

FERTILIDAD DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN DE GIRASOL 2012/2013

1. Introducción

El girasol es uno de los principales cultivos de verano de la Argentina, ocupando actualmente el tercer lugar en área sembrada, luego de la soja y el maíz. La máxima expansión del cultivo tuvo lugar a fines de los 90, donde en la campaña 1998/99 se llegó a sembrar 4,2 millones de ha, con una producción de 7,1 millones de toneladas. Posteriormente el área sembrada se redujo marcadamente y desde comienzos de la década del 2000 se observa una progresiva recuperación del área sembrada y mayor interés técnico y comercial en esta oleaginosa. Asimismo, en los últimos años, se ha presentado un cambio en la configuración de las zonas de producción del girasol. Se destaca una marcada expansión del cultivo en el sudeste de Buenos Aires y en el norte del país. Así, actualmente las principales zonas girasoleras se ubican en el sur-sudeste de Buenos Aires, en la región semiárida y sub-húmeda pampeana (oeste de Buenos Aires, La Pampa, sur de San Luis y Córdoba) y en el norte del país (Chaco, Santiago del Estero, norte de Santa Fe y Entre Ríos). La expansión de la soja, prácticamente eliminó el cultivo de girasol en el centro y norte de Buenos Aires y sur de Santa Fe.

De acuerdo a estudios recientes realizados en diferentes zonas de producción de la Argentina, el cultivo de girasol presenta un potencial de rendimiento de 4-5 ton/ha, mientras que el rendimiento medio a nivel de país sería de 1,7-1,9 ton/ha (Hall et al. 2012). La brecha entre los rendimientos obtenidos en lotes de producción y los potenciales, se atribuye principalmente a las prácticas de manejo, ya que el potencial de los híbridos actuales es muy alto. El objetivo de este boletín especial, es analizar la importancia de los suelos y sus propiedades en el manejo del cultivo de girasol, como así también los principales criterios de fertilización a considerar en planteos modernos de producción de esta oleaginosa.

2. El suelo y el ambiente de implantación

2.1. Aptitud del suelo

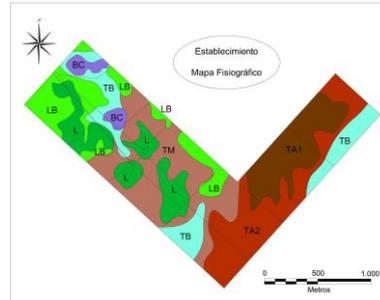
En el Cuadro 1 se detallan algunas propiedades edáficas de interés en la evaluación de tierras a implantar con girasol.

Cuadro 1. Propiedades edáficas de interés en la caracterización de suelos a implantar con girasol.

Propiedad edáfica	¿Cómo evaluarlas?
-Drenaje interno -Riesgo de erosión -Morfología del perfil -Horizontes y su profundidad -Estructura -Textura -Impedancias mecánicas y su profundidad (e.g. tosca, Bt2t) -Salinidad y sodicidad	-Calicatas y pozos de observación (mapa básico de suelos) -Análisis de suelos

Los mapas básicos de suelos a escala 1:20.000 (o a mayor detalle) representan una herramienta muy útil para conocer las principales series de suelo presentes en el establecimiento (unidades taxonómicas) y su proporción relativa en el espacio

(unidades cartográficas). Esta información representa un inventario básico, para definir la capacidad de uso de los suelos y definir las prácticas agrícolas en los diferentes lotes y/o ambientes.



Mapa fisiográfico, indicando las diferentes unidades de paisaje edáfico (ambientes edáficos) en un establecimiento agropecuario.

2.2. Condición física del suelo

Compactación

Se ha demostrado experimentalmente que los suelos manejados en siembra directa en la región pampeana sufren un proceso de endurecimiento (aumento de la resistencia mecánica), sin aumentos significativos en la densidad aparente (Taboada et al. 2010). Esto se debería a la reconsolidación del suelo por la ausencia de remoción mecánica. Esta característica puede resultar una ventaja operativa para las operaciones de siembra y/o protección del cultivo, ya que mejora las condiciones de "piso" para efectuar las mismas.

