



Agricultura Razonada®

West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
Esmeralda No. 2847 Colonia Verde Valle
44550 Guadalajara, México
Teléfonos: (33)31231823, 31217925
Portal Web: www.westanalitica.com.mx
Correos: eaguilar@allabs.com maldana@allabs.com
bzuniga@allabs.com mgarcia@allabs.com

Serie: Diagnósticos Foliares

Análisis de Tejidos Vegetales

(El estado de nutrición del cultivo)

- 1. El Análisis de Tejidos Vegetales.**
- 2. El Muestreo de Tejidos Vegetales.**
- 3. Preparación de la Muestra.**
- 4. Técnicas de muestreo de tejidos.**
- 5. Formato del Reporte Foliar.**
- 6. Utilidad del análisis foliar.**
- 7. Causas de niveles de nutrición altos o bajos.**
- 8. Fuentes de Variación.**
- 9. Absorción de nutrientes por cultivos.**
- 10. Monitoreo y análisis de pecíolo.**
- 11. Efectos del estado nutricional.**
- 12. Rangos de suficiencia.**
- 13. Interacciones entre nutrientes.**
- 14. Formas iónicas de los nutrientes.**

1. El Análisis de Tejidos Vegetales.

Uno de los factores que más afecta el rendimiento y la calidad de los cultivos es su estado nutricional. Esta determinación requiere análisis muy precisos, ya que el estado nutricional es una característica "oculta" cuyos síntomas visibles aparecen cuando existe ya un balance inadecuado entre los nutrientes.

Los análisis foliares o de tejidos vegetales son el complemento indispensable a los análisis de suelo. Ambos son necesarios para lograr un buen diagnóstico.

Actualmente, con la posibilidad de suministrar nutrientes a través de sistemas de irrigación, los análisis de avanzan los conocimientos sobre nutrición de la planta y sus requisitos nutrimentales en las diferentes etapas de crecimiento, el análisis foliar se ha convertido en una herramienta muy útil para lograr altos rendimientos.

La determinación del estado nutricional de una planta, o del flujo de nutrientes hacia la parte aérea durante la etapa del crecimiento, requiere de la determinación precisa en el laboratorio de los 11 elementos esenciales más importantes para el desarrollo de las plantas, y 2 elementos no esenciales como el Sodio y el Aluminio. Las determinaciones como el Molibdeno, Níquel y el Coro son opcionales. Se incluyen tan solo a solicitud expresa, con un costo adicional.

El análisis de tejido que proporciona nuestro Laboratorio, sirve principalmente para detectar el "hambre oculta" de la planta y confirmar los síntomas visuales de deficiencia. Los niveles tóxicos pueden ser también detectados. Aunque los análisis foliares comúnmente se utilizan como herramienta de diagnóstico para futuras correcciones de nutrientes problema, un análisis de tejido de planta joven permite hacer a tiempo correcciones de fertilización durante el ciclo de crecimiento. En resumen, los análisis foliares se utilizan para:

- Confirmar un diagnóstico a partir de síntomas visibles
- Identificar carencias ocultas que aún no producen síntomas
- Ubicar áreas de suelo con deficiencias de nutrientes
- Determinar cuáles nutrientes ha absorbido la planta
- Aprender sobre interacciones entre nutrientes
- Estudiar el funcionamiento de los nutrientes en las plantas
- Sugerir estudios o pruebas adicionales

Las pruebas de tejidos que se realizan en el campo a través de cintas colorimétricas y tablas de colores, no son sustitutos científicos válidos para el análisis foliar en laboratorio, ya que son sistemas no-cuantitativos limitados a señalar la presencia o concentración de nitratos, fosfatos y potasio.

2. El Muestreo de Tejidos Vegetales.

Las instrucciones de muestreo son muy específicas en cuanto a la parte de la planta y la etapa de crecimiento ya que, para poder interpretar correctamente el resultado de una prueba, es necesario compararla contra rangos de valores normales o "estándar". Estos rangos críticos los establece el Laboratorio A-L en base a investigaciones y estudios por cultivo que, desde su fundación, ha venido realizando en varios países. Cuando no existen o

no se tienen instrucciones precisas de muestreo, la regla general es la de seleccionar hojas recientemente maduras fisiológicamente.

Para que una muestra pueda considerarse válida, es importante seguir el siguiente procedimiento:

1. Muestrear preferentemente las plantaciones que se encuentren en fase de plena producción, y/o aquellas que sean sospechosas de tener problemas nutricionales, para intentar corregirlos. Indicar claramente la etapa vegetativa del cultivo y los datos que permitan identificar la muestra de planta.

2. La toma de muestras se hace cuando el contenido de elementos dentro de la hoja es prácticamente constante, y siempre en la misma época. Para facilitar la fecha, debido a que climatológicamente todos los años son diferentes, parece interesante hacer referencia a algún estadio fenológico, con lo cual ya no existirá la posible influencia debida al clima. El estadio fenológico de referencia es F2 o 50 % de flor abierta.

La elección de la fecha, en función del estado fenológico, permite hacer comparaciones de los resultados que obtenemos en años diferentes. Normalmente la toma de muestras se lleva a cabo en un estado fenológico que se encuentre de 100 a 150 días después del estadio F2, según la zona.

3. Las hojas a muestrear se sacan de la zona media de las ramas del año. Esta rama, que es un brote, tiene que ser de vigor medio, sin dardos, ni anticipadas. El brote no puede ser un brote chupón, y su forma no puede ser pendular. Los brotes de los que cogemos las muestras tienen que encontrarse en diversas direcciones. Todos los años tenemos que muestrear los mismos árboles o – en su caso- las mismas plantas.

Para el caso de árboles, las hojas escogidas tienen que encontrarse a una altura media, entre 1.5 y 2.5 metros, y tienen que tomarse de la parte externa del árbol. Las hojas muestreadas tienen que tener pecíolo y, si queremos estudiar algún problema detectado, tienen que ser verdes, sin lesiones y completas.

La muestra debe tener un total de 50 a 100 hojas, lo que tiene que dar un peso seco de alrededor de 80 a 100 gms. Expondremos a continuación la época de muestreo, el número de plantas a muestrear y el método que debe seguirse para los diferentes cultivos; ya que todo lo dicho hasta ahora es muy general, en algunas ocasiones podría introducir a errores.

Diversos estudios indican que el número de plantas y el número de hojas individuales a coleccionar tienen una influencia directa en la variación de los resultados. Se observa como dicha variación es afectada en forma más significativa por el número de árboles muestreados que por el número de hojas muestreadas por árbol. Es preferible seleccionar más plantas para el muestreo, que coleccionar muchos tejidos de pocas plantas.

