

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y EDÁFICAS DE PRINCIPALES FRUTALES EN CHILE



ALBERTO JULIO VALDÉS FABRES
INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc

JUAN FRANCISCO PALMA MENDOZA
INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc



CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y EDÁFICAS DE PRINCIPALES FRUTALES EN CHILE



ALBERTO VALDÉS FABRES

INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc.

JUAN FRANCISCO PALMA MENDOZA

INGENIERO AGRÓNOMO M.Sc.



Santiago de Chile
Versión Enero 2017.



AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su especial reconocimiento a SQM Industrial S.A., cuyo patrocinio ha hecho posible la edición de este libro, junto con apoyar y desarrollar el proyecto de aplicaciones SQM en cuanto al lanzamiento de una calculadora foliar para recomendación en los cultivos mencionados, al utilizar los niveles críticos de cada especie expuestos en este documento.



INDICE

PRÓLOGO	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. GENERALIDADES EN NUTRICIÓN, AGUA Y ANÁLISIS DE TEJIDOS VEGETALES	13
3. FUNCIONES, ABSORCIÓN Y METABOLISMO QUE CUMPLEN LOS NUTRIENTES DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA NUTRICIÓN DE LOS FRUTALES	17
3.1. GENERALIDADES	17
3.1.1 Criterio estructural.....	17
3.1.2 Criterio rol biológico.....	18
3.2. FUNCIONES, ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE NUTRIENTES	19
3.2.1 Nitrógeno (N).....	19
3.2.2 Fósforo (P)	20
3.2.3 Potasio (K).....	20
3.2.4 Calcio (Ca).....	21
3.2.5 Magnesio (Mg)	22
3.2.6 Cinc (Zn).....	22
3.2.7 Manganeso (Mn)	23
3.2.8 Hierro (Fe).....	23
3.2.9 Boro (B)	24
3.2.10 Cobre (Cu).....	24
3.2.11 Molibdeno (Mo).....	25
4. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE ALGUNOS FRUTALES COMUNES EN CHILE ..	27
4.1. ALMENDRO.....	29
4.1.1. Tejido y época a muestrear.....	29
4.1.2. Niveles críticos.....	29
4.1.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	30
4.2. ARÁNDANO	35
4.2.1 Tejido y época a muestrear.....	35
4.2.2. Niveles críticos.....	35
4.2.3 Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	36

4.3.	CEREZO	43
4.3.1.	Tejido y época a muestrear.....	43
4.3.2.	Niveles críticos.....	43
4.3.3.	Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	44
4.4.	CIRUELO.....	51
4.4.1.	Tejido y época a muestrear.....	51
4.4.2.	Niveles críticos.....	51
4.4.3.	Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	52
4.5.	CÍTRICOS.....	59
4.5.1.	Tipo tejido y época a muestrear	59
4.5.2.	Niveles críticos.....	59
4.5.3.	Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	60
4.6.	DAMASCO	71
4.6.1.	Tejido y época a muestrear.....	71
4.6.2.	Niveles críticos.....	71
4.6.3.	Quemadura en hojas de damasco.....	72
4.6.4.	Síntomas de deficiencia	72
4.7.	DURAZNEROS Y NECTARINES.....	73
4.7.1.	Tejido y época a muestrear	73
4.7.2.	Niveles críticos de durazneros y nectarines	73
4.7.3.	Síntomas de deficiencias de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección.....	74
4.8.	FRAMBUESO	79
4.8.1.	Tejido y época a muestrear.....	79
4.8.2.	Niveles críticos.....	79
4.8.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	82



4.9.	FRUTILLA (FRESA)	87
4.9.1.	Tejido y época a muestrear.....	87
4.9.2.	Niveles críticos.....	87
4.9.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	88
4.10.	KIWI	95
4.10.1.	Tejido y época a muestrear.....	95
4.10.2.	Niveles críticos.....	96
4.10.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	96
4.11.	MANZANO.....	103
4.11.1.	Tipo de tejido y época a muestrear	103
4.11.2.	Niveles críticos.....	103
4.11.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	104
4.12.	NOGAL	117
4.12.1.	Tejido a muestrear	117
4.12.2.	Niveles críticos.....	117
4.12.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	118
4.13.	OLIVO	123
4.13.1.	Tipo de tejido a muestrear.....	123
4.13.2.	Niveles críticos.....	123
4.13.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección.	124
4.14.	PALTO	131
4.14.1.	Tejido y época a muestrear.....	131
4.14.2.	Niveles críticos.....	132
4.14.3.	Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	132