La utilización de tractores y sembradoras de gran peso, como así también la cosecha sobre suelo húmedo, se consideran los principales causantes de la generación de procesos de compactación sub-superficial. La vulnerabilidad a sufrir procesos de compactación es mayor en suelos limosos (baja capacidad de regeneración estructural), degradados por el uso agrícola (e.g. bajos contenidos de MO) y en suelo húmedo (menor capacidad portante).

De acuerdo con experimentos realizados en la Argentina, las condiciones de contacto suelo-semilla y la emergencia de plántulas son menos favorable en sistemas en siembra directa que en labranza convencional, debido principalmente a la interferencia de los rastrojos (Balbuena et al. 2009).

Los principales efectos adversos de la compactación sobre el cultivo son:

- Menor uniformidad en el stand de plántulas emergidas
- Menor crecimiento de raíces y menor acceso a agua y nutrientes poco móviles como el fósforo
- Efecto sobre el rendimiento (variable según cultivo y condiciones ambientales)

En cuanto a los valores de resistencia mecánica que inciden en el crecimiento de las raíces, en general se considera que suelos con resistencias mecánicas superiores a 1,5-2 MPa afectan el

crecimiento de las raíces y con valores superiores a 3 MPa, pueden detener el crecimiento radicular.

El manejo preventivo de la compactación se orienta hacia:

- Aumentar el aporte de MO (siembra directa con alta cobertura de rastrojos)
- Rotación con gramíneas (raíces en cabellera)
- Cultivos de cobertura (gramíneas y/o especies con raíz pivotante)
- Control del tránsito vehicular, en especial en la cosecha

El impacto de la compactación sobre el rendimiento es un fenómeno complejo, ya que las variables físicas edáficas inciden de un modo indirecto sobre el rendimiento a través de cambios en la cantidad y/o disponibilidad de recursos como agua y/o nutrientes. Sin embargo, se han reportado recientemente incrementos significativos en el rendimiento de maíz y girasol con la aplicación de implementos de labranza profunda ("descompactadores") del tipo paratill o cultivie. Las mayores respuestas se han observado en años con disponibilidad hídrica media o baja, donde la reducción de la resistencia mecánica del suelo, mejora la exploración de raíces y la absorción de nutrientes. El uso de éste tipo de implementos puede ser una estrategia "paliativa" (corto plazo), para reducir la resistencia mecánica del suelo y lograr mejores condiciones para la implantación del cultivo. Estos implementos se deberían utilizar en el siguiente contexto: (i) hay evidencia de un proceso de compactación (diagnóstico), (ii) se espera una disponibilidad hídrica media o baja, (iii) no es posible por diferentes razones realizar una estrategia de mediano/largo plazo para reducir la compactabilidad del suelo (e.g. campo alquilado, rotaciones con baja proporción de gramíneas, etc.).



Medición a campo de la resistencia mecánica del suelo a través de un penetrómetro digital con datalogger.

En relación a la persistencia de la labor de descompactación, en general no se observan efectos sobre el rendimiento más allá del cultivo a implantar (baja o nula residualidad). Esto se debe a que el suelo, luego de la labor, queda con menor capacidad portante (debido a la reducción en su resistencia mecánica) y con ello queda más vulnerable a sufrir procesos de re-compactación.

2.3 Impedancias mecánicas

Existen diversas impedancias mecánicas que pueden afectar el desarrollo de las raíces del girasol, tanto a nivel superficial como sub-superficial. Los pisos de disco/arado constituyen el tipo más común de impedancia superficial. En cuanto a las impedancias sub-superficiales, las de mayor relevancia que pueden afectar la performance del cultivo de girasol son las capas arcillosas ("panes de arcilla, e.g. horizontes B2t") y la tosca.