3. Preparación de la muestra foliar.

Generalmente de 100 a 200 gramos de material vegetal empacado en bolsas bien ventiladas de papel absorbente, es una cantidad suficiente para llevar a cabo el análisis foliar. Si se trata de pecíolos, de 80 a 100 gramos son suficientes. Como ya señalábamos, si la muestra está contaminada por polvo, suelo, fertilizantes o residuos de aspersión, necesitará de un ligero lavado en la forma siguiente:

Continúe secando las muestras al aire libre durante un día entero (a temperaturas menores a 50° C) y envíela después al laboratorio en bolsas perforadas como las que proporciona gratuitamente A-L. Estas bolsas son de un papel ligeramente absorbente que permiten el movimiento del aire y un cierto grado de secado durante el tránsito. Nunca envíe muestras frescas en bolsas plásticas selladas. Nunca congele las muestras. No incluya raíces para análisis de nutrientes a menos que ésta información le sea específicamente solicitada.

Cuándo y dónde muestrear.

Antes de tomar la muestra de tejidos, asegúrese que la época y localización de la muestra tomada es la adecuada. Las instrucciones para el muestreo de hojas son diferentes de las de pecíolo. Recuerde que la comparación de muestras provenientes de "áreas buenas", contra las de "áreas malas" ayuda a determinar acciones correctivas.

Como ya señalábamos, si no se dispone de una guía específica de muestreo, colecte hojas recientemente maduras justamente debajo de los puntos de crecimiento de al menos 10 plantas diferentes. En las tablas siguientes se muestran algunas guías aproximadas de muestreo para diversos cultivos, aunque pueden existir variaciones.

El caso específico del muestreo foliar en caña de azúcar.

Para formular un plan balanceado de fertilización en Caña de Azúcar, es recomendable realizar en primer lugar un análisis de suelo y posteriormente el análisis foliar que permita ir haciendo ajustes y correcciones a la fertilización. Para llevar a cabo el análisis foliar, es necesario tomar la muestra de la parte adecuada de la planta. Se debe tomar el tercio medio de la hoja Y., 4a., o 5a., desde arriba, completamente desarrollada. (Ver Figura). Se muestrean de 15 a 20 plantas al azar y sobre los 4 meses de edad. Luego se colocan las muestras en las bolsas perforadas de A-L y se envían al laboratorio de inmediato.

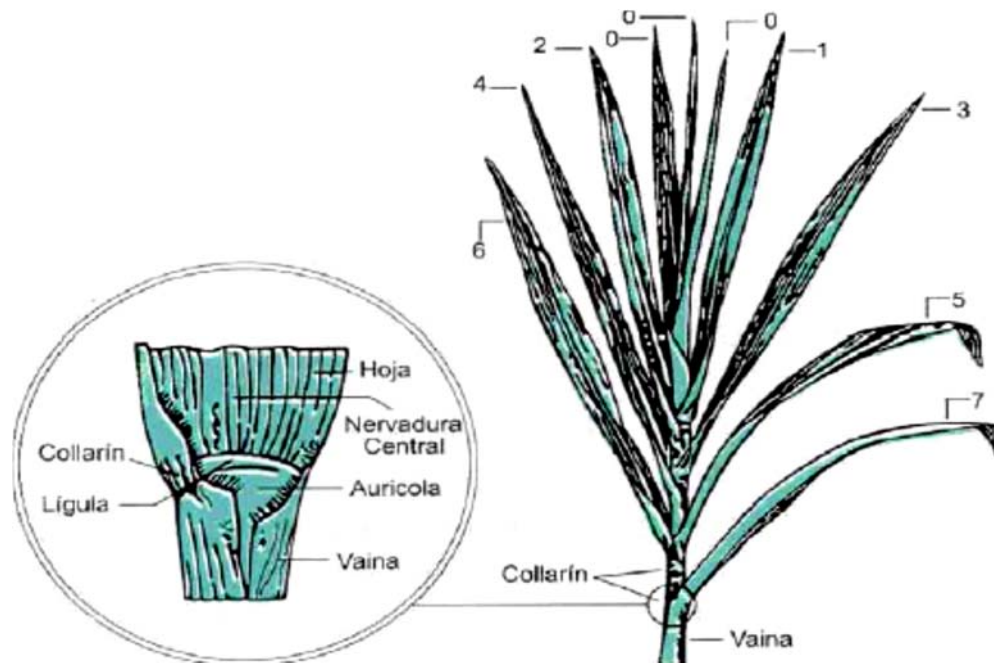


Imagen 1.- Partes funcionales de la planta de caña de azúcar y las posiciones de las hojas con "collarín visible" que se muestrean para análisis foliar.

El Paquete de Análisis Foliar (Nutrientes en Planta)

El paquete "estándar" de análisis foliares que ofrece A-L está conformado por las siguientes trece determinaciones analíticas: Macro-nutrientes y secundarios: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre. Micronutrientes: Hierro, Manganeso, Boro, Cobre, Zinc.

Elementos no esenciales: Sodio y Aluminio.

Más 10 relaciones calculadas.

El reporte incluye la evaluación e interpretación del contenido de los 13 elementos, utilizando gráficas que muestran los rangos adecuados de valor para cada cultivo. Estos rangos dependen de la etapa vegetativa del cultivo. El reporte muestra así la relación actual y la relación esperada de cada elemento. Otros análisis individuales que se pueden agregar, a solicitud expresa, son: Níquel, Cloro y Molibdeno. (Para otras determinaciones, favor de contactarnos).

En el siguiente cuadro se presenta la información que es conveniente adjuntar a la muestra foliar:

LABORATORIOS A-L DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
www.agroanalisis.com.mx
www.allabsmexico.com.mx
 Esmeralda # 2847 Col. Verde Valle C.P. 44550 Guadalupe, Jal., Mex.
 Tels.: (33) 3121 7925; 3122 8413, 3123-1823
 E-mail: eogular@allabs.com maldana@allabs.com

MUESTRA FOLIAR

Empresa: _____
 Agricultor: _____
 Identificación de la muestra: (No. Progresivo) _____
 Cultivo: * _____
 Variedad: _____

Etapas Vegetativas: *

<input type="checkbox"/> Preinflorescencia	<input type="checkbox"/> Etapa de madurez
<input type="checkbox"/> Primera floración	<input type="checkbox"/> Inicio de fruto
<input type="checkbox"/> Al trasplante	<input type="checkbox"/> Etapa de producción
<input type="checkbox"/> Inicio de inflorescencia	<input type="checkbox"/> Media cosecha
<input type="checkbox"/> Media floración	<input type="checkbox"/> Otra

Observaciones: _____

***SIN ESTA INFORMACIÓN NO ES POSIBLE ANALIZAR LA MUESTRA.**



Imagen 2.- Bolsa de Laboratorios A-L de México para la recolección de muestra de planta para el análisis foliar.

