

Número 12 | Octubre 2007

I&D

» **Análisis de Suelos**
Guía práctica de muestreo

Realización

Departamento de Investigación y Desarrollo
(Lic. Juan M. Aloé | Ing. Agr. Mirta Toribio)

Servicio técnico promocional (Ing. Agr. Eliana Bosco)



IMPORTANCIA DE LA TOMA DE MUESTRAS

El Análisis de Suelos es una herramienta de diagnóstico que nos permite tener una estimación de la fertilidad del suelo, resultado de un conjunto de ensayos físicos y químicos practicados en la muestra de suelo.

Su objetivo es proveer una medida del contenido y variabilidad de los principales nutrientes del lote, parcela o superficie a analizar. Sin embargo, en su implementación, el punto más crítico es la representatividad de la unidad de muestreo, ya que sólo se analiza una pequeña cantidad que representará la información de todo el lote o el potrero en cuestión (*Ferraris, 2003*).

Para realizar un buen diagnóstico de la fertilidad de un lote, es necesario contar con información confiable, razón por la cual se debe partir de un buen Muestreo de Suelos (*Bianchini, 2003*).

La muestra de suelo a enviar al laboratorio debe ser suficientemente representativa de todo el lote o sector a analizar. **Esta enorme relación entre la muestra y el volumen real, hace que el Muestreo de Suelos sea la etapa más crítica para el desarrollo del Análisis de Suelos y la interpretación de la fertilidad del lote en cuestión, ya que es el**

factor principal que introduce la mayor fuente de error en los resultados finales (*Conti, 2005*).

Existen diversas técnicas para realizar un correcto muestreo del suelo y obtener muestras representativas.

A continuación se detallan algunos aspectos básicos a tener en cuenta al momento de planificar la toma de muestras para la realización del Análisis de Suelos.

I - MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS

» El área o unidad de muestreo depende de la uniformidad del lote, parcela, intensidad de manejo y detalle con que se quiera realizar la evaluación.

» Si el lote es homogéneo en cuanto a características agronómicas, topográficas y manejo previo, se considera una única unidad de muestreo, y la toma de muestra consiste en recorrer un lote al azar, recolectando submuestras que son mezcladas para formar una única muestra compuesta, que luego es enviada al laboratorio. (*Figura 1.a*).

Desventaja de éste método: El inconveniente de este tipo de muestreo es que no tiene en cuenta la variabilidad existente en cabeceras y sectores no homogéneos del lote.

» **MUESTREO AL AZAR ESTRATIFICADO:** Si el lote no es homogéneo, el muestreo consiste en dividir el campo en subunidades homogéneas (lomas y bajos), dentro de las cuales se toman muestras compuestas al azar, evitando cabeceras y cualquier desuniformidad que pueda aparecer en el lote, (ej. sectores enmalezados o suelos de menor calidad-suelos overos-). (Figura 1.b)

» **MUESTREO EN ÁREAS DE REFERENCIA:** Si existen sectores localizados dentro del lote con características diferentes a la generalidad del mismo (ej. un manchón de vegetación, un cambio violento de color o textura de suelo, bajos, hormigueros, árboles caídos, etc.), existe una variante del muestreo anterior, que consiste en muestrear intensamente un sector homogéneo del lote, y que se asume como representativo. (Figura 1.c)

Tanto el muestreo al azar estratificado, como el muestreo en áreas de referencia, son las metodologías sugeridas para hacer recomendaciones de fertilización a campo, cuando no se realiza una aplicación variable de fertilizantes.

» **MUESTREO SISTEMÁTICO O EN GRILLA:** Es el método más apropiado si se está interesado en producir mapas para aplicación variable de fertilizantes (Figura 1.d). Con este método, las muestras son tomadas a intervalos regulares en todas las direcciones, analizándose por separado.

Ventaja: Es muy preciso y refleja la variabilidad del lote.

Desventaja: No siempre el retorno económico derivado de una mejor fertilización, alcanza para justificar el costo de este tipo de muestreo.

Figura 1: Distintos Métodos de Muestreo de un lote:

a) Muestreo al azar. b) Muestreo al azar estratificado. c) Muestreo en áreas de referencia. d) Muestreo en grilla.