4.15. PERAL	141
4.15.1. Tipo de tejido y época a muestrear	141
4.15.2. Niveles críticos.....	141
4.15.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección.	142
4.16. VIDES	147
4.16.1. Tejido y época a muestrear.....	147
4.16.2. Niveles críticos.....	147
4.16.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección	150
4.16.4. Toxicidades.....	158
4.16.5. Características de algunos portainjertos de vides	160
4.16.5.1. Características de los patrones según el vigor, tolerancia a nematodos y salinidad.....	161
4.16.5.2. Absorción de nutrientes.....	162
5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LAS REGIONES DONDE SE DESARROLLA LA FRUTICULTURA EN CHILE	163
6. ENMIENDAS Y FERTILIZANTES DE USO CORRIENTE PARA SISTEMAS DE RIEGOS TRADICIONALES Y TECNIFICADOS.....	171
7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	175
8. ANEXOS Y GLOSARIO.....	179
9. GALERÍA DE FOTOS.....	191



PRÓLOGO

Esta publicación está dirigida a quienes cuyo que hacer está ligado a la fruticultura y particularmente a la fertilización y manejo de huertos frutales para optimizar la calidad y rendimiento de los cultivos; en él no se pretende dar un tratamiento exhaustivo a los temas que aquí se analizan, ya que el propósito de este es ayudar a comprender el origen y las características que tienen los diferentes desordenes nutricionales (carencias y excesos) y entregar los medios para corregirlas.

La información que esta publicación contiene esta refrendada por la literatura citada, agregándose algunos comentarios y sugerencias que los autores aconsejan y son el producto de una larga experiencia ligada al estudio de los suelos y la nutrición mineral de los frutales a través de estudios agrológicos en Chile (desde el Valle de Lluta a Chiloé) Argentina y Perú; en el estudio nutricional en frutales de exportación y fertirriego en el resto de Sudamérica.

Este texto contiene las bases generales de diagnóstico para una nutrición mineral equilibrada de los vegetales, así en el Capítulo 2, se encontrarán los antecedentes generales de nutrición de la planta (hídrica, carbonada y mineral), los elementos esenciales en sus respectivos grupos y análisis de tejidos e interpretación de resultados. En el Capítulo 3, se señala el rol principal que cumplen los nutrientes de mayor importancia en la nutrición de los frutales. Por su parte el Capítulo 4 señala las características de frutales comunes en Chile. Esta información se complementa con una serie de tablas destinadas a facilitar el manejo del nivel nutricional de los nutrientes en cada especie frutal. Así, en Capítulo 5 se entregan las principales características edáficas de las regiones donde se desarrolla la fruticultura en Chile. En el Capítulo 6 se muestra una lista de enmiendas y fertilizantes de uso corriente tanto para riego gravitacional como para riego tecnificado, mientras que en el Capítulo 7 se entrega un vistazo general de la literatura citada en este texto, a lo que se suma, finalmente, un Glosario y Anexo destinado a facilitar la comprensión de determinados términos técnicos agronómicos.



1. INTRODUCCIÓN

Dado que nuestro País, es uno de los importantes exportadores de fruta fresca a nivel mundial, se debe optimizar la calidad y rendimiento de los cultivos para enfrentar a la competencia internacional. Para lograr tal sitial, fue necesaria la especialización de numerosos profesionales tanto en su formación, perfección y entrenamiento en centros de investigación nacional e internacional.

En general la nutrición de un frutal es un tema complejo y debe ser analizado cuidadosamente; El diagnóstico nutricional foliar oportuno ha sido una herramienta eficaz para lograr dicho objetivo. Este manual contiene los niveles adecuados que se incluyen para cada especie los que han sido validados a través de cincuenta años de experiencia.

Cabe destacar, que existen otros tejidos de muestreo diferente al foliar, que se han desarrollado los últimos años tales como fruto, pedúnculo, flor y entrenudo de sarmiento para los nutrientes de hierro (Fe), boro (B), nitrógeno (N), sin embargo este texto no contempla estos nuevos tejidos u otras etapas fenológicas de muestreo del vegetal.

En general un vegetal no puede complementar su ciclo cuando un elemento esencial esta en carencia (Ley del Mínimo). La función del elemento deficitario no puede ser reemplazada por otro elemento, pues cada uno de ellos tiene un rol específico en el metabolismo de la planta y por ello afecta a su normal desarrollo. Cualitativamente los componentes minerales representan menos del 10% del peso seco del vegetal frente a un 40% a 50% del carbono, un 42% a 44% del oxígeno y un 6% a 7% de hidrógeno que son captados desde el aire y forman los compuestos orgánicos por proceso fotosintético. Sin embargo, pese a la pequeña cantidad en que se encuentran los elementos minerales, tienen un rol fundamental en la nutrición de los vegetales.

