

RECOMENDACIONES BASADAS EN RENTABILIDAD, MANTENIMIENTO O MEJORA DEL SUELO Y RESPETO AL MEDIO AMBIENTE

Pasos a seguir para elaborar un plan de fertilización para el cereal de invierno

Se presentan en este artículo las conclusiones obtenidas por INTIA, anterior ITG Agrícola, durante treinta años en los que se ha ensayado el comportamiento de los principios agronómicos para una correcta fertilización del cereal en las condiciones de

cultivo de Navarra. Estas recomendaciones no serán aplicables al pie de la letra en todas las situaciones, pero estamos seguros de que pueden servir como referencia en otras circunstancias con pequeñas adaptaciones.

Jesús Irañeta, Lucía Sánchez y Ángel Malumbres.

INTIA. Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias.

La gran diversidad de condiciones en que se cultiva el cereal (clima, suelo, variedad, rotación de cultivos, etc.) impiden establecer una recomendación general de fertilización válida para todos los casos. Sin embargo, existen una serie de principios básicos de gran utilidad para razonar el abonado.

Como es sabido, INTIA cuenta con una participación activa de los agricultores, por lo tanto las recomendaciones se realizan en base a tres objetivos:

- Rentabilidad del agricultor.
- Mantenimiento o mejora de la fertilidad del suelo.
- Respeto al medio ambiente.

Dinámica de los nutrientes

Aunque Navarra sea una comunidad de reducida superficie, dispone de una gran diversidad de clima y suelos por lo que hemos tenido que repetir los ensayos en distintas situaciones. Consideramos, por tanto, que los resultados pueden ser aplicables en amplias zonas agrícolas.

Tradicionalmente en el abonado de cereales se habla por una parte de los nutrientes ne-



cesarios, habitualmente nitrógeno, fósforo y potasio, pero en este artículo vamos a incluir el azufre porque se trata de un elemento cuya carencia se va generalizando y afectando a extensas zonas geográficas, al menos Castilla y León, País Vasco y Navarra. Por otra parte, respecto al momento de aplicación se habla del abonado de fondo, previo a la siembra, y el de cobertura, con el cultivo implantado.

Para razonar el momento idóneo de aporte de cada uno de los elementos fertilizantes, se presenta una breve descripción de su funcionamiento en suelo y planta. En este sentido, por su similitud de comportamiento, podemos hacer dos grupos con los elementos que hemos mencionado.

La dinámica del fósforo y potasio se puede resumir en:

- Las extracciones del cultivo son muy estables por tonelada de producción.

- En suelos normalmente provistos es suficiente con devolver lo exportado por la cosecha para garantizarnos el rendimiento y el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

- No se pierden por lavado.

- Los cultivos los absorben durante todo el ciclo, pero es importante que el fósforo esté disponible en las primeras fases de cultivo para lograr una buena implantación del mismo.

En el caso del nitrógeno y del azufre se sabe que:

- El nitrógeno se absorbe principalmente en forma de nitrato (NO_3), pero también se lava si hay drenaje de agua por lluvia o riego (lixiviado).

- Lo mismo ocurre con el azufre (SO_4), sulfato.

- Los cultivos lo absorben principalmente en las fases de crecimiento rápido, ahijado y sobre todo encañado.

Por tanto, el aporte de fósforo es preferible que sea en fondo si los niveles del suelo son pobres o medios, mientras que los aportes de nitrógeno y azufre evidentemente deben ser principalmente en cobertera, previos al momento de aprovechamiento por el cultivo, para evitar o reducir pérdidas por lavado durante el invierno. Se muestra en la **figura 1** las necesidades de los distintos elementos y el momento idóneo de aporte para una única cobertera.