Una vez realizados los análisis del estado de nutrición de las hojas, la interpretación de éstos resultados para cada elemento se lleva a cabo comparando los datos contra los rangos de valor del cultivo. En cada cultivo se manejan varias diferentes etapas vegetativas a las que corresponden diferentes rangos. Estas etapas varían según cultivo pudiendo, por ejemplo, ser las siguientes:

- Pre inflorescencia
- Primera floración
- Al trasplante
- Inicio de inflorescencia
- Media floración
- Etapa de madurez
- Inicio de fruto
- Etapa de producción
- Media cosecha
- Otra

Viendo los resultados de nutrición, podría ser que en algunos casos se vea necesario adicionar un elemento nutriente, a pesar de que éste elemento esté dentro del rango establecido, a fin de contrarrestar los efectos negativos de algún otro elemento cuyo nivel en las hojas es excesivo. En esta forma se logra un mejor balance de

nutrientes. Sería el caso, por ejemplo, cuando se aplica potasio a una planta con un nivel excesivo de nitrógeno.

4. Técnicas de Muestreo de Tejidos, específicas para cada cultivo.

CULTIVO DE CAMPO			
CULTIVO	CUANDO MUESTREAR	DONDE MUESTREAR	No.PLANTAS
Alfalfa	Etapa temprana	1/3 superior de la planta	12-30
Canola (Colza)	Antes de la formación de semilla	hoja recientemente madura	60-70
Trébol	Antes de floración	1/3 superior de la planta	30-40
Maíz/maíz dulce	Plantula o antes de la floración o floración a formación de mazorca	Todo el follaje aéreo Hojas recientemente maduras Hojas opuestas/debajo del jilote o mazorca	15-20 / 12-20 12-20
Algodón	Plena floración	Hoja recientemente madura	40-50
Lino	Plantula o antes del botón floral	Todo el follaje aéreo Hojas recientemente maduras	50-60 / 50-60
Pastos/forraje mixtos	Etapa de mejor calidad	4 hojas superiores	30-40
Cacahuete	Antes/ y durante floración	Hoja recientemente madura	40-50
Granos pequeños (cebada, avena, trigo, centeno, arroz)	Etapa de plántula Antes del espigamiento	Todo el follaje aéreo 4 hojas superiores	25-40 / 25-40
Sorgo (milo)	Antes/y durante panoja	2da. Hoja desde arriba	20-30
Soya	Antes y/ durante floración	Hoja recientemente madura	20-30
Remolacha azucarera	A media estación	Hoja recientemente madura	20-30
Caña de azúcar	Sobre 4 meses de edad	4ta. Hoja desde arriba completamente desarrollada	15-20
ORNAMENTALES Y FLORES			
CULTIVO	CUANDO MUESTREAR	DONDE MUESTREAR	No.PLANTAS
Clavel	Plantación nueva Establecida	4to.-5to. Par de hojas la base 5to.-6to. Par de hojas la base	20-30 / 20-30
Crisantemo	Antes/y en floración	Hojas superiores del tallo floral	20-30
Árboles y arbustos	Época anual de mayor Crecimiento	Hoja recientemente madura	30-70
Poinsetia	Antes/y en floración	Hoja recientemente madura	15-20
Rosal	Durante la floración	Hoja recientemente madura sobre tallo floral	25-30
Césped	Crecimiento activo	Hojas (evite contaminación del suelo)	100g

HORTALIZAS			
CULTIVO	CUANDO MUESTREAR	DONDE MUESTREAR	No.PLANTAS
Espárrago	Madurez	Talluelos de 45 a 75cm	10-30
Frijol	Plántula o Antes/y en floración	Todo el follaje aéreo Hoja recientemente madura	20-30 / 20-30
Col de Bruselas	Media estación	Hoja recientemente madura	12-20
Apio	Media estación	Pecíolo más externo de Hoja recientemente madura	12-20
Pepino	Antes de formación de fruto	Hoja recientemente madura	12-20
Cultivos de cabeza floral (Col, Coliflor)	Antes de formación de cabeza	Hoja recientemente madura hacia el centro	12-20
Cultivo de hoja (lechuga, espinaca)	Media estación	Hoja recientemente madura	12-20
Melón	Antes de formación de fruto	Hoja recientemente madura	12-20
Chicharo	Antes y/ durante floración	Hojas del tercer nudo desde arriba	40-60
Pimiento	Media estación	Hoja recientemente madura	25-50
Papa	Antes y/ durante floración	3ra. a 6ta. Hoja desde el punto de crecimiento	15-20
Raíz/cultivo de bulbo (zanahoria, remolacha, cebolla)	Antes del alargamiento de raíz o bulbo	Hoja recientemente madura	20-30
Tomate (campo)	A media floración	3ra. a 4ta. Hoja de el punto de crecimiento	15-20
Tomate (arbustivo o indeterminado)	A mitad de floración desde el 1ro. A 6to. Racimo	Pecíolo de hoja abajo u opuesto al racimo superior	15-20
FRUTAS Y ÁRBOLES DE NUEZ			
CULTIVO	CUANDO MUESTREAR	DONDE MUESTREAR	No.PLANTAS
Manzano, peral, almendro Chabacano, cerezo, ciruelo	Media estación (junio-julio)	Hojas de la presente estación, de ramas no fruteras	50-100
Higo, olivo, duraznero, Nectarina	Media estación (junio-julio)	Hojas basales hasta la mitad de ramas no fruteras	25-100
Arándano	2-4 semanas antes de la cosecha	Hojas de brotes medianos de la presente estación	50-100
Cítricos	Estación tardía (sep-oct)	Hojas terminales de ramas no fruteras	25-40
Vid	A mitad de floración	Pecíolos recientemente maduros u hojas adyacentes a racimos basales	50-100
Kiwi	A media estación	1ra. A 3ra. Hoja después de la fruta u hojas del tallo medio	50-60
Pecano	Media estación	Par medio de folíolos de ramas no fruteras	25-60
Pistache	Estación tardía (agosto)	hojas terminales de ramas no fruteras	25-60
Frambuesa	Media estación	Hoja recientemente madura	30-50
Fresa	Media estación	Hoja recientemente madura	25-40
Nuez	Media Estación (jun-jul)	Folíolos terminales de ramas no fruteras	25-40

5. Formato de Reporte Foliar.

Reporte No



Laboratorios A-L de México, S.A. de C.V.

