



FICHA TÉCNICA DE PECÁN N°46

“INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS FOLIARES”

Colaboradora: Silvina Vaccaro

Agosto 2025

Si usted aun no es socio del Cluster del Pecán, lo invitamos a asociarse.

Es interesante para usted y para el Cluster.

Contacto: gerencia@clusterdelpecan.org.ar

INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO Y AGUAS DE RIEGO

Estos análisis de tejidos foliares, son una herramienta de enorme valor para los productores, pues nos indican directa y claramente el estado de nutrición de la nuestra plantación.

Es necesario respetar las fechas anualmente además de las indicaciones, manera de obtener el material de análisis (descrito más adelante) para que sean valederos y comparables con años anteriores. Las tablas de suficiencia de los diferentes elementos, nos permiten saber dónde estamos parados, como se encuentra nuestro cultivo en cada uno de los Macro y Micronutrientes analizados.

También se adjuntan fotografías de carencias foliares que nos ha brindado Martin Basso, un asiduo colaborador de las FTP, y de algunas de otros amigos.

Esos datos, sumados a los de análisis de suelos (FTP n°45), a los de la próxima producción (kg/ha de cosecha) y a los del conocimiento del cultivo (suelo, riego, cultivares, edad, etc. podas), nos brindan información con la cual podrá, el propietario o su asesor técnico, realizar los planes de fertilización para la futura temporada.

Estas 2 publicaciones, son herramientas muy valiosas para poder interpretar e informarse cada vez que se realicen análisis y así trabajar técnicamente, con bases ciertas, tratando de obtener una mayor producción de pecanes de buena calidad.

Como es costumbre hace ya 7 años, quiero agradecer a los anunciantes, a la colaboradora que nos ha aportado su conocimiento y tiempo para estas 2 FTP, a quienes aportaron material para completarla y a la organización del Clúster que brinda esta publicación, para todo el mundo pecanero.



Colaboradora: Silvina Vaccaro



Editor: Ing. Agr. Alejandro Lavista Llanos

ANÁLISIS FOLIAR

El análisis foliar o de tejidos vegetales es una herramienta esencial para el diagnóstico nutricional de cultivos. Consiste en medir el contenido total de los nutrientes presentes en las hojas u otra parte de la planta, a través de procedimientos químicos específicos realizados en Laboratorio. Nos permite conocer el estado nutricional actual de nuestra plantación, efectuar correcciones de fertilización durante el ciclo vegetativo, anticiparnos a deficiencias / desbalances y /o intoxicación de algún nutriente, conocer si los nutrientes aplicados fueron absorbidos por la planta, comparar con análisis anteriores a fin de evaluar respuesta, planificar futuras fertilizaciones, además, diagnosticar inconsistencias en el campo al comparar las muestras de un cultivo sano con la obtenida del cultivo en secciones del campo donde se observan síntomas que pueden deberse a deficiencia o toxicidad.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los elementos nutricionales pueden clasificarse en dos grupos de acuerdo a la cantidad que es requerida por las plantas: los macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio) que son requeridos en mayores cantidades, y los microelementos (zinc, hierro, magnesio, cobre, boro, níquel, cloruro) de los cuales se necesitan cantidades muy pequeñas.

Si bien el pecan requiere todos elementos esenciales mencionados, el nitrógeno (N) y el zinc (Zn) son los elementos a los que presentan mayor respuesta en crecimiento y calidad.

Agradecemos el apoyo de los siguientes Sponsors

LABORATORIO AGRONÓMICO GUALEGUAY – www.lag-laboratorio.com.ar – info@lag-laboratorio.com.ar – +54 9 3444 441003

LABORATORIO CÁMARA ARBITRAL DE CEREALES DE ENTRE RÍOS – www.cacerer.com.ar - Imeli@cacerer.com.ar - +54 9 343-4310301

TECNOAGRO - www.tecnoagro.com.ar - laboratorio@tecnoagro.com.ar - +54 11 4553 2474

Nitrógeno: Es un elemento esencial para la fotosíntesis y para la formación de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Junto con el potasio (K) son los dos minerales que se extraen en mayor cantidad del suelo.