Por otro lado, el rendimiento de un cultivo se sustenta en una serie de factores. Uno es **interno** al vegetal (capacidad de enraizamiento, resistencia a bajas temperaturas) y están basados en el potencial genético de la planta, mientras que otro es de tipo **externo**. Entre estos cabe considerar las circunstancias climatológicas, características del suelo, factores nutricionales, técnica agronómica y otros, que de forma genérica, podemos titular como factores bióticos.



2. GENERALIDADES EN NUTRICIÓN, AGUA Y ANÁLISIS DE TEJIDOS VEGETALES

La nutrición vegetal, generalmente se define como el conjunto de relaciones existentes entre determinados componentes químicos y la planta, bien en su seno o en sus interfases con el medio exterior. Esta concepción contempla los procesos de absorción, transporte y utilización de los nutrientes.

La aparición de una nueva célula en el vegetal requiere de un aporte adecuado de nutrientes para su expansión y funcionamiento equilibrado. Aunque parte de los mismos puede proceder de otras zonas del vegetal, un aumento del tamaño neto de la planta dependerá de la adquisición de cantidades apropiadas de nutrientes por raíz y hojas. Ello no quiere decir que la dinámica del crecimiento esté controlada por las disponibilidades de nutrientes, sino que sus niveles de absorción vendrán determinados por la demanda derivada del crecimiento actual. Esto, cierto para la mayor parte de los macronutrientes lo es menos para los micro, con los cuales se presentan con frecuencia problemas de deficiencia o toxicidad derivados de absorciones inferiores o superiores a las necesidades del vegetal.

Por la naturaleza de los elementos que intervienen y por las características de los procesos implicados, la nutrición de la planta puede considerarse desde una triple perspectiva:

- a. **Nutrición hídrica**, en la que el agua penetra fundamentalmente por las raíces, pasando luego a la atmósfera vía órganos aéreos por transpiración. El rendimiento neto es positivo, pero el volumen de agua en tránsito es muy superior al retenido.
- b. **Nutrición carbonada**, caracterizada por cambios gaseosos contrapuestos con la atmósfera. Por la **fotosíntesis** que tiene lugar en los órganos aéreos provistos de clorofila, el vegetal toma dióxido de carbono (CO_2) y libera oxígeno (O_2) en la atmósfera, mientras que por la respiración que ocurre en todos los órganos de la planta (existe también una fotorespiración, o respiración inducida por la luz, que es patrimonio de los tejidos fotosintéticos), esta adquiere O_2 y libera CO_2 , la actividad fotosintética domina sobre la respiratoria, de manera que el balance de CO_2 es positivo. También resulta positivo el balance de O_2 , que es incorporado en la respiración en forma de agua (H_2O), de igual manera que esta es escindida en la fotosíntesis.
- c. **Nutrición mineral**, que se vincula a los restantes elementos que no sean hidrógeno (H_2), O_2 y Carbono (C). Su incorporación a la planta tiene lugar casi exclusivamente vía absorción radicular y, por tratarse de elementos fijos, su salida va solo ligada a la senescencia y abscisión de ciertos órganos (hojas y frutos). Cuantitativamente, los llamados componentes minerales representan menos del 10% del peso seco del vegetal, frente a un 40 - 50% de C y un 42 - 44% de O_2 y un 6 - 7% de H_2O .

El Rol del Agua en la Nutrición de un Frutal.

Antes de especificar la función que cumple cada nutriente y como esto influye sobre el desarrollo y productividad de un frutal (Capítulo 3), se debe enfatizar el rol del elemento y compuesto indispensable (nutriente) para que estos estén disponibles.

En consecuencia no es posible hablar de nutrición vegetal sin antes comprender la función que cumple el agua del suelo en todo este proceso.

Relación entre Agua y la Planta.

El agua está íntimamente relacionada con la mayor parte de los procesos vitales de la planta. Es constituyente base de los elementos estructurales de esta, es así como las partes vegetativas de la mayor parte de las plantas presentan entre 40 y 60% de agua.

Sin considerar cuan suculenta sea, la cantidad de agua que contenga representa un bajo porcentaje en comparación a la cantidad de agua que consume la planta durante su desarrollo. Por ejemplo un almendro de 10 años que se desarrolla en un clima semiárido, la evapotranspiración (ET) es igual a la suma que el agua consume por la planta, más la evaporación del suelo, que puede ser de 3,75 a 7,50 mm/ha por día, en un día caluroso de verano, esto para un suelo de riego, bien drenado.

Se estima que la ET total usada por una plantación vigorosa de un frutal de hoja caduca en un clima caluroso - semiárido puede ser de 1000 mm/ha/año.