Esmeralda #2847 Col. Verde Valle C.P. 44550 Guadalajara, México
Tel: (33) 3121-7925 (33) 3123-1823 Sitio web: www.agroanalisis.com.mx
Servicios a clientes: eaguilars@allabs.com maldana@allabs.com

Lab No:

ANÁLISIS DE PLANTA

Cuenta :

Enviado A :

Agricultor :

Fecha De Reporte :01/20/2017

Página 1 of 1

Cultivo : **Frambuesa**

Muestra Id : **Muestra 1**

Etapas Vegetativas:

	Nitrógeno %	Azufre %	Fósforo %	Potasio %	Magnesio %	Calcio %	Sodio %	Boro ppm	Zinc ppm	Manganeso ppm	Hierro ppm	Cobre ppm	Aluminio ppm	Nitrógeno nitrato ppm	Molibdeno ppm	Cloro ppm
Analisis	3.55	0.20	0.36	1.96	0.44	1.37	0.03	108	50	399	319	45	223			
Rango Normal	1.80	0.10	0.20	1.10	0.20	0.50	0.00	20	20	40	40	15	0			
	3.80	0.40	0.30	1.90	0.60	1.25	0.20	50	30	400	300	75	250			
	N/S	N/K	P/S	P/Zn	K/Mg	K/Mn	Ca/B	Fe/Mn	Ca/K	Ca/Mg						
Rel Actual	17.8	1.8	1.8	72.0	4.5	49.1	126.9	0.8	0.7	3.1						
Rel Esperada	11.2	1.9	1.0	100.0	3.8	68.2	250.0	0.8	0.6	2.2						
Muy Alto																
Alto																
Suficiente																
Bajo																
Deficiente																
	N	S	P	K	Mg	Ca	Na	B	Zn	Mn	Fe	Cu	Al	NO ₃ -N	Mo	Cl

Comentarios :

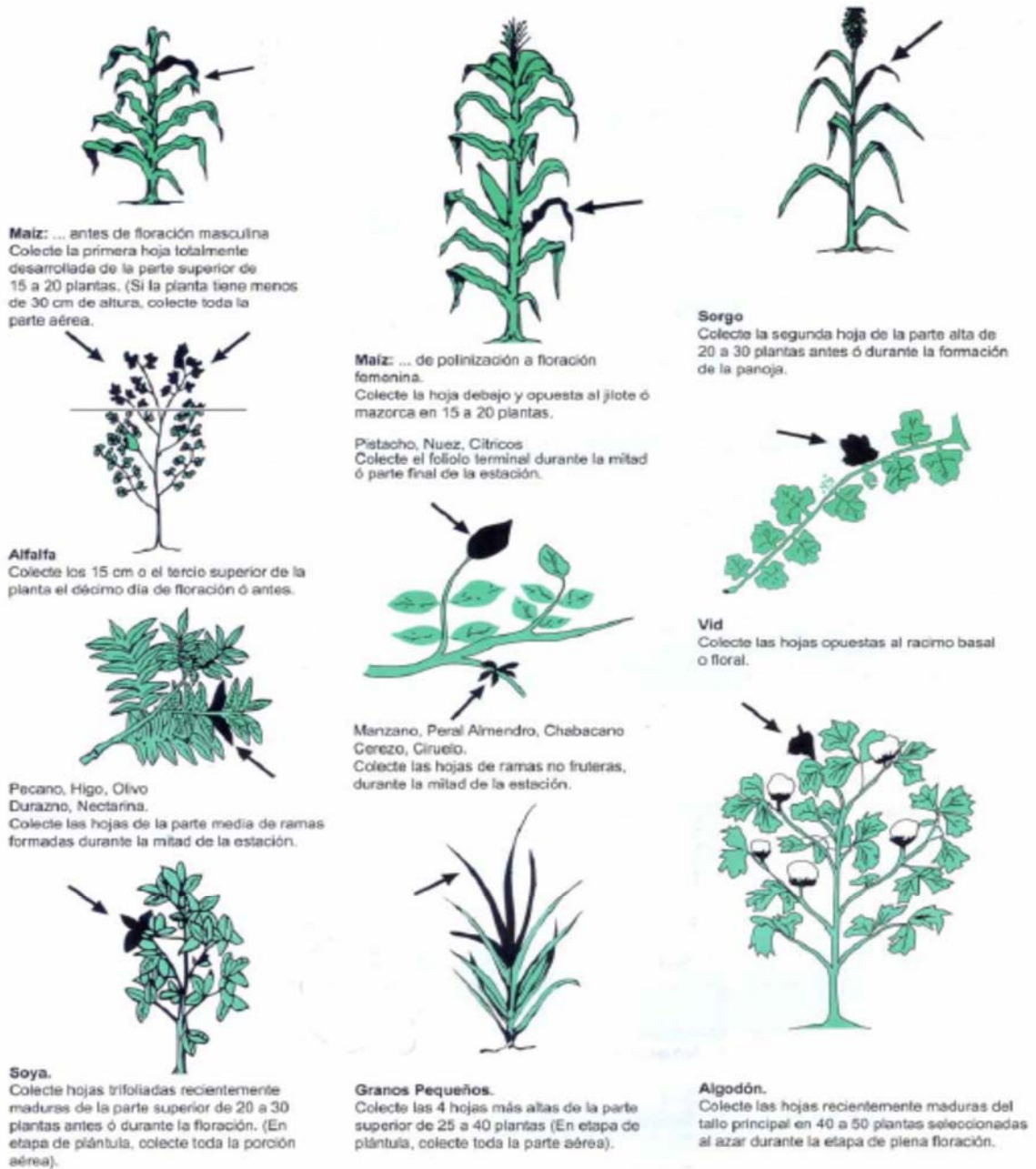
02114) Uno o mas nutrientes están, simultáneamente, muy altos. Conviene que las verificaciones foliares sean mas frecuentes.

6. Utilidad del análisis foliar.

Las plantas, para su crecimiento, desarrollo y producción, requieren de un suministro continuo, bien ajustado, de nutrientes minerales esenciales. Si cualquiera de estos nutrientes se encuentra en cantidades limitadas, el comportamiento del cultivo disminuye y, finalmente, resulta en desórdenes de nutrición. Las carencias de nutrientes minerales se manifiestan en términos de reducción del rendimiento o de mala calidad del cultivo.