Panes de arcilla

Los horizontes B textural pueden constituir una impedancia mecánica cuando presentan un elevado contenido de arcillas (Arguidoles vérticos y Arguidoles típicos) en años con media a baja disponibilidad hídrica (donde aumenta la resistencia mecánica de estos horizontes). El efecto de estas capas se debe analizar a través de la observación del perfil, donde se evalúa la profundidad del horizonte, su espesor, estructura y contenido de arcilla (e.g. presencia de barnices de arcilla), entre otros. Asimismo, reducen la permeabilidad (percolación del agua del suelo) y en ocasiones, los problemas de drenaje pueden determinar anegamientos de intensidad variable. La incidencia de este tipo de impedancias sobre el crecimiento y productividad del cultivo se evalúa a través de diferentes elementos: espesor del horizonte, contenido de arcilla, síntomas de hidromorfismo (e.g. moteados, concreciones), etc.

Suelos "Thapto"

Los "Thapto" son un caso muy especial de suelos poligenéticos, que presentan una importancia areal en el centro-oeste de Buenos Aires. Estos perfiles se caracterizan por tener dos suelos de diferente origen, uno superficial (correspondiente a un ciclo de edafización más reciente) y otro profundo (correspondiente a un ciclo de edafización más antiguo). Lo característico de estos suelos, es que, por debajo del suelo superficial (secuencia de horizontes, A-AC), aparece de un modo abrupto una capa arcillosa, que corresponde al horizonte B textural del suelo antiguo. Existen dos tipos básicos de suelos thapto, los Hapludoles thapto árgicos y los Hapludoles thapto nátricos. La diferencia radica en la presencia o no de sodio en cantidades elevadas (% de sodio intercambiable > 15%) en el horizonte arcilloso. Así, la profundidad, espesor, contenido de arcilla y presencia o no de sodio en la capa arcillosa, tienen gran valor diagnóstico en la evaluación de suelos y en la capacidad de uso de los mismos. Cuando los mismos se ubican cerca de la superficie, pueden reducir el drenaje interno del suelo (permeabilidad) durante períodos húmedos y generar eventos de anegamiento de mayor o menor importancia según la ubicación del suelo en el paisaje, intensidad de lluvias, etc.

La presencia de sodio en las capas arcillosas, es aún más problemático ya que dispersa las arcillas, provocando reducciones aún mayores del drenaje, además de afectar de un modo directo el crecimiento de las raíces.

Tosca

La tosca constituye una severa impedancia física para el crecimiento de las raíces, ya que las mismas no la pueden atravesar. Así, la profundidad de la tosca determina la profundidad efectiva del suelo. La tosca presenta una distribución geográfica extendida en diversas áreas girasoleras del sur de Buenos Aires y en la región semiárida pampeana, en especial en la denominada "Planicie sur con tosca", de la provincia de La Pampa.



Suelo con tosca a poca profundidad en la región de Tandil (Panigatti, 2010)

La tosca, al afectar la profundidad efectiva del suelo, reduce la cantidad de agua que el suelo puede almacenar y también reduce la absorción de nutrientes (“suelo enmacetado”).

De acuerdo a ensayos realizados en el sudeste de Buenos Aires, cuando la tosca se ubica a una profundidad mayor a 1,20 m, no limita el rendimiento de los cultivos. Por el contrario, cuando la tosca se ubica a una profundidad menor que 1,20 m hay un progresivo impacto sobre el rendimiento a medida que la profundidad se va haciendo menor. (Figura 1)