Dado que es un nutriente con movilidad dentro de la planta, las deficiencias se presentan como una clorosis generalizada, como resultado del contenido reducido de clorofila, y comienza primero en las hojas adultas y específicamente en los folíolos basales que se tornan de un color verde amarillento pálido generalizado (Imagen 1), en una etapa más avanzada de la deficiencia, toda la planta se vuelve amarilla y las hojas se caen.



Imagen 1. Se puede observar la diferencia entre un foliolo de pecan con déficit de nitrógeno y un foliolo con contenido de nitrógeno óptimo. (Gentileza del Ing. Agr. Martin Basso de Consultora Pecanes Mercedinos)

Fosforo: participa en procesos energéticos dentro de la planta y afecta la calidad de los frutos, ya que influye en el porcentaje de almendra. El fosforo (P) mejora el crecimiento de las raíces y la formación de flores, aumenta la resistencia de la planta al estrés ambiental y mejora la calidad general del cultivo. La necesidad de P a lo largo del año es constante y está estrechamente relacionada con la concentración en los órganos de la planta y con la cantidad que se exporta en frutos y en restos de poda; en comparación con lo que se requiere de N y K, el requerimiento de P es bajo.

Los síntomas de la deficiencia se presentan primero en las hojas inferiores que desarrollan un color rojizo a partir de los bordes (Imagen 2), en cambio, cuando las hojas están bien provistas presentan un color verde oscuro.

Imagen 2. foliolo de pecan con déficit de fósforo. (Gentileza del Ing. Agr. Martin Basso de Consultora Pecanes Mercedinos)



TECNOAGRO
TECNOLOGIA AGROPECUARIA

Agradecemos el apoyo de:

www.tecnoagro.com.ar
aboratorio@tecnoagro.com.ar
[+54 11 4553 2474](tel:+541145532474)

Potasio: está involucrado en muchos procesos en la planta, desde la regulación del agua hasta la producción de energía, dado a que interviene en la regulación de estomas, influye en el proceso de fotosíntesis y respiración, regula y mejora la absorción de agua, requerido en el metabolismo de proteínas y en la absorción y uso adecuado de otros nutrientes, además interviene en el transporte de azúcares.

Su deficiencia puede traducirse en menor crecimiento vegetativo y del fruto y mayor estrés hídrico, los síntomas se expresan como chamuscado y amarilleo marginal en las hojas más viejas puesto que es un nutriente móvil dentro de la planta, mientras que la parte central de la hoja permanece verde, luego esos bordes se necrosan y mueren.

Calcio: es un nutriente esencial para las plantas, participa en el fortalecimiento de las paredes celulares, en procesos enzimáticos y hormonales, protege a la planta contra el estrés por calor, de enfermedades, hongos y bacterias, regula el crecimiento y elongación de las células y afecta la calidad del fruto, además regula la apertura y cierre de las estomas.

El calcio no es móvil dentro de la planta por lo que los síntomas de deficiencia se observan en las hojas jóvenes y en el fruto, como rizado en las hojas, decoloración del fruto, pudrición apical del fruto, raíces atrofiadas, entre otros.

Magnesio: se clasifica como nutriente secundario, forma parte de la molécula de la clorofila, es esencial para la fotosíntesis. Es un elemento móvil dentro de la planta por lo que las deficiencias aparecen primero en las hojas más viejas como una clorosis internerval, estos síntomas pueden aparecer cuando los suelos son arenosos o tienen pH ácido (<5,5).

Azufre: se considera nutriente secundario, que forma parte de algunas proteínas, participa en los procesos de fotosíntesis, respiración, síntesis de vitaminas entre otras funciones específicas. Como es inmóvil dentro de la planta, los síntomas aparecen en las hojas jóvenes como un amarillamiento uniforme o coloración verde pálido en toda la planta y muchas veces puede confundirse con deficiencia de N.