En el análisis de suelo, por lo general, precede al análisis de planta con el fin de lograr una asesoría rutinaria de fertilización; sin embargo, el análisis de la planta, en combinación con el análisis del suelo, constituye una forma excelente de desarrollar un buen programa de fertilidad para la producción. Así, mientras el análisis de suelo indica la disponibilidad relativa de sus nutrientes para el uso en los cultivos, el análisis de la planta proporciona una indicación de cuáles son los nutrientes que han sido absorbidos por las plantas.

Imagen 3 Localización adecuada para las muestras foliares.



Las hojas son consideradas como el foco de actividades fisiológicas y los cambios en la nutrición mineral se reflejan en la concentración de los nutrientes foliares. La motivación para la

determinación de la concentración de nutrientes en las hojas, con propósitos de diagnóstico, se deriva de la premisa de que existe una relación muy estrecha y muy significativa entre el suministro externo de nutrientes y los niveles de los elementos, y que los aumentos y disminuciones en las concentraciones se relacionan con los rendimientos altos y bajos, respectivamente.

7. Causas de niveles de nutrientes, altos o bajos, en la Planta.

NITROGENO (N)

Sobre el Nivel de la Suficiencia ("Rango en su valor máximo aceptable"):

(1) Fertilización con N excesiva. (2) Alta nitrificación permanente. (3) Carencia de otro (s) elemento(s).

Por debajo del Nivel de Suficiencia ("Rango en su valor mínimo aceptable"):

(1) Fertilización con N inadecuada. (2) Baja nitrificación o des-nitrificación. (3) Bajo nivel de P en el suelo.

AZUFRE (S)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

(1) Excesos de sulfatos en el suelo de fuentes naturales o aplicadas. Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Nivel bajo de Sulfato en el suelo.
- (2) N disponible en exceso, en suelos bajos en M.O.
- (3) Fertilización con sulfatos inadecuada.

FÓSFORO (P)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

(1) Nivel de P en el suelo alto o aplicación en exceso de fertilizantes. Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) P bajo en el suelo, fertilización inadecuada con P.
- (2) Suelos húmedos.
- (3) pH bajo «5.5) o pH alto (> 7.2).

POTASIO (K)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

(1) Nivel de K alto en el suelo o aplicación en exceso de fertilizantes.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Suelo bajo en K o fertilización inadecuada para necesidades del cultivo. (2) Exceso de N.
- (3) Suelos húmedos y fríos.

MAGNESIO (Mg)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Tejido enfermo o muerto.
- (2) Tejido viejo.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

(1) Nivel bajo de Mg en el suelo (puede deberse a un pH bajo del suelo), uso continuo de cal pura, suelos calcáreos bajos en Mg).

- (2) Alto nivel de K o aplicaciones de fertilizantes potásicos.
- (3) Mucho nitrógeno disponible.

CALCIO (Ca)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Tejido enfermo o muerto.
- (2) Tejido viejo.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Nivel de Ca bajo en el suelo (puede deberse a pH bajo, alta lixiviación o baja CIC) (2) Alto K en el suelo o alta aplicación de K.
- (3) Mucho N disponible.

HIERRO (Fe)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Condiciones del suelo reducidas por mucha humedad o inundación. (2) Deficiencia de Zn.
- (3) Contaminación con suelo o polvo.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) pH alto del suelo.
- (2) Excesiva disponibilidad de Zn, fosfato, Cu o Mn.
- (3) Excesiva humedad en el suelo.

MANGANESO (Mn)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Altas aplicaciones de N o P en suelos ácidos bajos en M.O.
- (2) pH bajo del suelo.
- (3) Altos niveles de contaminación con Mn.
- (4) Contaminación con fungicidas.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Contenido de Mn bajo, por naturaleza.
- (2) Baja disponibilidad debido a pH > 7.0, alta M.O., alta humedad y nivel muy bajo de M.O.

BORO (B)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) B excesivo o fertilización no apropiada.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Poca disponibilidad en el suelo (puede ser causada por pH alto o suelos arenosos muy lixiviados, o bajos en M.O.).
- (2) pH del suelo más bajo que neutral o más alto que ácido.

COBRE (Cu)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Alto contenido de Cu (producido por pesticidas o el polvo contenido en el suelo) Por debajo del Nivel de Suficiencia:

(1) Poca disponibilidad en el suelo (asociado con pH alto, alto contenido de M.O., alta concentración de Fe y Mn y suelos lixiviados).

ZINC (Zn)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Niveles de Zn naturalmente altos.
- (2) Contaminación de equipo de bronce o galvanizado.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Bajo contenido en el suelo.
- (2) Poca disponibilidad en suelo (debido a lixiviado. pH alto, mucho P disponible, nivelación de tierras que exponen subsuelo no fértil y ciertos suelos orgánicos).

MOLIBDENO (Mo)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) pH alto del suelo.
- (2) Deficiencia de K en algunos casos.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) pH bajo (5.5).
- (2) Altos niveles de P.

Nota: el molibdeno se mide solo a solicitud expresa.

SODIO (Na)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) Alto contenido de Na en los suelos

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

- (1) Rara vez existen deficiencias, excepto (posiblemente) con la remolacha azucarera o la espinaca.

ALUMINIO (Al)

Sobre el Nivel de la Suficiencia:

- (1) pH del suelo bajo.
- (2) Condiciones de reducción asociadas con inundación. (3) Contaminación con suelo o polvo.

Por debajo del Nivel de Suficiencia:

Nota: No puede ser deficiente. No es un elemento esencial.

COLORO Y NITRATOS

Se miden tan solo a solicitud expresa. La medición de Nitratos es más usual en pruebas de pecíolos. Estas mismas determinaciones de nitratos se utilizan para control del nitrógeno en el tallo de las plantas de maíz. ("Corn Stalk Test")

8. Fuentes de Variación.

Durante el periodo vegetativo temprano, la velocidad de absorción de nutrientes es alta esto, en consecuencia, conduce a altos contenidos de nutrientes en los tejidos de las plantas.

Es por esto, que la edad fisiológica es un factor importante de variabilidad y las hojas jóvenes, metabólicamente activas, por lo general contienen cantidades mayores de elementos nutritivos.

Diferentes partes o tejidos de las plantas, también contienen y acumulan cantidades variables de elementos y esto, por supuesto, es importante con relación a la selección de la parte de la planta a ser muestreada y analizada. Esta parte se llama "la parte índice".

Otras fuentes de variabilidad en las concentraciones de nutrientes son: las especiales de plantas, "cultivares" o variedades, posición morfológicas y las plantas, efectos entre nutrientes así como variaciones estacionales, tiempo del muestreo, hora del día y condiciones meteorológicas. Las fuentes de variaciones que a menudo no son consideradas, incluyen el manejo de la muestra, métodos de limpieza, procedimientos de secado y molienda, y metodología analítica

Una interpretación adecuada del análisis de planta depende del cuidado empleado en todos los puntos mencionados anteriormente.