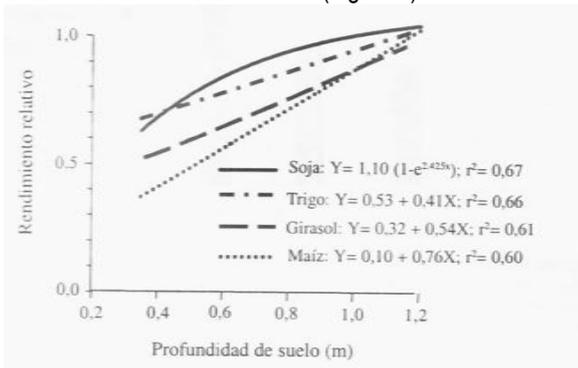


Figura 1. Rendimiento relativo de trigo, maíz, soja y girasol en función de la profundidad de la tosca (Sadras & Calviño (2001)

Como se puede observar en la Figura 1, el girasol y el maíz, son más sensibles al efecto de la reducción en la profundidad efectiva del suelo que la soja y el trigo.

Es importante mencionar que el efecto de la tosca no es uniforme a lo largo de los años. Hay una interacción fuerte con la disponibilidad hídrica. Así, en años húmedos las diferencias entre suelos con tosca (someros) y sin tosca (profundos) es menor que en años secos.

3. Disponibilidad hídrica

El uso consuntivo de agua (requerimiento hídrico) del girasol con un rendimiento de 3500 kg/ha es de alrededor de 450 mm. Este requerimiento hídrico se debe cubrir a partir del agua almacenada en el perfil del suelo (evaluado a la siembra) y las precipitaciones del ciclo. El agua almacenada a la siembra depende del tipo de suelo (MO, textura), sistema de labranza (cobertura, bioporos), del cultivo antecesor y las lluvias previas a la siembra.

Una particularidad del cultivo de girasol es que en suelos sin impedancias físicas, tiene mayor velocidad de profundización de raíces que otros cultivos como soja o maíz. Este atributo puede resultar interesante en suelos en donde hay mayor disponibilidad de agua útil en profundidad, pero también puede ser un problema en suelos con tosca menor a 1,20 m en años secos, ya que el cultivo realiza un mayor consumo hídrico en períodos ontogénicos tempranos (período vegetativo), reduciendo la disponibilidad de agua para afrontar el período crítico que se ubica en floración y llenado de granos.

En la región semiárida pampeana, en el 50% de los años, las lluvias son menores o iguales a 290 mm y la probabilidad de ocurrencia de lluvias superiores a 450 mm es menor al 20% (Quiroga y col. 2008). Por ello, en esta región, el agua almacenada en el perfil (barbecho) resulta imprescindible para el logro de altos rendimientos.

En el sudeste de Buenos Aires, por presentar mayores precipitaciones (900-1000 mm) la dependencia del barbecho es menor. De todos modos, pueden ocurrir, deficiencias hídricas puntuales en períodos críticos para la determinación del rendimiento o restricciones hídricas de mayor o menor incidencia en el rendimiento en suelos someros (con tosca) dependiendo de la profundidad de la misma y la cantidad y distribución de las precipitaciones.

4. Fertilización del cultivo

4.1. Requerimientos nutricionales y eficiencia de uso de nutrientes

Los principales nutrientes que limitan el rendimiento en los sistemas de producción de la Argentina son el nitrógeno, fósforo, y con menor frecuencia, boro (Díaz Zorita & Canigia, 2010). Los requerimientos de fósforo son levemente mayores que el maíz, pero inferiores que soja. Asimismo, el girasol se caracteriza por su elevado requerimiento de nitrógeno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Absorción total (primer valor) y extracción (entre paréntesis) de nitrógeno, fósforo y boro del girasol por tonelada de grano (IPNI, Cono Sur, 2007; Murrel, 2005).

Cultivo	Nitrógeno	Fósforo	Boro
	Kg		g
Girasol	40 (24)	5 (4)	165 (36)
Soja	75 (55)	7 (6)	25 (8)
Maíz	22 (15)	4(3)	20 (5)

Nota: valores de extracción en base seca.

Debido a la composición del grano de girasol (alto contenido de materia grasa), la eficiencia agronómica de los nutrientes aplicados (incremento del rendimiento en grano por cada kg de nutriente aplicado) es significativamente menor que en los cereales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencia agronómica de nitrógeno y fósforo en los cultivos de girasol, maíz y soja.