Zinc: a pesar de ser un micronutriente esencial, es uno de los elementos claves en la nutrición de los huertos de pecan y participa en la síntesis de auxinas que promueven el crecimiento de los tejidos vegetales. De esta manera este nutriente influye en el tamaño de la fruta, en la eficiencia fotosintética, en la floración y el rendimiento. La movilidad del Zn en la planta es variable y depende en gran medida de la disponibilidad de este en el suelo. Cuando los niveles de este elemento son bajos, los entrenudos se acortan y las hojas son pequeñas y lanceoladas (Imagen 3 y 4). En otros casos las hojas son pequeñas, cloróticas, estrechas que se enrollan hacia arriba.



*Imágenes 3 y 4. foliolo de pecan con déficit de zinc.
(Gentileza del Ing. Agr. Martin Basso de Consultora
Pecanes Mercedinos)*

Hierro: a pesar de estar en grandes cantidades en el suelo, su disponibilidad para las plantas suele ser baja y, por lo tanto, es común la deficiencia de este micronutriente. Es un elemento con reducida movilidad dentro de la planta. Su déficit impide síntesis de clorofila y fotosíntesis eficiente, el síntoma de deficiencia aparece como una clorosis invernal en las hojas jóvenes (imagen 5), venas verdes sobre tejido amarillento, hojas pálidas o casi blancas.

Imagen 5. Clorosis internerval en folíolos jóvenes de nogal pecan, típica de deficiencia de hierro. Fuente: NMSU, Circular H-658.



Manganeso: participan en diversos procesos enzimáticos. Aunque su deficiencia no es común. Es un nutriente inmóvil, por lo tanto, los síntomas de deficiencia, como clorosis invernal o/o manchas necróticas, aparecen primero en las hojas más jóvenes.

Agradecemos el apoyo de:

www.cacerer.com.ar

lmeli@cacerer.com.ar

+54 9 343-4310301

Luciano Meli



Cobre: es un micronutriente constituyente estructural de muchas proteínas, es esencial para el proceso de fotosíntesis y de la respiración, activa varias enzimas y participa en el metabolismo de la pared celular. Si bien su deficiencia no es tan común, como nutriente poco móvil en la planta, la sintomatología aparece primero en la punta de las hojas más jóvenes, y luego se extiende a los márgenes. Además, se pueden observar otros síntomas, según el cultivo, como hojas retorcidas, marchitez, hojas de color verde azulado, floración tardía, entre otros.

Boro: este nutriente participa en la formación y transporte de azúcares dentro de los tejidos, en la síntesis de la pared celular, en la síntesis de ARN y auxinas, mejora la calidad del polen, participa en la germinación y crecimiento del tubo polínico. Su deficiencia puede provocar fallas en el cuajado de los frutos, además, los síntomas de deficiencia varían entre las especies de plantas, pero en principio es un elemento poco móvil con lo cual la sintomatología aparece primero en hojas jóvenes y yemas terminales como una clorosis blanco amarillento, también se puede observar entrenudos cortos, raíces atrofiadas, floración tardía, malformación de hojas, tallo hueco.

Cloruro: participa en la regulación del equilibrio hídrico y osmótico de las aberturas estomáticas, cumple un papel en la fotosíntesis y puede suprimir algunas enfermedades. A menudo se los asocia con la salinidad del agua y del suelo y con los síntomas de toxicidad en las plantas. No suele estar asociado a sintomatología de deficiencia porque la mayoría de los cultivos requieren poca cantidad que absorben de la solución de suelo.

Agradecemos el apoyo de:



Lag

LABORATORIO
AGRONÓMICO
GUALEGUAY

www.lag-laboratorio.com.ar
info@lag-laboratorio.com.ar
+54 9 3444 441003
Silvina Vaccaro

Níquel: actúa como catalizador y componente de la enzima ureasa. Su deficiencia interrumpe la asimilación de N y el carbono durante el proceso de la expansión del follaje, provoca la acumulación de urea, causando la aparición de manchas necróticas en las hojas. Puede provocar distorsiones o alteraciones de crecimiento en el follaje, sintomatología comúnmente conocida como “oreja de ratón”, la cual consiste en una necrosis de las puntas de los folíolos, causando que estos sean pequeños y redondeados (Imagen 6 y 7), disminuyendo así el área foliar y el rendimiento del árbol.