9. Absorción de Nutrientes por las Plantas

NUTRIENTES Kg/Ha							
CULTIVO	RENDIMIENTO TM	NITRÓGENO N	FÓSFORO P2O5	POTASIO K2O	MAGNESIO Mg	CALCIO Ca	AZUFRE S
Cultivos de campo							
Alfalfa	22.4	672	134	672	59	314	57
Maíz	12.6	168	97	64	20	4	17
	Rastrojo	130	30	234	53	43	20
Algodón	1.7 fibra	118	45	50	13	10	8
	Tallos, rastrojo, etc.	106	34	95	27	78	28
Pastos (forraje)							
Pata de pájaro trifolio	9.0	215	94	304	36	190	34
Bromus	11.2	246	74	347	11	45	22
Trébol	13.4	336	100	403	34	190	34
Lespedeza	6.7	168	56	168	28	67	22
Dactylis	13.4	336	112	420	28	56	39
Festuca	11.2	224	90	258	22	50	25
Timothy	11.2	207	75	347	20	45	22
Pastos - césped							
Bent	5.6	291	74	164	14	39	11
Bermuda	8.9	252	45	179	22	45	17
Bluegrass	6.7	224	62	202	22	67	28
Cacahuete	5.6 fruto	196	37	46	8	13	14
	Rastrojo	140	28	195	27	101	17
Granos pequeños							
Cebada	5.4 (grano)	123	45	39	9	12	10
	Rastrojo	45	17	129	10	14	10
Avena	3.6 (grano)	90	28	22	6	4	9
	Rastrojo	39	17	140	19	12	12

9. Absorción de Nutrientes por las Plantas (Continuación....)

CULTIVO	RENDIMIENTO TM	NUTRIENTES Kg/Ha					
		NITRÓGENO N	FÓSFORO P2O5	POTASIO K2O	MAGNESIO Mg	CALCIO Ca	AZUFRE S
Arroz	7.8 (grano)	110	47	26	9	7	6
	Rastrojo	58	20	148	10	20	11
Trigo	6.7 (grano)	179	67	45	17	6	9
	Rastrojo	56	13	157	14	23	18
Sorgo (milo)	10.0	151	78	45	17	15	22
	Rastrojo	162	56	280	34	62	20
Soya	4.0	280	56	96	19	13	13
	Rastrojo	90	22	67	11	101	16
Remolacha Azucarera	67 (raíz)	140	22	224	28	39	11
	Follaje	145	34	364	36	61	39
Caña de azúcar	224 (tallos)	179	106	386	39	56	56
	Bagazo	224	73	308	67	67	39
Tabaco (curado)	3.3 (hojas)	95	28	174	22	81	16
	Tallos, etc.	50	17	112	11	48	9
Burley	4.4 (hojas)	160	28	166	30	95	25
	Tallos, etc.	151	23	193	20	62	13
Frutas							
Manzana	26.3	98	42	179	22	56	22
Uva	27	114	40	175	20	40	29
Naranja	67	324	67	392	45	280	34
Durazno	32	107	45	134	27	101	23
Hortalizas							
Repollo	78	302	84	277	40	94	73
Melón	20	73	22	129	13	34	11
Apio	168	426	185	840	67	218	118
Pepino	45	202	65	381	56	179	36
Lechuga	45	134	45	224	16	63	18
Cebolla	67	202	90	179	20	51	62
Papa	56	332	112	560	50	78	27
Espinaca	13.4	67	20	40	7	17	6
Camote	33.6	174	78	347	28	20	27
Tomate	67.3	224	67	380	39	74	47
Nabo	11.2 (manojo)	72	16	78	6	30	10
Cultivos Tropicales							
Plátano	2,900 plantas/ha	448	448	1680	174		
Cacao	0.992 (almendras)	446	121	821	133		
Cocotero	29,600 cocos/ha + 1,224 kg de copra y follaje	107	35	230	15		9
Aceite de palma	25	193	83	300	62		
Piña	40	171	140	667	71		16

10. Monitoreo y análisis de Pecíolos.

El Monitoreo de los cultivos es un método, para prevenir o corregir los desequilibrios nutricionales durante la temporada de crecimiento. Hemos desarrollado programas de monitoreo para el maíz, sorgo de grano, trigo, arroz y algodón. Para evaluar las necesidades de fertilización y para corregir

las condiciones del suelo antes de que se inicie la siembra, el análisis del suelo debe preceder a un buen programa de monitoreo.

Un análisis completo del tejido puede, muchas veces, detectar una deficiencia nutricional antes de que los síntomas aparezcan en la en la planta. Estos diagnósticos le proporcionan al productor la oportunidad de corregir el problema durante la etapa de crecimiento. Por lo general, una vez que los síntomas de deficiencia aparecen, es muy tarde para evitar muchas pérdidas. El frecuente monitoreo de los cultivos contribuye a prevenir esta situación.

Debido a su naturaleza variable, el nitrógeno es el elemento al que se monitorea con mayor frecuencia. Este elemento puede ser verificado en la unión o en el rabillo (pecíolo) de las hojas. Por lo general, el análisis del pecíolo, para la identificación de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, se lleva a cabo durante el crecimiento de las hortalizas y otros cultivos

11. Efectos del estado nutricional de la planta.

Deficiencia aguda	Síntomas visuales y efecto directo de la fertilización las hojas
Deficiencia latente	No existen síntomas visuales, pero se obtienen mejores rendimientos y calidad con la fertilización. "Hambre oculta"
Estado óptimo de nutrición	Calidad y crecimiento satisfactorios.
Consumo superfluo	Buen crecimiento, pero existe la acumulación interna de elementos y la posibilidad de interacción.
Exceso o toxicidad	La producción disminuye, posiblemente existe síntomas