Cultivo	Nutriente	Baja	Media	Alta
		kg grano/kg N o P		
Girasol	N	3	5	7
	P	6	10	15
Maíz	N	10	20	30
	P	20	30	50
Soja	P	10	15	30

Fuente: elaboración propia en base a información experimental local.

La eficiencia agronómica del nitrógeno, depende de la disponibilidad del mismo en el suelo y de la interacción con otros factores, especialmente la disponibilidad de agua. Las eficiencias de fósforo obtenidas en el sistema de producción, se vinculan con el status del mismo en el suelo (disponibilidad de fósforo en el suelo).

4.2. ¿Cuál es el impacto de la fertilización sobre la implantación y rendimiento?

La fertilización combinada de nitrógeno y fósforo ha demostrado ser una práctica muy efectiva para mejorar la productividad del cultivo en sistemas de producción en siembra directa. La aplicación de nitrógeno, incrementa el área foliar y su duración durante el periodo post-floración, importante ya que permite una mayor actividad fotosintética, en estadios importantes para la determinación del rendimiento. En cuanto al fósforo, una adecuada disponibilidad temprana produce mayor crecimiento radicular y desarrollo vegetativo, aumentando la velocidad de implantación y establecimiento del cultivo. Esto es particularmente importante en lotes bajo siembra directa (donde la temperatura del suelo es más baja por la cobertura de rastrojos), aspecto que se hace más visible en fechas de siembra tempranas y/o con cultivo antecesor maíz.

En cuanto al impacto de la fertilización sobre el rendimiento del girasol, existe abundante bibliografía local que indica los beneficios de la fertilización combinada con nitrógeno y fósforo en diferentes regiones edafo-climáticas. Recientemente, Díaz Zorita & Caniglia (2010,) evaluaron diferentes tratamientos de fertilización con nitrógeno y fósforo en 80 sitios ubicados en lotes de producción de diferentes zonas: norte (Chaco, norte de Santa Fe y Entre Ríos), oeste (la Pampa, sur de Córdoba y San Luis) y sur (sudeste y centro sur de Buenos Aires). Los autores observaron que, en ausencia de la fertilización, los rendimientos de girasol se vieron limitados en 25, 10 y 14%, en las regiones norte, oeste y sur, respectivamente (rendimiento de testigos sin fertilizar=1448, 2621 y 2462 kg/ha, respectivamente). Es decir, estos porcentajes indicarían lo que se “deja de ganar” en términos de mejora en el rendimiento por no incluir la fertilización con nitrógeno y fósforo en el plan de manejo del cultivo.

4.3. Fertilización nitrogenada

4.3.1. Diagnóstico

La disponibilidad de nitrógeno en el suelo en el momento de la siembra (análisis de suelo) se utiliza como herramienta de diagnóstico para evaluar la probabilidad de respuesta a la

fertilización nitrogenada en el cultivo de girasol. En forma complementaria, también se ha propuesto en algunas regiones el análisis de nitratos en peciolo en estadios vegetativos (V4-V6).