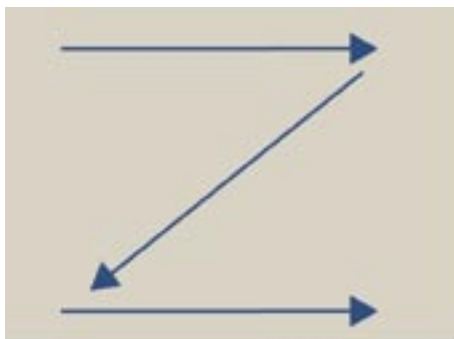


Figura 1.a

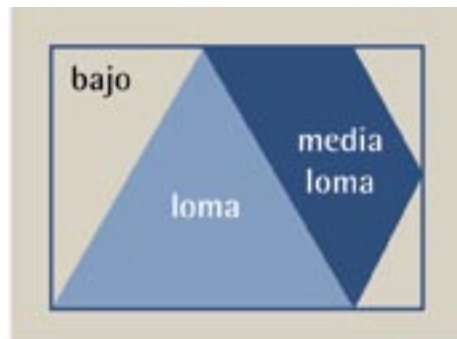


Figura 1.b

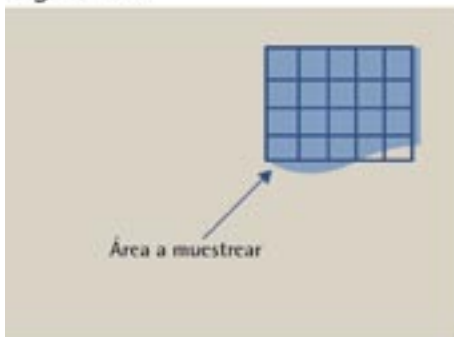


Figura 1.c



Figura 1.d

PARA CULTIVOS EXTENSIVOS (CULTIVOS Y PRADERAS)

1. La superficie a relevar por cada muestra deberá ser entre 20 a 50 has. Si el terreno es muy parejo, tomar la superficie mayor, si el terreno es muy desperejo, tomar la superficie menor.
2. La toma de cada submuestra deberá ser cada 2 o 3 has, con lo cual cada unidad de muestra estará

compuesta por 10 a 30 submuestras.

PARA CULTIVOS INTENSIVOS (QUINTAS, FRUTALES, HUERTAS)

1. La superficie a relevar por cada muestra deberá ser de 1 ha o 1 parcela.
2. Se tomarán de 10 a 30 submuestras por ha o parcela.

II- DIRECTRICES DE MUESTREO

1 - ÉPOCA DE MUESTREO

» Para la realización de un Análisis de Suelos completo, los muestreos deben ser conducidos siempre en un mismo período del año, preferentemente en época invernal, y después del mismo cultivo.

» Para la determinación de N-Nitratos, Fósforo disponible y S-Sulfatos, la muestra debe ser tomada 20-25 días antes de la época de siembra, o lo más cercano posible a la época de fertilización.

» En pasturas se recomienda tomar las muestras después de un corte o época de máximo pastoreo.

2- FRECUENCIA DE MUESTREO

Los Análisis de Suelos completos generalmente se realizan en cada ciclo de rotación, o sea cada 3 a 5 años.

Los análisis de N-Nitratos y S-Sulfatos deben realizarse cada vez que se planifique la aplicación de dichos nutrientes.

Los análisis de Fósforo disponible no necesitan ser realizados todos los años, pero es recomendable hacerlos periódicamente.

3- PROFUNDIDAD DE MUESTREO

En cuanto a la profundidad habría que considerar lo siguiente:

TERRENO - USOS DEL LOTE - OBJETIVO DEL ENSAYO	PROFUNDIDAD
Praderas y terrenos con césped.	0 a 10 ó 15 cm
Cultivos con Labranza tradicional. Para conocimiento de fertilidad en general. Para recomendación de fertilización (Presiembra o en cultivo). Praderas - Soja.	Sólo capa arable: 0 a 15-20 cm
Cultivos con Labranza tradicional. Trigo - Maíz - Girasol - Sorgo - Verdeos.	1 capa: 0-20 cm 2 ó 3 capas: 0-20 / 20-40 / 40-60 cm (consultar en cada caso)
Cultivos con Siembra Directa. Para estudios de rutina. Para estudios detallados.	Igual a Labranza tradicional 3 capas: 0-5 / 5-20 / 20-40 cm
Frutales y Forestales.	Suelo y subsuelo en 2 ó 3 capas: 0-30 / 30-60 cm ó 0-20 / 20-40 / 40-60 cm u otros intervalos de interés.