Imágenes 6 y 7. Foliolo de pecan con déficit de níquel.
(Gentileza del Ing. Agr. Martin Basso de Consultora Pecanes Mercedinos)

MUESTREO

Dado que las concentraciones de nutrientes varían según las partes de la planta y las distintas etapas fenológicas, el análisis foliar proporciona información precisa sobre el estado nutricional del cultivo en el momento exacto del muestreo y en función del tejido vegetal seleccionado. Por lo tanto, al igual que en el muestreo de suelo, la representatividad de la muestra es un factor crítico.

El número de muestras por plantación dependerá de la heterogeneidad del suelo y de las características del arbolado. Para una correcta toma de muestras, la plantación debe dividirse en parcelas homogéneas, considerando características edáficas similares (textura, fertilidad, color, etc.). A su vez, dentro de cada parcela deben seleccionarse subparcelas con árboles uniformes en cuanto a edad, variedad, porte, color del follaje, producción, entre otros aspectos.

Época de muestreo

En el caso del pecan, el muestreo foliar debe realizarse durante el verano, cuando el follaje ha alcanzado su pleno desarrollo, coincidiendo con el estado acuoso de la nuez. Este período se extiende aproximadamente entre el 15 de diciembre y el 15 de enero, aunque puede variar según la región.

Técnica de muestreo

Los folíolos deben extraerse de la zona media de los brotes del año.

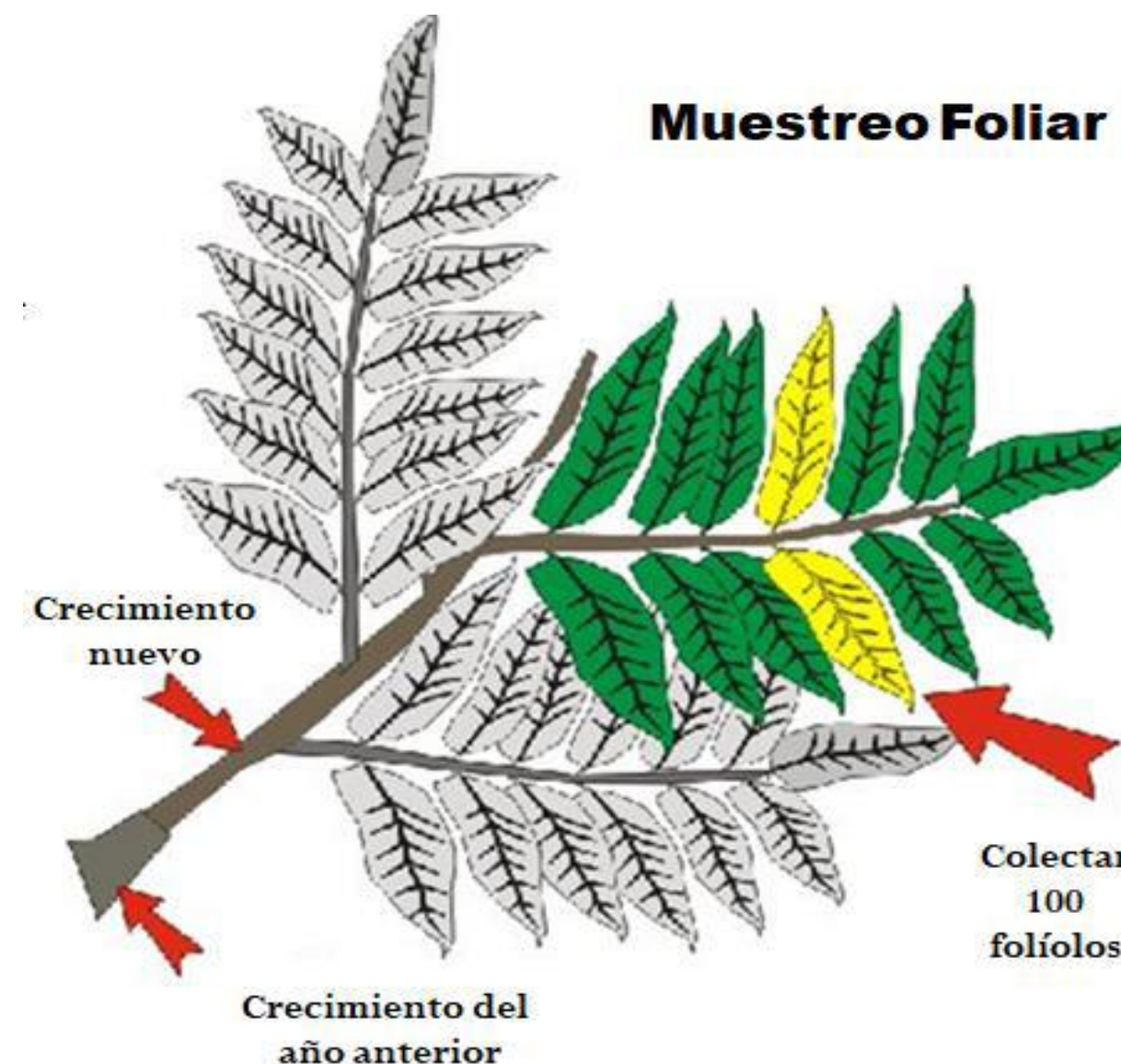
Dentro de cada brote, se deben seleccionar dos a cuatro folíolos centrales de la porción media. La recolección debe realizarse desde todas las orientaciones del mismo árbol, evitando siempre folíolos basales o terminales (ver Imagen 8).