En la región girasolera del sur y sudeste de Buenos Aires se han propuesto límites críticos de 50-60 kg N/ha en forma de nitratos en el estrato de 0-60 cm para separar situaciones con alta o baja probabilidad de respuesta al agregado de nitrógeno (Gutiérrez Boem, 2012). Las mayores eficiencias de uso del nitrógeno y respuestas económicas se logran con dosis en el rango de 30 y 60 kg N/ha. Dosis más elevadas, pueden reducir el contenido de materia grasa, además del rendimiento, debido a la mayor incidencia de enfermedades y/o vuelco. En la región semiárida y sub-húmeda pampeana, el contenido inicial de nitratos no siempre es un indicador de la probabilidad de respuesta a la fertilización nitrogenada (Gutiérrez Boem, 2012). Esta región agro-ecológica se caracteriza por su gran variabilidad en tipos de suelos, contenidos de MO y cultivos antecesores, que pueden afectar la demanda y/o oferta de nitrógeno, reduciendo la posibilidad de detectar asociaciones significativas entre el rendimiento y el contenido de nitratos en el suelo en el momento de la siembra. Sin embargo, en la región de la Pampa Arenosa, recientemente se propuso un modelo integrado de selección de lotes a fertilizar con nitrógeno, donde en base a la evaluación de distintas variables (contenido de nitrógeno disponible en el suelo a la siembra, disponibilidad hídrica en el perfil, rendimiento esperado y el contenido de nitratos en peciolo), se define una dosis de aplicación de 40 kg N/ha (Figura 2).

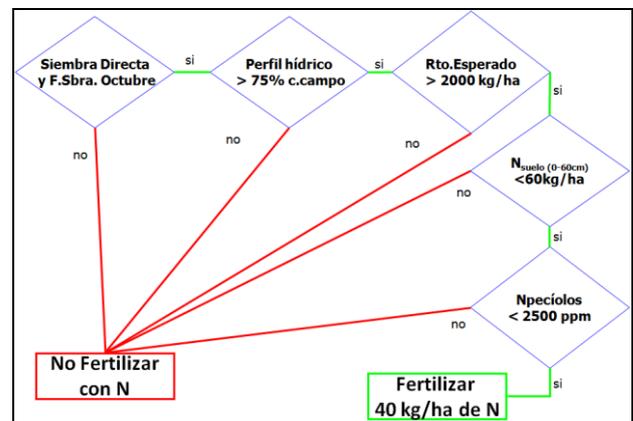


Figura 2. Modelo integrado de selección de lotes a fertilizar con N en la Pampa Arenosa (DZD Agro SRL,2010)

4.3.2. Tecnología de la fertilización

La fertilización nitrogenada se puede realizar a la siembra del cultivo y/o en estadios vegetativos tempranos. Como se mencionó antes, una adecuada nutrición nitrogenada en estadios ontogénicos tempranos mejora el establecimiento del cultivo y el desarrollo vegetativo inicial.

En el caso de fertilizar a la siembra y que la sembradora no separe el fertilizante de la semilla, se recomienda no superar dosis de 20-40 kg/ha de fertilizante (urea, CAN), para evitar los efectos fitotóxicos sobre la germinación y/o emergencia de plántulas.

Si se decide aplicar urea al voleo en pos-emergencia, las pérdidas por volatilización de amoníaco pueden ser elevadas,

dependiendo de las condiciones (temperatura, humedad del suelo, dosis de aplicación). En general, con temperaturas mayores a 20°C, la tasa de pérdida aumenta significativamente. Por ello, en estas condiciones, se recomienda utilizar, o bien fertilizantes que no volatilicen (e.g. CAN) o tengan baja volatilización (e.g. UAN y/o mezclas de UAN con tiosulfato de amonio). Asimismo, en el caso de utilizar fertilizantes líquidos ("chorreado en entresurco"), se recomienda utilizar tubos de bajada para evitar el contacto del fertilizante con las plantas.