Fuente: "Toma de muestras para Análisis de Suelos". Complejo de Laboratorios. Bolsa de Cereales de Rosario.

Las muestras deben ser tomadas a una profundidad constante, ya que pequeñas variaciones pueden producir cambios importantes en los resultados.

Cuando se muestrea la capa arable de un suelo bajo labranza convencional, la fertilidad de la misma es relativamente uniforme. En cambio, con labranza reducida o siembra directa hay una estratificación importante, por lo que se debe tener especial cuidado en el mantenimiento de la profundidad efectiva de muestreo.

La profundidad de muestreo depende del elemento o propiedad del suelo que se desee cuantificar y del cultivo objetivo.

La materia orgánica (MO), el Nitrógeno Total, el Fósforo

(P), el pH y los micronutrientes, normalmente se miden en la capa superior del suelo (0-15 ó 0-20 cm), ya que es la profundidad donde se encuentran en mayor concentración o ejercen una mayor influencia.

Los nutrientes móviles como el N-Nitrato y el S-Sulfato, presentan una gran variabilidad en profundidad, por lo que es conveniente que la muestra cubra hasta los 40 ó 60 cm de profundidad. Para muestrear más de 30 cm se recomienda fraccionar en 2 ó 3 secciones iguales de 20 a 30 cm cada una (ej. 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm).

En aquellos casos donde se dificulte el muestreo en profundidad (ej. por dureza del suelo), el contenido de N-Nitratos en 0-60 cm puede ser estimado a partir del contenido del mismo en la capa superficial del suelo (0-20 cm ó 0-30 cm), a través de la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{N-Nitratos 0-60 cm} &= \text{N-Nitratos 0-20 cm} / 0,65 \quad (R^2=0,89) \\ \text{N-Nitratos 0-60 cm} &= \text{N-Nitratos 0-30 cm} / 0,69 \quad (R^2=0,96) \end{aligned}$$

Fuente: Álvarez y Álvarez, 2001.

En el caso de cultivos perennes de desarrollo radicular más profundo, como Frutales y Forestales, se recomienda muestrear profundidades mayores efectuadas en niveles 0-30 cm y 30-60 cm, para todas las determinaciones.

4- DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE SUBMUESTRAS

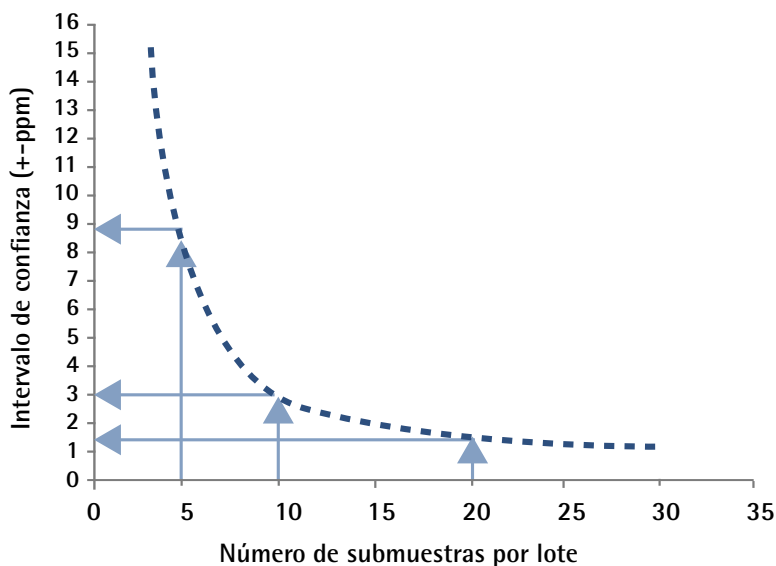
Cada muestra debe estar compuesta por al menos 20 submuestras o "piques" para que sea representativa de todo el lote.