Imagen 8. Tomada y traducida del *Southeastern pecan Growers' Handbook, Georgia*

Es importante que los árboles muestreados estén identificados para mantener un patrón de muestreo constante a lo largo de los años, lo cual permite realizar comparaciones válidas entre campañas sucesivas.

El número de árboles a muestrear se detalla en la siguiente tabla:

Nº de árboles por sub-parcela	Nº de árboles a muestrear
< 150	1 cada 3
150-250	1 cada 50
250-450	1 cada 9
450-750	1 cada 15
750-1500	1 cada 30
> 1500	1 cada 50



Cuadro 1. Número de árboles a muestrear

Consideraciones importantes

Evitar árboles con síntomas de plagas, enfermedades, daños por anegamiento o sequía, o que hayan sido abonados recientemente, ya que pueden sesgar los resultados.

La muestra mínima a enviar al laboratorio debe contener al menos 50 folíolos, es preferible seleccionar más árboles para el muestreo, que coleccionar muchos folíolos de pocos árboles.

Transporte y conservación de la muestra

Los folíolos deben colocarse en sobres de papel absorbente (ej. papel madera), evitando bolsas plásticas o de polietileno, para impedir la acumulación de humedad.

Identificar correctamente cada muestra, incluyendo:

Nombre del establecimiento

Nombre del productor y asesor técnico

Lote y variedad

Edad del lote

Localidad

Fecha de muestreo

Si la muestra se conserva adecuadamente, es decir, comienza a secarse sin marchitarse ni desarrollar hongos, no es necesario su envío inmediato al laboratorio.

INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO

La interpretación de un análisis foliar consiste en la comparación de los valores obtenidos con tablas de referencia, que en la mayoría de los casos, están basadas en un desarrollo óptimo del cultivo y en un determinado estadio del ciclo vegetativo, es lo que se conoce como el Método del Valor Crítico o Rango de Suficiencia, significa que valores por debajo del valor crítico indican deficiencia y valores superiores significa que no habrá respuesta en el rendimiento si se aplica el nutriente en cuestión.