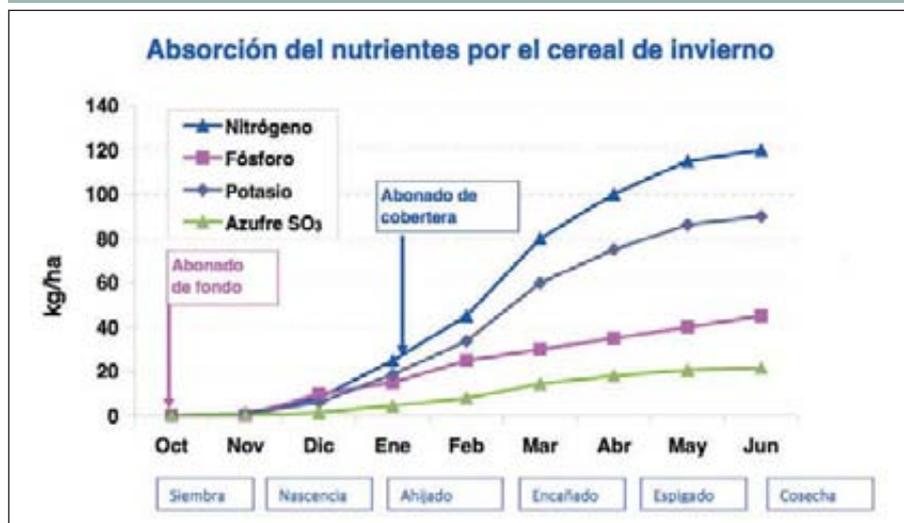
Abonado de fondo con fósforo y potasio

El fósforo y el potasio son dos elementos cuyos contenidos en el suelo evolucionan muy lentamente. Por eso, en suelos con contenido alto o medio, es habitual la ausencia de respuesta productiva al abonado anual. Ante esta dificultad de encontrar respuesta en ensayos a corto plazo, INTIA en 1986 planteó un plan de experimentación a largo plazo con el objetivo de determinar la dosis mínima de aporte que permita alcanzar el potencial productivo de la parcela manteniendo la fertilidad de la misma. (**Vida Rural** n° 314, septiembre 2010: Fertilización con fósforo y potasio).

Los resultados obtenidos durante estos veinticinco años nos han llevado a establecer las recomendaciones de fertilización con estos elementos bajo dos posibles criterios.

FIGURA 1.

Necesidades de nutrientes de un cultivo de cereal de invierno para una producción entre 4 y 5 t/ha de cebada.



Tradicionalmente, en el abonado de cereales se habla de nitrógeno, fósforo y potasio, pero en este artículo vamos a incluir el azufre porque se trata de un elemento cuya carencia se va generalizando y afectando a extensas zonas geográficas

Criterio 1: restituciones

Como principio general es suficiente con restituir al suelo la cantidad de estos elementos que exporta la cosecha para alcanzar el

potencial productivo de la parcela y mantener la fertilidad del suelo. Es importante distinguir extracciones del cultivo –los nutrientes que el cultivo absorbe–, de exportaciones, –los que nos llevamos de la finca con la cosecha–, que es lo que tenemos que restituir. Por ejemplo, la paja es muy rica en potasio y si la dejamos en el campo, no exportamos de la finca este nutriente contenido en la misma (**cuadro I**).

Criterio 2: según el contenido del suelo

Los ensayos han demostrado que la respuesta productiva obtenida al aporte de estos elementos está relacionada con el contenido en el suelo de los mismos. De esta forma se han establecido los siguientes niveles para cereal (no válidos para otros cultivos):

a) Suelo rico. No cabe esperar respuesta

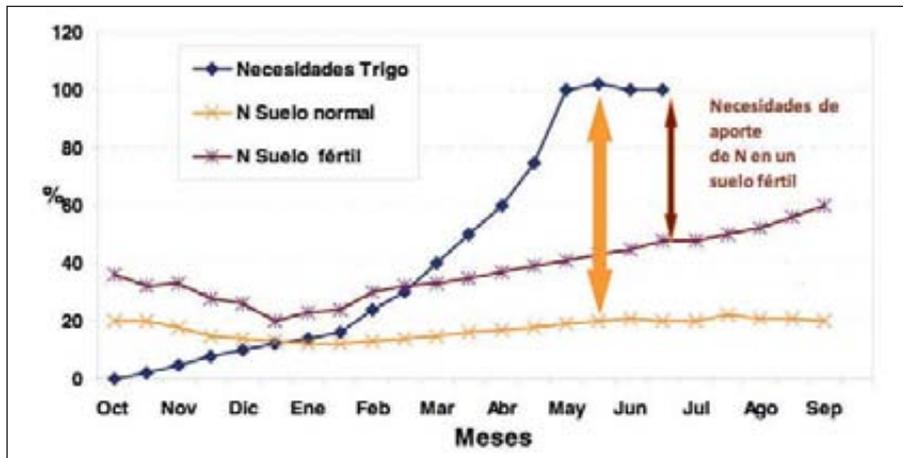
CUADRO I.