La calidad del muestreo depende de la exactitud y precisión que lo conforma y del número de submuestras que se tomen en cada lote. Para ilustrar esta afirmación, vale mencionar un trabajo realizado en Iowa, EE. UU. (Mallarino, citado por Darwich, 2003), en el cual se observa que cuando se toman solamente 5 submuestras en un lote, la variabilidad del resultado del análisis estará

en un rango de (+/- 9 ppm) respecto del verdadero valor del lote, por lo tanto, no es aceptable realizar recomendaciones de fertilización. En cambio, cuando se recolectan 20 submuestras, el grado de precisión es de (+/- 1,5 ppm), lo cual representa un grado de precisión razonable.

Dada la tendencia asintótica de la curva, no se justifica la recolección de más de 20 submuestras, ya que se logran muy pequeños incrementos en el nivel de precisión (*Figura 2*).

Figura 2: Precisión del análisis de Fósforo (P) disponible en relación al número de submuestras recolectadas en el lote (Adaptado de Mallarino, citado por Darwich, 2003).

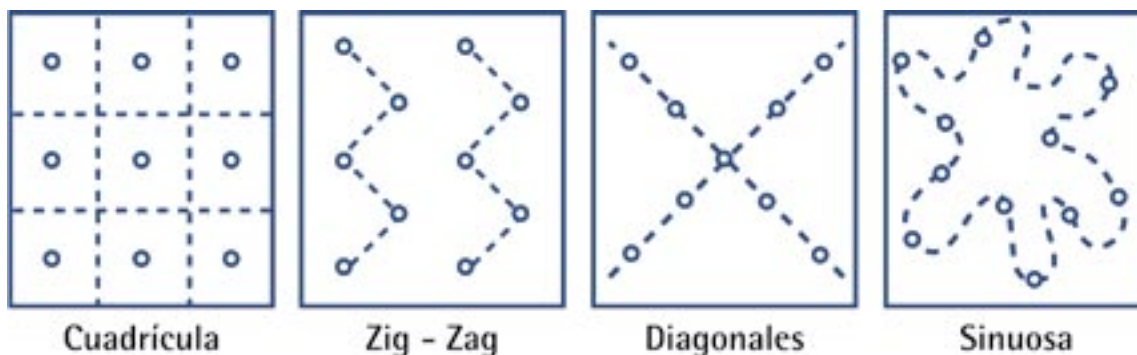


Fuente: Muestreo y Análisis de Suelo: Punto de Partida hacia un Diagnóstico de Fertilidad. Ing. Agr. Gustavo Ferraris - Desarrollo Rural, EEA INTA Pergamino. (Figura 3)

5- PUNTOS DE MUESTREO

Para extraer las submuestras al azar dentro de las áreas homogéneas se debe elegir algún patrón de recorrido (Figura 3).

Figura 3: Patrones de recorrido para extracción de submuestras.



Para obtener 15-20 submuestras recorriendo en zig-zag, los diagonales de un lote de 20 ha, se debe extraer una submuestra cada 50 m de recorrido aproximadamente.

Cuando se muestrean nutrientes poco móviles como Fósforo (P) o Potasio (K), se debe evitar obtener submuestras sobre el surco de cultivos fertilizados en la línea de siembra. Esto es especialmente importante cuando se muestrean rastrojos en siembra directa de cultivos como maíz, girasol, soja o sorgo, y que fueron sembrados a 70 cm entre surcos. En estos casos se recomienda obtener como máximo 3 submuestras sobre

la línea de siembra, y 17 submuestras en el entresurco, para lograr completar una muestra compuesta por 20 piques, representativa del nivel de nutrientes en el lote.

Para otras distancias entre hileras, la fórmula a aplicar es:

$$M = N^{\circ} \text{ submuestras a tomar en el entresurco por cada muestra sacada sobre el surco.}$$

$$M = 0,26 \times \text{distancia entre hileras (cm)}$$

Fuente: Darwich, 2005.

III – TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DE LAS SUBMUESTRAS

1. Antes de sacar la muestra eliminar la cobertura vegetal del punto de muestreo sin eliminar suelo.

2. Extraer la submuestra.

» **Con muestreador de capa arable:** Enterrar el muestreador a medida que se recorre el lote, hasta llenar el recipiente recolector. Una vez lleno, se procede a volcar el contenido del mismo en una bolsa de polietileno.

» **Con barreno:** Sacar las muestras de la profundidad deseada e ir recolectándolas directamente en un balde (plástico o galvanizado).