Solo una parte del agua de la ET es usada por el árbol y transpirada a través del follaje.

La relación entre agua evaporada por las hojas y la ET total varía según la época del año. Esta relación está afectada por diversos factores, por ejemplo: área foliar, proporción de la superficie sombreada, temperatura del aire, viento y otros factores.

Rol del Agua en la Planta

Los más importantes roles del agua son:

- a. El agua actúa como constituyente estructural en las paredes celulares. Los diferentes tejidos están compuestos por celulosa, hemicelulosa, lignina y muchos otros componentes e influyen sobre sus propiedades físicas.
- b. Las fuerzas que producen el turgor son esenciales para el desarrollo y crecimiento que afectan a los componentes de las flores, hojas, pecíolos y estomas.
- c. El agua actúa como solvente en donde sales, gases y otros solutos se combinan para actuar sobre las reacciones del metabolismo. Así mismo el agua es el medio en que todas las sustancias son transportadas para luego ser utilizadas.



- d. El agua es a la vez un reactante y un producto en muchos procesos metabólicos de la planta, por ejemplo es el constituyente básico junto al dióxido de carbono (CO₂) en la acumulación fotosintética de energía química en forma de carbohidratos. Lo anterior tiene su origen en los azúcares que se producen en las hojas a través del **proceso de fotosíntesis**, en donde las plantas usan la energía solar para formar carbohidratos a partir del CO₂ absorbido del aire y el agua extraída del suelo. Los cloroplastos contienen el pigmento llamado clorofila, el cual es responsable de atrapar la luz solar y convertir esta energía a carbohidratos.

En términos simples este proceso se puede representar como sigue:



Esta azúcar formada en el follaje representa a los carbohidratos que luego están disponibles para el desarrollo vegetativo, producción de frutos y raíces. Por lo anterior debe enfatizarse la importancia de un riego adecuado ya que este está íntimamente relacionado con la nutrición de un frutal.

- e. La estructura gelatinosa del protoplasma es el resultado de las propiedades del agua.
- f. El elevado calor específico y el calor de vaporización del agua sirve para atenuar los bruscos cambios de temperatura del medio ambiente y minimizar su efecto en caso de temperaturas extremas.
- g. El agua es un excelente solvente para la mayor parte de los nutrientes que la planta necesita; es el medio que permite que las plantas los extraigan y transporten a las diferentes partes de la planta. Estos nutrientes son extraídos más fácilmente por las raíces cuando el contenido de agua está en su óptimo, de ahí la importancia vital que tiene el riego para que se produzcan estos procesos. De lo anterior se desprende que la absorción de nutrientes está directamente relacionada con el contenido de humedad del suelo.

Análisis de Tejidos Vegetales

Como se sabe, las raíces, tallos y hojas de la planta representan la suma de sus procesos de crecimiento, procesos que están influenciados por muchos factores ambientales, los cuales no podrán ser jerarquizados de acuerdo con su importancia, ya que todos son esenciales. Sin embargo, puede asegurarse que ninguno es más importante que la nutrición mineral.

Los elementos nutritivos minerales determinan entre otros procesos, la transición reversible del estado vegetativo al reproductivo; aceleran o retardan la velocidad de crecimiento, controlan la generación y maduración de semillas y frutos; modifican la susceptibilidad al calor y frío extremos; aumentan o disminuyen su resistencia a la sequía y determinan la calidad de los productos a través de la bioquímica de los hidratos de carbono, proteínas y productos naturales.

Los elementos nutritivos minerales reaccionan unos con otros, tanto en la biosfera como después de su absorción por la planta, produciendo complejos fenómenos de sinergismo y antagonismo.

De lo anterior, se deduce que es necesario conocer, como primera medida, el gradiente nutritivo de un cultivo y lograr posteriormente un estado óptimo de nutrición, de acuerdo con los fines de calidad y rendimientos esperados.

En el análisis se pueden emplear hojas, pecíolos, raíces, frutos, limbos, pedúnculos de fruto, cortezas, sarmientos u otras partes de la planta. Sin embargo, es la hoja la que se elige en la mayoría de los casos por ser el órgano más dinámico, donde los elementos minerales cumplen sus funciones primarias en conexión con la asimilación del carbono y otros procesos metabólicos. Además, la hoja, es un órgano fácil de recolectar. Por estos motivos, se le denomina, generalmente, “análisis foliar” al análisis de tejidos y “diagnóstico foliar” al análisis e interpretación de los resultados.

Una vez determinados los contenidos del o los nutrientes en el tejido adecuado, debe evaluarse la información a través de uno o varios sistemas de interpretación. En todo caso, cualquiera que sea el o los sistemas a emplear, si se desea utilizar el análisis foliar como elemento de estudio para los problemas nutritivos, es necesario establecer previamente los patrones o índices de referencias (estándares).