Si bien son valores orientativos, sirven de referencia para conocer el estado nutritivo de la plantación y permiten ajustar el programa de fertilización.

Estas tablas, tienen diferencias en cada región, y aunque se está trabajando, no están calculadas todavía en la Argentina, por lo cual se suelen usar las correspondientes al Sud Este de USA.

ELEMENTO	Sparks, 1992	Pro-pecan 2015	Southeastern Pecan Grower's
Nitrógeno	2.50 – 3.00 %	2.50-3.30 %	2.50 – 3.00 %
Fósforo	0.12 – 0.30 %	0.18-0.20 %	0.14 – 0.30 %
Potasio	0.75 –1.50 %	1.25-2.50 %	1.30-2.50 %
Azufre	0.15 –0.25 %	0.25-0.50 %	0.25-0.50 %
Calcio	0.70 –2.50 %	1.30-1.75 %	1.30-1.75 %
Magnesio	0.30 –0.70 %	0.35-0.60 %	0.35-0.60 %
Cobre	4– 50 ppm	6-30 ppm	6-30 ppm
Zinc	50-100 ppm	50-100 ppm	50-100 ppm
Manganeso	150 – 500 ppm	100-800 ppm	100-800 ppm
Hierro	50-300 ppm	50-300 ppm	50-300 ppm
Níquel	-	5-15 ppm	5-15 ppm
Boro	20 –50 ppm	15-50 ppm	15-50 ppm

Cuadro 2. Rangos de suficiencia de nutrientes en hoja

Algunas tablas, además, son más descriptivas e incorporan rangos que van de deficiente, bajo, óptimo y alto/excesivo.

Cualquiera sea la manera en la cual encontremos las tablas de referencia, los valores se interpretan de la siguiente manera, cuando los niveles son considerados deficientes, podemos observar sintomatologías características en diversos órganos de la planta, que nos permiten realizar un diagnóstico visual, indican que el elemento en cuestión no alcanza en el tejido la concentración suficiente para el normal desarrollo de las funciones fisiológicas o procesos metabólicos en el que éste está implicado, como consecuencia se ve afectada la productividad, tamaño y calidad del fruto.

Los niveles denominados bajos, indican que la planta no está absorbiendo el nutriente de forma plenamente satisfactoria y, aunque no siempre implican alteraciones importantes en el desarrollo vegetativo y la productividad, es conveniente prestar atención a la nutrición con este elemento para no caer en el estado deficitario. En los niveles bajos puede observarse la sintomatología de la deficiencia en algunas brotaciones, aunque de forma aislada y escasamente intensa. Los niveles foliares considerados óptimos indican que la nutrición es equilibrada y no es limitante para un correcto funcionamiento de la plantación. Las concentraciones foliares altas o excesivas de un determinado elemento indican que éste está siendo absorbido en cantidades superiores a las estrictamente necesarias, ya sea por su abundante disponibilidad en el suelo en estado asimilable o por un exceso de fertilización. En estas circunstancias puede producirse una disminución de la calidad del fruto y también la aparición de carencias por antagonismos en la absorción de otros nutrientes, como también, la acumulación excesiva de algunos elementos en los tejidos puede producir efectos tóxicos, con graves repercusiones en el desarrollo y la producción.



Laboratorio de Química - CERTIFICADO N°:

Solicitante: --	
Fecha de recepción: --	Referencia: .-
Cultivo: PECAN	Tipo de muestra:
Muestra extraída por: SOLICITANTE	Fecha de muestreo: .-
Procedencia de la muestra: .-	
Observación: -	
Fecha de inicio de análisis: --	Fecha de emisión de análisis: --

DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	
Fosforo	0,12	%
Nitrógeno	2,41	%
Azufre	0,10	%
Calcio	2,81	%
Magnesio	0,54	%
Potasio	1,02	%
Zinc	31,7	ppm
Boro	44,4	ppm
Hierro	455	%
Cobre	63,9	ppm
Manganeso	76,2	ppm
Níquel	3,2	ppm

Acondicionamiento de la muestras: lavado con solución acidificada, secado a 60 °C.-

El resultado de este informe se refiere únicamente a la muestra analizada. El Laboratorio no se hace responsable por la validez del muestreo.