» **Con pala:** Se debe realizar un corte en el suelo en forma de "V", arrojando su contenido a un costado. Luego se corta una tajada de 2-3 cm de espesor de uno de los lados de la "V", a la profundidad de muestreo deseada. Una vez que

se tiene la tajada del suelo en la pala, se eliminan los bordes mediante un corte con cuchillo hasta alcanzar unos 3 cm de ancho a lo largo de toda la profundidad (Figura 4).

Figura 4: Esquema de muestreo con pala



IV- HERRAMIENTAS DISPONIBLES

Figura 5: Muestreador de capa arable.



» **MUESTREADOR DE CAPA ARABLE** (Figura 5)

Para una profundidad de 15-20 cm.

Posee un recipiente colector que permite ir almacenando las submuestras a medida que son obtenidas.

» **MUESTREADOR DE PROFUNDIDAD O BARRENO** (Figura 6)

Para profundidades de 20 a 60 cm.

Es el instrumento más aconsejable por la uniformidad en la profundidad y el tamaño reducido de las submuestras que se obtienen.

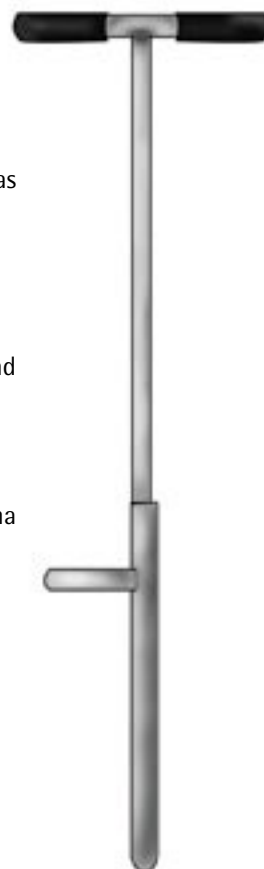
» **PALA**

Si bien no es la herramienta más apropiada, utilizando una buena técnica puede ser de utilidad.

» **OTROS ELEMENTOS NECESARIOS:**

- Bolsas de polietileno
- Balde plástico o galvanizado
- Etiquetas o tarjetas para la identificación de las muestras
- Hilo

Figura 6: Barreno



V - RECOMENDACIONES PARA REALIZAR UN MUESTREO



- » Evitar muestrear zonas con posible influencia de caminos, alambrados, construcciones, corrales, aguadas, sendas, cuevas, hormigueros, etc.
- » Dejar una distancia de 50 m desde los alambrados sin muestrear.
- » No muestrear después de fertilizar o encalar; es conveniente esperar 1 ó 2 meses.
- » Evitar incluir restos de deyecciones o cuerpos extraños en las porciones de suelo muestreadas.
- » Evitar muestrear inmediatamente luego de una lluvia de más de 20 mm, especialmente para las determinaciones de Nitratos. Esperar a que drene bien.
- » Para facilitar la toma de la muestra, la humedad debe ser moderada.
- » Utilizar elementos de extracción limpios y libres de herrumbre o cromados.
- » Limpiar bien los elementos de muestreo al cambiar de potrero.
- » No fumar mientras se sacan muestras.
- » Evitar utilizar bolsas sucias o bolsas con contenido de fertilizantes o semillas tratadas con fosforados.
- » Evitar mezclar muestras de diferentes profundidades.
- » Evitar el uso de elementos metálicos si se van a determinar microelementos.