12. Rangos de Suficiencia de los nutrientes.

CULTIVO		N	S	P	K	Mg	Ca	Na	B	Zn	Mn	Fe	Cu	Al	Mo
		PORCENTAJE (%)							PARTES POR MILLON (ppm)						
Cultivos de campo															
Alfalfa/trébol	Desde	3.00	0.25	0.25	2.50	0.30	1.00	0.01	25	25	30	50	8	40	1.0
	Hasta	4.50	0.35	0.45	3.80	0.80	2.50	0.04	80	70	100	250	20	300	2.5
Canola	Desde	2.70	0.49	0.34	2.58	0.40	1.19	0.10	15	25	60	100	4	90	
	Hasta	3.20	0.55	0.40	3.20	0.50	1.40	0.30	20	45	110	200	12	150	
Maíz(floración)	Desde	2.80	0.20	0.25	1.80	0.20	0.30	0.01	6	25	30	50	6	20	
	Hasta	3.50	0.50	0.40	3.00	0.50	0.70	0.03	20	50	100	250	20	300	
Algodón	Desde	3.50	0.18	0.25	1.30	0.25	1.25	0.05	20	20	25	50	8	50	
	Hasta	4.75	0.60	0.50	1.90	0.75	3.50	0.15	80	50	200	250	20	125	
Lino	Desde	3.80	0.38	0.35	2.80	0.40	1.20	0.03	15	30	70	85	7	80	
	Hasta	4.40	0.45	0.40	3.50	0.40	1.40	0.03	20	35	120	175	12	150	
Pasto(forraje)	Desde	2.00	0.20	0.30	2.00	0.20	0.40	0.02	10	25	30	50	5	25	
	Hasta	3.00	0.50	0.60	4.00	0.40	0.80	0.15	20	60	200	300	20	250	
Menta	Desde	2.80	0.24	0.25	2.40	0.24	1.00	0.01	10	30	35	51	6	20	
	Hasta	4.20	0.36	0.37	3.60	0.36	1.80	0.05	30	50	80	350	20	300	
Cacahuete	Desde	2.50	0.20	0.25	1.75	0.30	1.50	0.02	20	20	50	50	8	50	
	Hasta	4.50	0.60	3.00	0.75	2.50	0.06	50.00	50	50	200	200	20	200	
Granos pequeños	Desde	2.20	0.20	0.30	1.80	0.20	0.25	0.01	8	20	30	35	6	20	
	Hasta	3.50	0.30	0.50	3.00	0.40	0.45	0.03	20	50	60	120	15	300	
Sorgo	Desde	2.50	0.20	0.30	1.70	0.20	0.30	0.01	6	25	30	50	6	20	
	Hasta	3.50	0.50	0.50	3.00	0.50	0.60	0.03	20	50	100	250	20	300	
Soya	Desde	4.00	0.25	0.25	1.75	0.25	0.50	0.01	25	25	35	50	8	50	
	Hasta	5.50	0.60	0.50	3.00	0.60	2.00	0.03	60	50	100	150	20	200	
Remolacha azucarera	Desde	3.00	0.30	0.30	3.50	0.50	0.60	0.01	30	30	40	80	10	50	
	Hasta	4.50	0.90	0.70	6.00	1.20	1.30	0.05	60	60	100	200	20	200	
Caña de azúcar	Desde	2.00	0.15	0.20	1.00	0.10	0.20	0.01	5	15	15	40	5	20	
	Hasta	3.00	0.50	0.35	1.20	0.45	0.60	0.10	40	100	200	200	50	200	
Girasol	Desde	3.40	0.25	0.26	2.50	0.37	1.10	0.01	25	20	50	60	6	50	
	Hasta	4.00	0.35	0.35	3.20	0.90	1.50	0.02	40	35	100	200	10	100	
Tabaco	Desde	3.00	0.25	0.25	2.50	0.40	2.20	0.01	20	30	50	100	9	20	
	Hasta	5.00	0.80	0.60	5.00	0.80	4.00	0.10	40	50	200	250	30	200	
Trigo(alto rendimiento)	Desde	4.00	0.20	0.24	2.00	0.20	0.28	0.01	6	22	32	36	6	20	
	Hasta	5.00	0.30	0.36	3.00	0.30	0.42	0.03	10	34	48	54	10	300	