María Silvina Vaccaro
Lic. en Cs. Biológicas, MSc. - MN 73*31*48
CPO. RNTM 316
Laboratorio Socio Fundador de RedLAA
Laboratorio Adherido a SAMLA

En el ejemplo ilustrado de certificado de análisis foliar en hojas de pecan, se pueden observar que los valores en rojo indican deficiencia para dichos nutrientes y que requieren de una fertilización, los valores en verde se hayan por encima del valor critico indicando que probablemente no haya respuesta si el cultivo es fertilizado, mientras que los valores en negro serían suficientes para un adecuado desarrollo del cultivo.

Imagen 9. Ejemplo de Certificados de Análisis de vegetal

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis del tejido vegetal refleja el estado nutricional real del cultivo en un momento específico, indicando los nutrientes efectivamente absorbidos por las plantas.

Las deficiencias o toxicidades observadas no deben interpretarse de manera aislada, ya que responden a interacciones complejas, antagónicas o sinérgicas, entre los distintos nutrientes durante los procesos de absorción, asimilación y transporte iónico. A menudo, estos procesos se explican de forma independiente, cuando en realidad los nutrientes esenciales interactúan entre sí. El agregado de un nutriente en el suelo, en presencia de deficiencias de otros, limita su aprovechamiento. Esta restricción está explicada por la conocida Ley del Mínimo o barril de Liebig, según la cual el desarrollo del cultivo estará condicionado por el nutriente en menor disponibilidad. Por ello, es fundamental complementar el análisis foliar con el análisis de suelo, que aporta información sobre la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el perfil. Finalmente, considerando que el cultivo de nogal peca requiere riego suplementario, es imprescindible evaluar también la calidad del agua. Esto se debe tanto a la elevada variabilidad en la composición del agua subterránea a nivel regional y subregional, como a su impacto directo en la solubilidad y disponibilidad de nutrientes, ya sea en sistemas de fertirriego como en fertilización foliar. En algunos casos, la calidad del agua puede incluso ser la causa directa de toxicidad en el cultivo (ver Ficha Técnica N.º 45).

RECOMENDACIÓN FINAL

Se recomienda enfáticamente contar con el asesoramiento de profesionales con formación técnica, conocimientos actualizados y experiencia comprobada en el cultivo de nogal pecan. Su intervención resulta clave para implementar un manejo agronómico eficiente, conforme a los lineamientos de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), optimizar el uso de recursos, evitar costos innecesarios y alcanzar el máximo potencial productivo en el menor tiempo posible. Asimismo, un adecuado acompañamiento técnico facilita la adopción de estándares exigidos para certificaciones orientadas a mercados de exportación.

Bibliografía

Libros:

Alvarez, R. (2021). La fertilidad de los suelos pampeanos; Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía.

De Sela, G. (2021) Fertilización Y Riego - Teoría Y Mejores. Editorial Independently Published, Edición 1.

Madero, E. R.; F. C. Trabichet; F. Pepé y E. Wright. (2016). Manual de manejo del huerto de nogal Pecán. Ediciones INTA.

Marbán, L & Ratto, S. (2005). Nitrógeno del suelo. In: Marbán L & S Ratto (edits). Tecnologías en análisis de suelo. AACCS.

Sammis, T. W. y Mexal, J. G. (2005). Diagnosing nutrient deficiencies in pecans (Circular H-658). New Mexico State University, Cooperative Extension Service. Recuperado de https://pubs.nmsu.edu/_h/H658/index.html

Comunicación personal:

Fabrizio, A., Heredia, O. (2023). Curso de Posgrado: Química de suelos. Maestría en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Gutierrez Boem, F. (2023). Curso de Posgrado: Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes. Especialización en Fertilidad de suelos y fertilización. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Interesados en hacer publicidad en las FTP comunicarse a: clusterdelpecan@gmail.com