4.4. Fertilización fosfatada

4.4.1. Diagnóstico

El contenido de fósforo (P Bray 1, 0-20 cm) es buen indicador del estatus de fósforo del suelo, fundamental para evaluar la probabilidad de respuesta a la fertilización con este nutriente en el cultivo de girasol. De acuerdo a un reciente análisis de información realizado por Gutiérrez Boem (2012), a partir de 30 sitios experimentales (6 años) ubicados en el sector húmedo de la región pampeana, se observó que el rango medio de fósforo disponible en el suelo se ubicaría entre 9 a 13 ppm (P Bray 1, 0-20 cm). Por debajo de 9 ppm se alcanza el 74%, por encima de 13 ppm se logra el 92% del rendimiento relativo y dentro del rango medio el 82% del rendimiento relativo. En suelos con contenidos menores a 9 ppm es donde se lograría la mayor probabilidad de obtener respuestas a la fertilización fosfatada y en suelos con contenidos de fósforo disponibles superiores a 13 ppm, las probabilidades de obtener respuestas significativas a la fertilización serían bajas. En otras regiones, como en la semiárida pampeana, si bien se ha observado un bajo grado de relación entre las respuestas a la fertilización fosfatada y la disponibilidad del fósforo en el suelo, la baja proporción de sitios con bajos contenidos de fósforo limita la posibilidad de detectar dichas relaciones, como así también la heterogeneidad en las propiedades edáficas en dicha región.

Existen diferentes sistemas de recomendación de fertilización fosfatada: (i) modelos de suficiencia o respuesta económica (donde se aplica una dosis baja, para cubrir la necesidad inmediata del cultivo), (ii) modelos de reposición (se aplica una dosis de fósforo equivalente a la extracción) y (iii) enriquecimiento y reposición (donde se aplican dosis de fósforo que permiten incrementar el contenido de fósforo disponible hasta el rango medio deseado y luego se cubre la remoción de fósforo de los cultivos). El tipo de esquema seleccionado depende de diferentes factores como el régimen de tenencia de la tierra (campo propio, arrendamiento), criterios técnicos y empresariales, etc.

4.4.2. Tecnología de la fertilización

La fertilización fosfatada en general se realiza a la siembra del cultivo, por debajo y al costado de la línea de siembra, para evitar efectos fitotóxicos en las semillas y/o la emergencia de las plántulas. La fertilización fosfatada cerca de la línea de siembra (ya sea por debajo y/o por debajo y al costado, según sembradora), es muy importante en girasoles sembrados en fechas tempranas, en lotes manejados en siembra directa. Como se mencionó antes, se mejora la velocidad de implantación y la uniformidad del stand de plántulas establecidas.

En cuanto a las fuentes de fósforo, no son esperables diferencias en efectividad (respuesta) entre fertilizantes solubles (MAP, DAP, superfosfatos), a igual dosis de aplicación de fósforo.

4.5. Fertilización con boro

4.5.1. Diagnóstico de fertilidad

La información disponible sobre diagnóstico de boro en los sistemas de producción de girasol en Argentina es muy escasa. Para la región del oeste, donde se ha realizado la mayor parte de la experimentación en las últimas décadas, se ha reportado que la probabilidad de respuesta al agregado de boro aumenta en suelos de textura arenosa, bajos contenidos de MO y en años relativamente secos. En esta misma zona, se ha observado una relación entre el rendimiento relativo del girasol y el contenido de boro disponible en el suelo a la siembra.

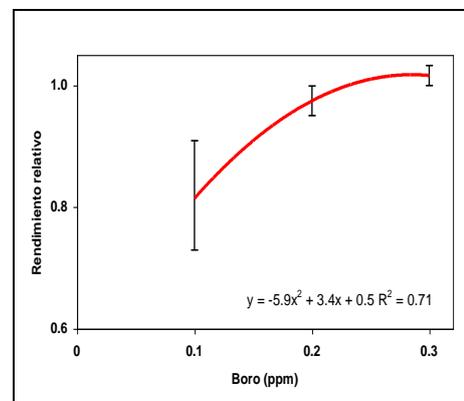


Figura 3. Rendimiento del girasol en función del contenido de boro disponible (0-20 cm) (Duarte & Díaz Zorita, 2002).

4.5.2. Tecnología de la fertilización

La aplicación de boro puede realizarse al suelo o vía foliar. Se recomienda utilizar fuentes solubles en agua. La fertilización foliar es la forma más frecuente de aplicación. Las mismas se pueden realizar en una ventana de aplicación relativamente amplia (e.g. V2-V12)

En los últimos años se comenzaron a adoptar las aplicaciones de boro utilizando como vehículo fertilizantes líquidos (soluciones nitro-azufradas, e.g. UAN con tiosulfato de amonio) que contienen ácido bórico en su formulación. Estos fertilizantes se aplican al suelo en estadios vegetativos tempranos.