12. Rangos de Suficiencia de los nutrientes. (Continuación...)

CULTIVO		N	S	P	K	Mg	Ca	Na	B	Zn	Mn	Fe	Cu	Al	Mo
		PORCENTAJE (%)							PARTES POR MILLON (ppm)						
Hortalizas															
Esparragos	Desde	2.40	0.25	0.30	1.50	0.15	0.40	0.01	25	20	10	50	10	20	
	Hasta	3.80	0.50	0.75	2.40	0.50	1.00	0.10	75	60	180	300	50	200	
Frijol	Desde	3.60	0.25	0.30	1.50	0.15	0.40	0.01	25	35	20	50	8	20	
	Hasta	8.00	0.70	0.70	4.00	1.00	3.00	0.05	70	60	100	200	30	250	
Col de Brusuelas	Desde	2.50	0.20	2.50	2.50	0.25	3.00	0.01	70	40	200	125	10	20	
	Hasta	5.00	0.50	0.50	0.35	0.40	5.00	0.10	100	80	500	200	25	150	
Apio	Desde	3.00	0.60	0.40	4.00	0.30	1.50	0.01	25	30	50	60	8	20	
	Hasta	4.80	1.20	0.80	6.00	0.50	4.00	0.25	50	80	150	200	20	300	
Pepino	Desde	3.50	0.30	0.30	2.50	0.60	1.25	0.01	25	30	50	50	10	20	
	Hasta	5.50	1.00	0.70	0.60	1.50	5.00	0.20	80	70	200	200	25	200	
Cultivos de calabaza	Desde	2.50	0.30	0.40	3.50	0.30	1.50	0.01	25	25	50	50	5	20	
	Hasta	4.50	1.50	1.00	5.00	0.50	2.50	0.10	50	45	100	200	10	200	
Cultivo de hoja	Desde	3.50	0.30	0.40	3.50	0.30	1.25	0.01	25	30	25	60	6	50	
	Hasta	6.00	0.75	1.00	8.00	1.00	2.50	0.20	50	50	40	200	20	150	
Melones	Desde	2.00	0.30	0.20	2.50	0.50	2.00	0.01	25	20	50	60	5	20	
	Hasta	6.00	1.00	0.80	5.00	1.00	3.50	0.20	75	80	100	120	20	150	
Chicharos	Desde	4.50	0.20	0.30	1.80	0.35	1.10	0.01	15	40	40	50	10	10	
	Hasta	6.00	0.60	0.60	2.50	0.80	1.80	0.20	45	80	70	150	30	80	
Pimiento	Desde	3.00	0.30	0.40	4.00	0.50	0.75	0.01	30	30	60	100	15	50	
	Hasta	6.00	0.60	0.80	6.50	1.00	2.50	0.50	75	60	200	250	50	200	
Papa	Desde	4.00	0.25	0.30	3.50	0.50	0.70	0.01	25	30	60	100	10	50	
	Hasta	6.00	0.50	0.70	6.50	1.10	2.00	0.15	60	70	200	200	25	250	
Cultivos de raiz	Desde	3.50	0.30	0.25	3.00	0.25	1.50	0.01	20	25	50	75	5	20	
	Hasta	6.00	0.75	0.80	7.00	1.00	4.00	0.20	80	60	200	250	20	300	
Tomate	Desde	3.00	0.50	0.30	2.50	0.50	2.00	0.01	40	35	100	100	8	20	
	Hasta	6.00	0.90	0.80	5.00	1.00	6.00	0.01	60	50	200	200	20	200	
Frutales y nueces															
Almendro	Desde	2.20	0.20	0.10	1.50	0.30	2.50	0.01	30	20	30	100	6		
	Hasta	2.70	0.30	0.40	3.00	0.40	4.00	0.10	65	40	80	200	20		
Manzano	Desde	1.75	0.15	0.15	1.20	0.20	1.00	0.01	25	15	30	100	6		
	Hasta	2.75	0.30	0.40	2.00	0.35	1.60	0.15	50	60	100	200	25		
Albaricoque	Desde	2.00	0.15	0.20	2.50	0.60	3.00	0.01	25	20	35	100	6		
	Hasta	3.00	0.30	0.40	3.50	0.90	4.50	0.10	50	60	100	200	30		
Aguacate	Desde	1.60	0.20	0.10	1.00	0.30	1.00	0.01	50	30	30	50	5		
	Hasta	1.20	0.60	0.25	2.00	0.80	3.00	0.15	100	50	80	150	15		
Cerezo	Desde	2.00	0.15	0.25	2.00	0.50	2.00	0.01	25	25	50	50	10		
	Hasta	3.00	0.25	0.40	3.00	0.60	3.00	0.10	40	40	70	100	20		
Citricos	Desde	2.40	0.20	0.15	1.00	0.25	3.50	0.01	30	25	30	60	10		
	Hasta	3.00	0.40	0.30	2.00	0.70	5.50	0.10	60	70	100	150	20		
Higuera	Desde	1.50	0.20	0.10	1.00	0.25	3.25	0.01	25	15	20	25	6		
	Hasta	2.50	0.50	0.50	2.50	0.50	5.00	0.10	50	50	70	200	20		
Mango	Desde	1.00	0.15	0.10	0.80	0.15	1.50	0.01	25	20	50	50	8		
	Hasta	2.00	0.35	0.35	1.50	0.50	5.00	0.10	50	50	100	200	20		
Olivo	Desde	1.50	0.20	0.10	1.00	0.25	3.25	0.01	25	15	20	50	6		
	Hasta	2.20	0.35	0.20	1.50	0.50	2.50	0.10	35	20	100	100	20		
Duraznero	Desde	3.50	0.15	0.20	2.00	0.35	1.50	0.01	25	20	35	100	6		
	Hasta	4.50	0.40	0.50	3.50	0.60	2.50	0.10	50	50	80	250	20		
Peral	Desde	2.00	0.15	0.15	1.25	0.25	1.30	0.01	25	25	30	60	10		
	Hasta	3.00	0.40	0.50	2.25	0.50	2.00	0.15	70	50	100	150	25		
Penaca	Desde	2.00	0.10	0.15	1.25	0.25	1.30	0.01	25	25	30	60	10		
	Hasta	3.00	0.25	0.35	2.00	0.50	2.00	0.10	65	60	130	150	25		
Ciruelo	Desde	2.50	0.15	0.15	1.60	0.35	1.50	0.01	25	20	40	100	6		
	Hasta	3.00	0.30	0.50	2.80	0.75	3.00	0.10	50	60	100	200	25		
Nogal	Desde	2.20	0.20	0.15	1.20	0.25	0.60	0.01	35	20	20	75	6		
	Hasta	3.00	0.50	0.60	3.00	1.00	2.50	0.10	150	60	60	150	15		
Forestales															
(Valores promedio)	Desde	1.30	0.15	0.15	0.50	0.15	0.50	0.01	15	20	25	50	5	50	
	Hasta	3.00	0.30	0.40	2.50	0.40	2.00	0.10	50	80	100	200	25	100	
Perennes	Desde	2.00	0.15	0.20	1.50	0.20	0.50	0.01	30	30	30	50	6	5	
	Hasta	3.50	0.40	0.60	3.50	1.00	2.50	0.20	50	75	200	200	40	200	

13. Interacciones entre nutrientes.

RELACIÓN ENTRE EL EXCESO DE UN ELEMENTO CON POSIBLES DEFICIENCIAS DE NUTRICIÓN

Nutrientes en exceso (En promedio)	Nutrientes que podrían estar deficientes en la planta.
Nitrógeno	Potasio, calcio.
Potasio	Nitrógeno, Calcio, Magnesio
Fósforo	Cobre, Zinc, Hierro
Calcio	Magnesio, Boro
Magnesio	Calcio, Potasio
Sodio	Potasio, Calcio, Magnesio
Manganeso	Hierro, Molibdeno
Hierro	Manganeso
Zinc	Manganeso, Hierro
Cobre	Manganeso, Hierro, Molibdeno
Molibdeno	Cobre
Aluminio	Calcio, Potasio, Cobre

El aluminio no es un nutriente esencial. No es frecuente encontrar niveles altos de Al en suelos artificiales. Un aluminio alto, precipita el fósforo como fosfato de aluminio, pudiendo reducir significativamente la disponibilidad del fósforo a corto plazo.

14. Formas iónicas de los nutrientes absorbidos.

MACRONUTRIENTES		MICRONUTRIENTES	
Nutrientes	Formas de Iones	Nutrientes	Formas de Iones
Carbón (C)	CO ₂ (Principalmente a través de las hojas)	Hierro (Fe)	Fe ⁺² , Fe ⁺³
Hidrogeno (H)	H ₂ O	Magnesio (mg)	Mg ⁺²
Oxígeno (O)	O ₂ , OH ⁻ , CO ₃ ⁻² , SO ₄ ⁻² , CO ₂ . (Principalmente a través de las hojas)	Boro (B)	BO ₃ ⁻³
Fósforo (P)	H ₂ PO ₄ ⁻	Manganeso (Mn)	Mn ⁺²
Potasio (K)	K ⁺	Cobre (Cu)	Cu ⁺²
Nitrógeno (N)	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	Zinc (Zn)	Zn ⁺²
Azufre (S)	SO ₄ ⁻²	Molibdeno (Mo)	MoO ₄ ⁻
Calcio (Ca)	Ca ⁺²	Cloro	Cl ⁻
		Níquel (Ni)	Ni ⁺