

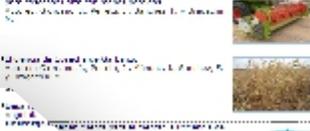
Cursos



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.



Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Noticias

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

Este artículo describe el uso de tecnologías de precisión en la agricultura de precisión. Se detallan las ventajas de utilizar sensores, GPS y sistemas de navegación para optimizar el rendimiento y reducir costos.

A vertical sidebar containing various logos and social media links, including INIA, Facebook, Twitter, and YouTube.

www.agriculturadeprecision.org

Firestone

MAYOR PRODUCTIVIDAD

Tu desafío es incrementarla y el nuestro ayudarte a conseguirlo.



NEUMÁTICOS

Más ahorro, mayor tracción, y mejor confort de marcha.



FIREAGRO

El nuevo concepto de soluciones a través de nuestra exclusiva red donde y cuando lo necesites.



FIRESTONE UNIVERSITY

Una herramienta para que puedas conocer cómo alcanzar tu máximo rendimiento.

Firestone
80 AÑOS
*Produciendo para
nuestro Campo*