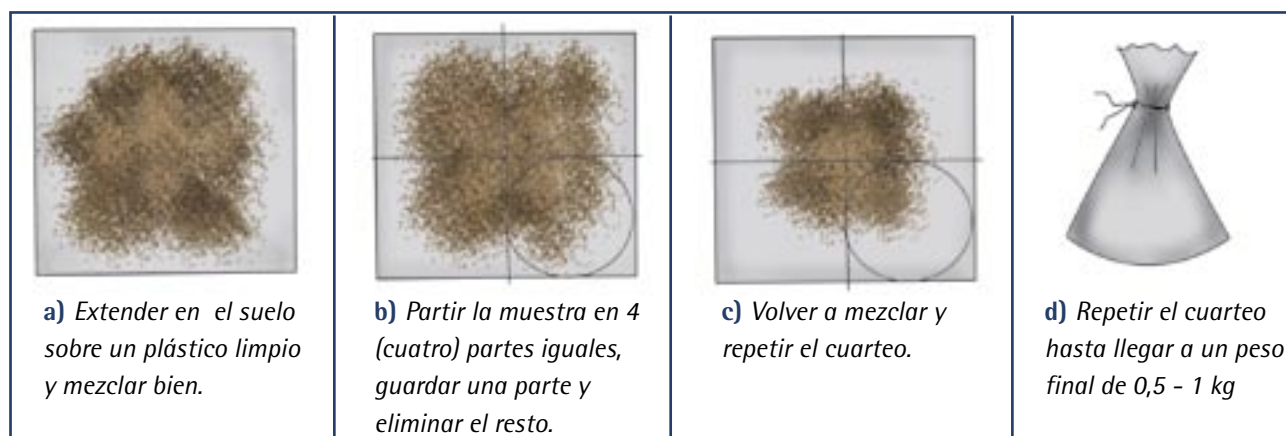
VI - ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA PARA SU ENVÍO AL LABORATORIO

Una vez recolectadas todas las submuestras que conforman la muestra:

1. **SACAR** las piedras, raíces grandes, hojas y palos.
2. **DESMENUZAR** los terrones y restos orgánicos hasta un tamaño de 1 cm, aproximadamente.
3. **MEZCLAR**.
4. Extender el suelo sobre un plástico limpio y **EFFECTUAR EL CUARTEO** de la muestra. Este proceso consiste en disminuir sistemáticamente la muestra, por medio de la división en cuartos, hasta obtener un peso final de aproximadamente 0,5 - 1 kg (*Figura 7*).



Figura 7: Cuarteo de la muestra para enviar al laboratorio



5. **ENVASAR** la muestra reducida. Colocarla en una bolsa de plástico resistente o doble bolsa. Si dentro de las determinaciones a realizar se incluye el análisis de N-Nitratos, es conveniente utilizar envases de telgopor en lugar de bolsas para el envío de la muestra.

6. **IDENTIFICAR** la muestra con una etiqueta. Atar la etiqueta con hilo o colocarla entre las dos bolsas. Identificarla con marcador resistente al agua incluyendo los siguientes datos:

- » nombre del establecimiento
- » fecha
- » lote

- » superficie
- » número de submuestras
- » profundidad de muestreo
- » cualquier otra información útil

7. **CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA.** En caso de que la muestra no pueda ser enviada de inmediato al laboratorio, es recomendable dejar la bolsa abierta para que ocurra un secado al aire, o refrigerarla para prevenir la alteración en la concentración de algún nutriente por acción de los microorganismos. En caso de determinaciones de N-Nitratos, la muestra debe ser refrigerada y entregada en el laboratorio antes de las 48 hs.

CONSIDERACIONES FINALES

1. **Época de muestreo:** Fósforo (P): En presiembra | Nitrógeno (N) y Azufre (S): próxima a la aplicación del fertilizante.
2. **Frecuencia:** Fósforo (P): Periódica | Nitrógeno (N): Cada vez que se aplica.
3. **Profundidad de muestreo:** Fósforo (P): 0-20 cm | Nitrógeno (N) y Azufre (S): 0-60 cm.
4. **Número de muestras por lote:** Depende de la homogeneidad y topografía del lote.
5. **Número de submuestras por muestra:** 12 a 15.
6. **Evitar efectos de compactación** sobre la profundidad de muestreo (no muestrear en las huellas).
7. **Alejarse más de 50 m** de los alambrados para evitar efecto de borduras.
8. **Evitar el muestreo a ciegas:** Realizar punto 1 a 5 para obtener una muestra representativa del lote.
9. **Considerar:**
 - » Historia del campo y su manejo.
 - » Topografía o relieve.
 - » Fotos aéreas.
 - » Mapas de suelo y/o de rendimiento.
10. Ningún esquema de muestreo es mejor para todos los lotes o nutrientes.
11. La clave es adaptar el método de muestreo a las condiciones específicas de cada lote.

Por cualquier consulta, diríjase al Asesor Técnico de la Red de Distribuidores de Profertil
Atención al Cliente: 0800-666-7763 | profertil@profertil.com.ar | suelos@profertil.com.ar | www.profertil.com.ar