El establecimiento de los patrones, en el propio nicho ecológico (local), es necesario para la realización de un diagnóstico adecuado.

El enorme desarrollo del análisis instrumental (instrumentos de análisis y reactivos certificados de alta pureza), han permitido lograr que el análisis foliar sea una herramienta exacta y precisa para lograr un diagnóstico nutricional adecuado.

Existen a nivel internacional organismos oficiales (Comité Inter Europeo de Técnicas de Análisis Foliar) que se preocupan de establecer técnicas de análisis foliar y preparar estándares o patrones de referencia. En consecuencia, el contacto con dichos centros nos permite disponer de las metodologías actualizadas.



3. FUNCIONES, ABSORCIÓN Y METABOLISMO QUE CUMPLEN LOS NUTRIENTES DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA NUTRICIÓN DE LOS FRUTALES

3.1 GENERALIDADES

La presencia de un **elemento esencial** en la planta no constituye un criterio de su necesidad para un desarrollo normal. La raíz no es un órgano inteligente, en el sentido que solo absorbe los elementos necesarios, pudiendo la planta llegar a acumular cantidades notables de elementos no solo importantes sino potencialmente perjudiciales. Los principales criterios que se han propuesto para fijar la esencialidad de un elemento han sido:

- El vegetal no ha de poder complementar su ciclo vegetativo normal cuando el elemento sea eliminado del medio.
- Su función no ha de poder ser reemplazada por otro elemento, es decir, ha de ser totalmente específico.
- El elemento esencial deberá ser identificado como integrante de un metabolito u otra estructura química de la planta.

La necesidad o tolerancia por un determinado elemento nunca tiene unos límites excesivamente precisos, cuya extensión varía de una especie a otra.

A expensas del desarrollo de las técnicas de cultivo controlado, a la preparación de reactivos ultra puros, o al perfeccionamiento de las técnicas analíticas pueden acceder a nivel de esenciales otros elementos. Los hasta ahora detectados como indispensables para todos los cultivos ensayados son dieciséis. Se pueden clasificar atendiendo a **caracteres estructurales**, de los que dependen los tipos de enlaces en que intervienen y, en última instancia, al **rol biológico** que desempeñan.

Pueden también clasificarse atendiendo a su **concentración en la planta**, criterio menos preciso por depender de la especie y/o variedad, de su ontogenia y aun de las circunstancias ambientales en que se desarrolle.

3.1.1 Criterio estructural

Atendiendo a un criterio estructural se han clasificado los nutrientes en cuatro grupos (30):

- **Grupo 1:** carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y azufre (S) que en forma generalmente reducida (excepción del H₂), se encuentran covalentemente ligados como integrantes fundamentales de la materia vegetal.
- **Grupo 2:** fósforo (P), boro (B) y silicio (Si) existentes en forma de **oxianiones** fosfato o borato, ácido bórico y nítrico.

- **Grupo 3:** potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), manganeso (Mn) y cloro (Cl), presentes en forma iónica como **reguladores osmóticos**, aunque algunos puedan desempeñar funciones más específicas como integrantes de sistemas enzimáticos generalmente en forma de complejos **metalproteínas**, más que de auténticas metaloenzimas.
- **Grupo 4:** hierro (Fe), cobre (Cu), cinc (Zn) y molibdeno (Mo), existentes como quelatos o **metaloenzimas** que participan en procesos de óxido - reducción o de otra naturaleza. A este grupo se puede adicionar el manganeso (Mn) en algunos aspectos.

Si examinamos la concentraciones límites en algunas especies, resulta clásico diferenciar entre elementos minoritarios o **micronutrientes** - también denominados elementos traza u oligoelementos, refiriéndose a aquellos cuya concentración no sobrepasan los 1000 ug/g en peso seco y **macronutrientes** a los de contenido superior.

3.1.2 Criterio rol biológico

Todos los cultivos requieren de 16 elementos minerales para subsistir. Los tres primeros son carbono (C); hidrógeno (H) y oxígeno (O) que son aportados desde la atmósfera. El resto de los 13 elementos esenciales son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), cloro (Cl) y molibdeno (Mo). Cabe destacar que recientes investigaciones han pretendido incorporar otros elementos y compuestos como esenciales, tales como níquel (Ni) y silicio (Si). (30)

Debido a que desempeñan funciones indispensables e insustituibles, reciben la denominación de elementos esenciales. Los seis primeros constituyen los macroelementos, por ser utilizados en grandes cantidades. Los demás reciben el nombre de microelementos. Al ser requeridos en magnitud mucho menor, estos últimos son también llamados elementos menores u oligoelementos u oligodinámicos (Figura 1).