Exportaciones y aportes para cereal en función de la cosecha obtenida para fósforo y potasio.

Cosecha (kg/ha)	Exportaciones UF P_2O_5	Super 45% kg/ha	Exportaciones UF K_2O	CIK 60% kg/ha
1.000	10	22	6	10
2.000	20	44	12	20
3.000	30	67	18	30
4.000	40	89	24	40
5.000	50	111	30	50
6.000	60	133	36	60

FIGURA 2.

Necesidades de aporte de N para una misma cosecha en función de los aportes del suelo.



productiva al aporte anual en suelos por encima de este nivel. No es necesario restituir las exportaciones.

b) Suelo medio. La respuesta productiva es incierta, a veces hay respuesta y a veces no. Se recomienda restituir las exportaciones.

c) Suelos pobres. La respuesta productiva al aporte es prácticamente segura, por lo que es obligatorio el aporte, incluso incrementando las exportaciones en un 20%.

d) Suelo muy pobre. Las pérdidas de cosecha son seguras y pueden ser muy elevadas. Conviene aportar un 50% más de las exportaciones.

Se trata del criterio más técnico. Evidentemente, requiere análisis de suelo, pero nos permite ajustar la dosis de cada elemento a las condiciones de la parcela, aportando todo lo que el suelo necesita y solo lo que necesita (cuadro II).

Elección del abono

Partiendo de un abono de calidad física y química, la elección debe realizarse en función de dos criterios: el primero satisfacer las necesidades del cultivo en fósforo y potasio y cubrir las necesidades de N hasta el ahijado, no más de 40 UF; el segundo, el precio por hectárea. Generalmente, el elemento clave es el fósforo dada su importancia para una buena implantación del cultivo. En nuestras condiciones generalmente no se precisa nitrógeno ni potasio por lo que se realiza en función del fósforo.

Se presenta en el cuadro III una relación de abonos comerciales con las dosis que se deben aportar por ha para cubrir 50 UF de fósforo. Se calcula también el aporte que supone de los distintos elementos fertilizantes y por último, el precio por hectárea para un precio estimado del abono.

Abonado de cobertera con nitrógeno y azufre

El abonado de cobertera debe centrarse en cubrir las necesidades de nitrógeno y las de azufre en las zonas geográficas donde se haya manifestado esta carencia.

Nitrógeno

Dada la dinámica y trascendencia del N para el desarrollo del cultivo es el elemento más importante y difícil de manejar bien, tanto desde el punto agronómico como medioam-



Aunque Navarra sea una comunidad de reducida superficie, dispone de una gran diversidad de clima y suelos por lo que hemos tenido que repetir los ensayos en distintas situaciones. Consideramos, por tanto, que los resultados pueden ser aplicables en amplias zonas agrícolas.



El aporte de fósforo es preferible que sea en fondo si los niveles del suelo son pobres o medios.



La mejor cosecha,
a su alcance.

Trigo blando

Arezzo El arte de producir **NUEVO**

Rodrigo El mejor trigo

Legión El trigo que triunfa

Trigo duro

Duroi El duro líder

Regallo La calidad

Cebada

Estrella Vigor y resistencia

Icaria Adaptabilidad total

Forcada En lo más alto

Epona Más producción

Albacete La tradición

biental. Una deficiencia originará importantes pérdidas de producción y por lo tanto de rentabilidad, mientras que un abonado excesivo, además de su coste económico, puede provocar distintas afecciones medioambientales: lavado o lixiviado de nitrato, volatilización del amoníaco, etc.

La recomendación de fertilización nitrogenada debe responder tres cuestiones fundamentales: dosis, momento de aplicación y tipo de abono a utilizar.

Dosis: ¿cuánto aportar?

El objetivo de la fertilización es poner a disposición del cultivo el N que necesita. Aunque se sabe cuánto N absorbe el cultivo por tonelada de cosecha obtenida, debemos valorar dos aspectos principales:

- En primer lugar, el potencial productivo de la parcela, que suele ser variable en función de la campaña climática. Puede estimarse, por ejemplo, calculando la media de las tres mejores campañas de las seis últimas.
- En segundo lugar, el N aportado por el suelo, que puede ser considerable y suele estar ligado a la fertilidad de la parcela.