PARA COMUNICARNOS MEJOR

Nuestro Tel/Fax: (011) 4553-2474 (líneas rotativas)

email: tecnoagro@tecnoagro.com.ar

Aprovechamos la oportunidad para invitarlos a visitar nuestra página: www.tecnoagro.com.ar. En la misma encontrarán una descripción sobre los servicios que prestamos, como así también información técnica de interés, con nuestros boletines informativos y con notas que iremos renovando periódicamente. También encontrarán instrucciones para efectuar muestreos de suelos y foliares para distintos cultivos. Desde ya agradeceremos su visita y serán bienvenidos comentarios y consultas.

Instrucciones para el muestreo de suelos para diagnóstico de fertilización

En el siguiente cuadro se presenta criterios de muestreo de referencia para diferentes variables edáficas.

Variable	Intensidad (submuestras)	Profundidad y época	Observaciones
MO, pH, C.E.	20-25	0-20 cm. Época variable según objetivo.	En suelos afectados por sales, las intensidades pueden ser mayores y también puede ser útil medir a diferentes profundidades.
Nitratos, sulfatos	20-25	0-20, 20-40 y 40-60 cm. Presiembra.	Es posible estimar la capa 40-60 cm midiendo el contenido de nitratos de 0-20 y 20-40 cm.
Fósforo Bray 1	30-40	0-20 cm. Presiembra u otros momentos.	En los últimos años se ha observado una elevada variabilidad del P en el suelo.
Humedad gravimétrica	10	0-100 cm (mínimo).	La intensidad consignada corresponde a unidades de muestreo homogéneas en cuanto a tipo de suelo y cobertura. En caso de observarse diferencias en distribución de rastros, tipo de suelo, etc. puede ser necesario muestrear en diferentes partes del lote.

Fuente: Adaptado de Torres Duggan y col (2010).

Las muestras de suelo deben extraerse a través de un sistema de muestreo compuesto a una, dos o tres profundidades por separado (0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm). Para obtener la muestra compuesta de cada profundidad, deben recorrerse las dos diagonales del potrero en "zig-zag" tomando una submuestra cada 2 ha (20 submuestras como mínimo). Si la superficie del lote es mayor de 50 ha y/o presenta sectores con distintos suelos, diferencias de relieve o cualquier aspecto que considere que puede diferenciar las distintas partes del lote, se deben tomar muestras compuestas por separado. Evite el muestreo de antiguos comederos, bebederos, tinglados, etc. Cuando se requiera la determinación de fósforo, es necesario realizar un muestreo de suelos más intensivo (40 submuestras por muestra compuesta) ya que se observa una mayor variabilidad en este nutriente. Con el conjunto de submuestras de cada profundidad se hace la muestra compuesta final para enviar al laboratorio. Esta muestra compuesta debe homogeneizarse y posteriormente cuartearse hasta llegar a una cantidad de suelo de no más de un kilogramo. Luego se guardan en bolsas de polietileno que se cierran y se rotulan exteriormente, detallando nombre del establecimiento, potrero, sector y profundidad de extracción. Estas muestras se acondicionan en un envase aislante, enfriado con el sistema de transporte usado para las vacunas. Se recomienda especialmente que en ningún caso pasen más de 72 h entre el momento de la extracción y la llegada de las muestras al laboratorio. Si se solicita la recomendación de fertilización, se debe completar la planilla de información adjunta indicando la zona, los años de agricultura, cultivo antecesor, lluvias de los 90 días anteriores (si fuera para maíz o girasol), sistema de labranza, rendimiento esperado y en el caso del trigo indicar el genotipo (cultivar) utilizado. En todos los casos se debe aclarar si el sistema de producción es en secano o riego.