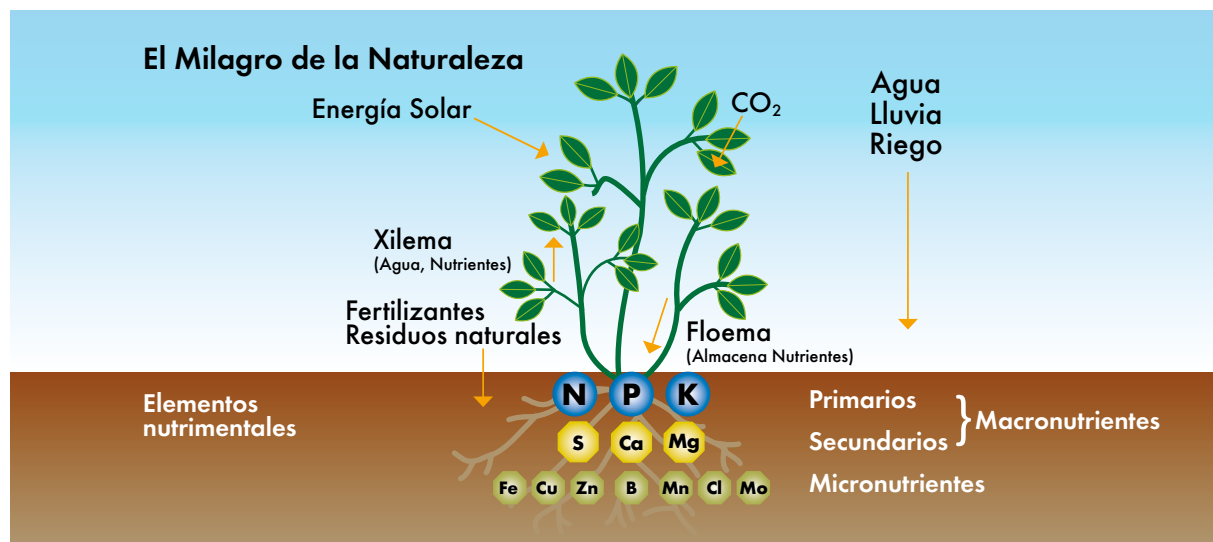


Figura 1. Requerimientos de los 13 elementos esenciales (Fuente: Palma, citado en SQM S.A., 2010).

3.2 FUNCIONES, ABSORCIÓN Y METABOLISMO DE NUTRIENTES

3.2.1 Nitrógeno (N)

Las proteínas están conformadas principalmente por una cadena de aminoácidos; los aminoácidos a su vez están conformados por un grupo amino (NH_2) y un grupo ácido (COOH), de ahí la planta usa el nitrógeno (N) para formar proteínas, ácidos nucleicos, los que constituyen la base en la formación de las células. Al ser el nitrógeno (N) un importante constituyente de los aminoácidos lo es también de la clorofila (participa en la fotosíntesis), razón por la cual juega un rol fundamental en el crecimiento tanto en su fase de división como de elongación celular. Además se encuentra el nitrógeno (N) presente en el protoplasma y en numerosas enzimas. Forma parte de la enzima rubisco que es la principal enzima en el ciclo de fijación del anhídrido carbónico por la hoja.

El contenido de nitrógeno (N) en la planta varía entre 2 y 4% de la materia seca. De este nitrógeno (N), aproximadamente un 80% se encuentra en forma de proteína y un 10% como ácidos nucleicos y otros compuestos.

Una falta de disponibilidad de nitrógeno se traduce en una disminución del crecimiento, llegando hasta la detención de éste; luego aparecen los síntomas de deficiencia y el rendimiento se ve afectado seriamente. Tampoco un frutal en producción logra una pronta renovación de la madera frutal.

El nitrógeno (N) es asimilado vía radicular tanto en la forma de ion nitrato (NO_3^-) como ion amonio (NH_4^+), donde este último es más fácilmente absorbido en suelos de pH sobre 6, lo contrario ocurre en suelos de pH bajo ó donde se absorbe preferentemente el nitrato (NO_3^-). Al aplicar cualquier otro compuesto de nitrógeno (N) al suelo, éste asume rápidamente la forma de nitrato (NO_3^-), el que una vez absorbido es reducido primero a nitrito (NO_2^-) y luego a amonio (NH_4^+), en la raíz (nitrato reductasa). El amonio (NH_4^+) debe ser rápidamente metabolizado incorporándose principalmente al ácido glutámico para formar glutaminas, si no hay suficientes cadenas carbonatadas o la enzima glutaminasintetasa se acumula amonio (NH_4^+).