La dosis a aportar debe complementar los aportes del suelo para satisfacer las necesidades del cultivo (figura 2). Por esta razón no es fácil dar una receta de aporte para una producción determinada de forma general, puesto que se deben considerar las características de clima y suelo. Por eso, nos podemos encontrar con diferentes referencias por tonelada en función de autores y zonas. No obstante, se pueden llegar a establecer unas dosis medias en base a la experiencia acumulada tanto por parte del agricultor como de ensayos realizados. Para suelos de fertilidad media, en Navarra se cifra entre 30-35 kg de N por tonelada esperada de trigo en función de la variedad, 25 para la cebada y 15 para avena.

Momento: ¿cuándo aportar?

Dado que el N cuando está en forma de nitrato (NO₃) puede perderse por lavado si hay drenaje, en la medida que pongamos el N en el suelo en la época en que el cultivo lo necesita se mejora sustancialmente la eficiencia del mismo. Por tanto, debemos conocer las épocas de absorción del cultivo para ajustar el momento de aporte.

Las conclusiones obtenidas en nuestros ensayos son las siguientes:

CUADRO II.

Clasificación de los suelos en función de su contenido en fósforo y potasio para cereal y recomendaciones de abonado en función de la misma.

Nivel del suelo	Fósforo ppm Olsen		Potasio ppm (Ac. Am)		Recomendación	UF de fósforo 5.000 kg de trigo
	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O		
Muy pobre	< 6	< 14	< 70	< 84	1,5 R	75
Pobre	6 - 12	14 - 27	70 - 100	84-120	1,2 R	60
Medio	12 - 18	28 - 41	100 - 150	120 - 180	R = restituciones	R = 50
Rico	> 18	> 41	> 150	> 180	0	0
	P ₂ O ₅ = P x 2,29		K ₂ O = K x 1,2			



La carencia de azufre suele manifestarse al inicio o pleno encañado, coincidiendo con unos días calurosos y un "tirón" vegetativo del cultivo. Aparecen rodales amarillos que pueden confundirse con carencia de N, pero el cultivo no responde al aporte de este elemento.

- a) Abonado de fondo. No se necesita N, el aporte del suelo es suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo hasta inicio de ahijado. A veces mejora el aspecto visual en enero, pero no es trascendente para la cosecha.
- b) Primera cobertera, al inicio o pleno ahijado.

Se aportará todo el N en zonas donde de la dosis total no supere los 120 kg de N (figura 1). Si ésta fuera más alta conviene repartirlo en dos coberteras.

- c) Segunda cobertera, final de ahijado o inicio de encañado. Es el periodo de altas ne-

CUADRO III.

Ajuste del abonado a 50 UF de fósforo con distintos productos comerciales: aporte de nutrientes y precio por ha para un precio estimado del abono.

Abono	Kg/ha	Riqueza del abono			Aporte UF/ha			Precio por t y ha	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	€/t	€/ha
Super 45%	111	0	45	0	50			460	51
DAP (18-46-0)	109	18	46	0	20	50		520	57
15-15-15	333	15	15	15	50	50	50	390	130
8-24-8	208	8	24	8	17	50	17	380	79
9-18-27	278	9	18	27	25	50	75	470	131
9-23-30	217	9	23	30	20	50	65	465	101



Mutua Aseguradora con una dilatada presencia en el mercado asegurador, totalmente independiente y con importantes Fondos Propios pertenecientes a sus Mutualistas.

Mutua especializada en la contratación, gestión y tramitación de Seguros Agrarios Combinados. Somos la Mutua más antigua en el ámbito del Seguro Agrario Combinado, y de las más importantes, con más de 30.000 agricultores y ganaderos asegurados.

Nuestra vocación es el servicio a los agricultores y ganaderos que día a día tienen expuesto su esfuerzo a las inclemencias del tiempo, garantizándoles su futuro mediante la cobertura de sus producciones contra las adversidades climáticas, los accidentes y las enfermedades.

En MUTRAL, Mutua Rural de Seguros, estamos para asesorarte y ayudarte a decidir sobre la mejor opción de aseguramiento para tus producciones.

En MUTRAL, Mutua Rural de Seguros, nos preocupamos para que nuestros asegurados reciban el servicio más adecuado a la hora de un siniestro.

En MUTRAL, Mutua Rural de Seguros, puedes confiar, ya que nuestros intereses son los tuyos.