La capacidad de absorción de nitrógeno (CAN), es 10 veces mayor en la etapa de crecimiento que en el estado de dormancia. Los frutales tienen una alta capacidad para reducir, a nivel de raíz, todo el nitrato absorbido, a excepción de algunas especies como la vid y el kiwi, donde normalmente pasa entre un 20 y un 30% del nitrato hacia el xilema, llegando hasta los pecíolos de las hojas (análisis de $\text{NO}_3^- - \text{N}$). En otras especies existe una alta absorción debido a altas dosis de este elemento en el suelo (alta eficiencia en nitrificación), bajo nivel de carbohidratos en la raíz y deficiencia de Mo (activa la enzima nitrato reductasa).

La absorción de nitratos (NO_3^-) es un proceso que requiere energía y por lo tanto depende de los carbohidratos solubles que han sido acumulados en las hojas durante la fotosíntesis y que luego son translocados a las raíces. La CAN es baja cuando se produce la floración y se activa la brotación. A mediados de verano una parte de nitrógeno (N) del follaje comienza a hidrolizarse y es transportado hacia los tejidos de reserva acumulándose como el aminoácido arginina.

Aproximadamente, un 50% del nitrógeno presente en las hojas es devuelto a los tejidos de reserva antes de su caída en el otoño.

El nitrógeno (N) es bastante móvil en la planta desde un órgano a otro. (30) y (38)

3.2.2 Fósforo (P)

La función principal del fósforo (P) es la transferencia de energía como constituyente de ADP y ATP y la respiración al regular la síntesis y transporte de azúcares. Es un precursor de la biosíntesis de importantes compuestos orgánicos en la célula tales como proteínas, fosfolípidos y ácidos nucleicos, en los que reside la codificación genética que determinará las características del vegetal y en general de los seres vivos. El fósforo (P) se encuentra en la planta en la forma de ortofosfato y en algunos casos como pirofosfato. Se une a diferentes compuestos orgánicos.

Al ingresar el fósforo (P) al simplasto de la planta puede ser esterificado para formar ADP o ATP. Dentro de la planta, el fósforo (P) es reutilizado, siendo exportado de los tejidos senescentes a los más jóvenes; por esto en los tejidos de más edad es donde primero se manifiesta la carencia. En consecuencia este nutriente es de alta movilidad en la planta una vez metabolizado.

La extracción del fósforo (P) de un cultivo es comparativamente menor que otros nutrientes como son nitrógeno (N), potasio (K) y calcio (Ca). Como la planta es hábil para extraer el fósforo del suelo, es raro que pueda detectarse esta deficiencia en frutales.

Un 50 a 60% del fósforo (P) acumulado en el follaje es retransportado hacia los tejidos de reserva durante mediados de verano a otoño. (30) y (38)

3.2.3 Potasio (K)

Es el catión más abundante y de gran importancia fisiológica en la planta. Los iones hidratados de potasio (K) se caracterizan por su gran solubilidad y movilidad.

Uno de los principales roles del potasio (K) en la planta es la neutralización de los radicales ácidos que se producen en el metabolismo. Este nutriente es necesario para la formación de azúcares y



almidones (carbohidratos); es un estimulante de la división celular y la síntesis de proteínas. Regula la actividad de otros nutrientes minerales, activa ciertas enzimas y tiene un rol esencial en la economía del agua al mantener el potencial de soluto en la planta. Actúa sobre el movimiento de los estomas, que son los órganos que regulan la disponibilidad del anhídrido carbónico (CO_2), indispensable para el proceso de fotosíntesis. Es un nutriente activador de numerosos sistemas enzimáticos.

Es absorbido en gran cantidad por las raíces al estado de K^+ y en este estado circula por el xilema, proporcionalmente a la corriente transpiratoria. No forma parte de compuestos. El principal destino del potasio (K) son los frutos en crecimiento.

La demanda de potasio (K) es más alta en verano, cuando una gran cantidad se acumula en el fruto. Su deficiencia está relacionada tanto a una baja disponibilidad en el suelo como a problemas radiculares.

A pesar de ser un nutriente móvil dentro de la planta, su redistribución hacia los tejidos de reserva es inferior que el nitrógeno (N) y el fósforo (P). (30) y (38)

3.2.4 Calcio (Ca)

El calcio (Ca) neutraliza la toxicidad específica de algunos aniones, como el ácido oxálico, transformándose en oxalato de cálcico; además insolubiliza los ácidos pépticos de las paredes celulares. Por ello una deficiencia de calcio (Ca) produce irregularidades en el desarrollo, manifestándose con internudos cortos, frutos no turgentes y abscisión precoz de las hojas.