Si quieres
colaborar con
MUTRAL
solo tienes
que llamar al
915 712 021

Contacto

Orense, 68 - 10º
28080 Madrid
Telf: 91 571 20 21 - Fax: 91 571 23 61
E-mail: produccion@mutral.com
E-mail: administracion@mutral.com
E-mail: informatica@mutral.com

Sucursales

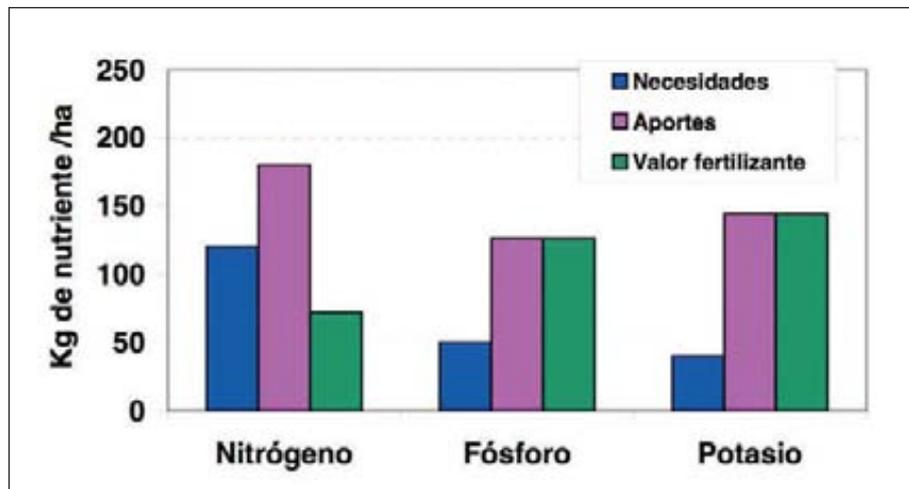
Reyes Católicos, 10 - 1º
03003 Alicante
Telf: 96 592 59 75 - Fax: 96 512 09 01
E-mail: francisco@mutral.com

C/Cirilo Amorós, 6
Centro empresarial - 46004 Valencia
Telf: 96 353 39 00 - Fax: 96 352 91 89
E-mail: vcanuto@mutral.com

Av. Francisco Javier, 9
Edif. Sevilla II - Mod 11. 41018 Sevilla
Telf: 95 466 36 62 - Fax: 95 492 41 36
E-mail: isacha@mutral.com

FIGURA 3.

Necesidades nutritivas del cultivo de una cebada de 4.000 kg/ha, aporte de nutrientes y nutrientes útiles con 36 t/ha de purín porcino de composición media.



cesidades y se consigue una buena eficiencia. Si la dosis total no supera los 150 kg de N se recomiendan dos coberteras iguales, en caso de dosis más altas, se recomienda un tercio en la primera y dos tercios en la segunda.

d) Tercera cobertera, con el cultivo en hoja bandera. En zonas húmedas o parcelas de regadío tiene sentido este aporte para mejorar el contenido en proteína del trigo o para ajustar la dosis de N.

Tipo de abono: ¿qué abono?

A lo largo de estos años se han realizado decenas de ensayos con distintos abonos nitrogenados para comparar la eficiencia de los mismos. Los resultados son concluyentes, no se encuentran diferencias significativas de eficiencia entre los diferentes abonos de calidad comprobada y riqueza garantizada ensayados. Por tanto se recomienda, dentro de los productos de calidad, el que aporte el kg de N más barato.

Azufre

Se trata de una carencia que comenzó hace unos quince años y se va extendiendo en distintas zonas y comunidades autónomas. Se produce cuando el suelo no es capaz de suministrar al cultivo la cantidad de azufre que necesita. Se ve favorecida por los escasos



Con los primeros síntomas es fácil diferenciar las carencias de S y N, puesto que en la de azufre amarillean primero las hojas jóvenes mientras que en la de nitrógeno lo hacen las viejas.

aportes tanto de los abonos utilizados actualmente como de la lluvia debido al control de emisiones de gases azufrados por las industrias.

Una vez que la carencia aparece es muy probable que se repita y tengamos que aportar azufre de forma casi sistemática. Por esta razón su aporte es obligatorio en amplias zonas donde ha pasado a ser considerado como un elemento principal, en el sentido de su necesidad de aporte.

Tomamos como unidad fertilizante de azufre el SO_3 , puesto que es la que se utiliza en Europa. Podemos encontrarnos con documentos que hablen de contenido o riqueza en S (símbolo químico del azufre). Para pasar de S a SO_3 se debe multiplicar por 2,5 ($SO_3 = S \times 2,5$).

La carencia de azufre suele manifestarse al inicio o pleno encañado, coincidiendo con unos días calurosos y un "tirón" vegetativo del cultivo. Aparecen rodales amarillos que pueden confundirse con carencia de N, pero el cultivo no responde al aporte de este elemento. Con los primeros síntomas es fácil diferenciar ambas carencias, puesto que en la de azufre amarillean primero las hojas jóvenes mientras que en la de nitrógeno lo hacen las viejas.

Su aporte tiene sentido si hemos identificado la carencia en la parcela o zona. Las necesidades se cifran en torno a un 15-20% de las necesidades de N. La época de aporte será preferentemente en cobertera por tratarse de un elemento susceptible de ser lavado. Suele aportarse junto con el N, con algún abono que contenga ambos elementos en la primera cobertera.

Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos como los residuos ganaderos suponen un excelente abono cuando se utilizan bien, ya que aportan considerables cantidades de materia orgánica y nutrientes. Por tanto, si se dispone de ellos, se deben considerar los nutrientes útiles aportados para descontarlos del plan de fertilización.

Si se desea ampliar información véase el artículo "Residuos ganaderos como fertilizante", publicado en *Vida Rural* nº 254, septiembre 2007.

A modo de resumen se presentan en la **figura 3** las necesidades de fertilizantes para una cebada de 4.000 kg/ha, los aportes de nutrientes con una aplicación de 36 t/ha de purín de porcino con una composición media y el valor fertilizante (nutrientes equivalentes al abonado mineral) de ese aporte. Como se ve el residuo puede sustituir a 75 UF de N, 120 de fósforo (para dos años) y 150 de potasio (para tres años).

Recomendaciones

Los pasos a seguir para elaborar un plan de fertilización son:

- Utilizar siempre abonos de calidad física y química:
 - Calidad física: granulometría, dureza, densidad, etc.
 - Calidad química, riqueza: los fosfatados de-



Los abonos orgánicos como los residuos ganaderos suponen un excelente abono cuando se utilizan bien, ya que aportan considerables cantidades de materia orgánica y nutrientes.

ben ser solubles al agua o citrato amónico neutro, para que se aprovechen bien en suelos básicos (pH elevado).

- Cálculo de necesidades:
 - Estimación del potencial productivo de la parcela, por ejemplo la media de las tres mejo-

res campañas de las seis últimas.

- Cálculo de las necesidades del cultivo en nitrógeno, fósforo, potasio y azufre si ha aparecido la carencia en la zona.

- El abonado de fondo debe cubrir las necesidades de fósforo y potasio. Si se aporta N,

40 UF como máximo. Las bases para el correcto abonado de fondo son:

- Criterios a utilizar: generalmente debe ajustarse el fósforo según:

a) *Criterio 1*: Restituciones.

b) *Criterio 2*: Según el contenido del suelo.

- Elegir el abono comercial que mejor se ajuste a necesidades, calidad y precio.

- El abonado de cobertera debe satisfacer las necesidades de N y azufre si las hubiera, según las siguientes recomendaciones:

- Reparto. Se recomienda una o dos coberteras en función de la dosis:

a) Aporte único: para aportes menores de 120 UF de N.

b) Dos coberteras: para aportes superiores a 120 UF de N.

- El aporte de residuos ganaderos:

- Aportan grandes cantidades de nutrientes y materia orgánica

- Siempre se deben descontar del plan de fertilización los nutrientes útiles aportados por los residuos ganaderos u otros abonos orgánicos. ●



NEUMÁTICOS AGRÍCOLAS FIRESTONE CREADO PARA MEJORAR RESULTADOS

Los neumáticos Firestone para agricultura están diseñados desde el campo para ofrecer un mayor rendimiento y eficiencia en todo tipo de condiciones de trabajo. Avanzados diseños y métodos de construcción permiten soportar mayores cargas a presiones reducidas preservando el terreno. La tecnología exclusiva de barras de doble ángulo de Firestone, el mayor ancho de rodado y la flexibilidad y resistencia de los costados extienden la vida útil de tus neumáticos al tiempo que ofrecen una excelente tracción y confort en la conducción, tanto en carretera como en el campo. **En pocas palabras, Firestone te ayuda a sacar el máximo provecho de tu cosecha, todos los días.**

Firestone