Entre otras funciones del calcio (Ca) se pueden encontrar las siguientes:

- Promueve la temprana formación y desarrollo de raíces.
- Mejora el vigor de la planta y la firmeza de los tallos.
- Influye sobre la absorción de otros nutrientes.
- Participa en la producción de semillas.
- Actúa en el proceso de reducción del N_2 .
- Estabilización de las membranas celulares.
- Componente de la pared celular.
- Importancia del calcio (Ca) en la adhesión de las células, que se debe a su efecto cementante a través de los pectatos de calcio en la lámina media.
- Permite un balance con otros iones y ácidos orgánicos, manteniendo un equilibrio en el pH.

El calcio (Ca) se absorbe como ion Ca^{+2} y es transportado también como complejo hacia el follaje. Es de nula movilidad en el floema.

3.2.5 Magnesio (Mg)

Junto con el calcio (Ca) y el potasio (K), constituye uno de los tres cationes fundamentales dentro de la materia viva. Su importancia radica en que es un componente en la clorofila, la que es esencial para la fotosíntesis; al mismo tiempo activa las enzimas que actúan sobre el desarrollo de la planta, metabolismo de los carbohidratos y proteínas. Es necesario para la absorción de otros nutrientes; actúa como un portador de fósforo (P); promueve la formación de aceites y grasas; activa la translocación de almidones y es necesario para la formación de azúcares. Interviene en la síntesis de xantofilas, carotenos y lípidos. Una función también importante la desarrolla en la regulación del pH celular y en el balance iónico.

El magnesio (Mg) es absorbido como ion Mg^{+2} y en esa forma se transporta por el xilema.

Es bastante móvil en el floema por lo que en la carencia de magnesio (Mg) hay una migración de éste hacia las partes jóvenes de la planta, manifestándose primeramente en los tejidos más viejos (maduros o senescentes). Si la deficiencia es severa o prolongada, también se afectan las partes jóvenes. Al igual que el calcio (Ca), en una situación normal de aporte, el magnesio (Mg) tiende a acumularse en los tejidos a medida que éstos maduran.

3.2.6 Cinc (Zn)

Es un precursor de la formación de auxinas, que son las hormonas de crecimiento (a través del aminoácido triptófano, que es precursor de la auxina). Éstas actúan sobre la elongación en los internodos, sobre la formación de cloroplastos y de almidón. También participa en el metabolismo del nitrógeno (N).

Es indispensable para el normal crecimiento de los brotes y desarrollo de las hojas (particularmente las terminales); la formación de polen; el desarrollo de los frutos (calibre) y la elongación radicular; y actúa sobre las enzimas del proceso de respiración y sobre la formación de semillas.

En frutales se absorbe principalmente como Zn^{+2} en esa forma es transportado por el xilema.

Para estimar el contenido de cinc en el suelo, se debe considerar que una hectárea con 30 cm de profundidad y con densidad aparente (Db igual a 1,2 gr/cc), pesará 3.600.000 kilos (3.600 toneladas) puede contener de 20 a 200 kg/ha de cinc (Zn). La disponibilidad del cinc (Zn) para la planta, en el suelo, es dependiente del pH.

El cinc (Zn) es de poca movilidad en la planta una vez metabolizado.



3.2.7 Manganese (Mn)

El manganeso (Mn) se absorbe principalmente por la raíz como Mn^{+2} . Este proceso se deprime en presencia de magnesio (Mg) o calcio (Ca). El manganeso (Mn) como tal, alcanza a la hoja de la cual puede ser parcialmente movilizado, vía floema, a otras partes del vegetal.

Entre sus funciones se cuenta: activador de las enzimas del desarrollo y complementariamente actúa en la síntesis de la clorofila, reductor de Fe^{+3} a Fe^{+2} ; es esencial para la acumulación del CO_2 en la fotosíntesis; participa en la formación de la riboflavina, ácido ascórbico y caroteno; activa las enzimas formadoras de ácidos grasos, esenciales para la estructura de las membranas de manera que ejerce una función reguladora sobre la permeabilidad de las mismas.

Una hectárea con una profundidad de 30 cm de suelo, con densidad aparente (Db igual a 1,2 gr/cc) puede contener 4.000 kg de manganeso (Mn).

El manganeso (Mn) es de mediana movilidad en los tejidos.

3.2.8 Hierro (Fe)

Este mineral es muy abundante en el suelo. En una hectárea y en los primeros 30 cm (con densidad aparente (Db igual a 1,2 gr/cc) hay como promedio 4.500 a 7.000 kg de Fe en 3.600 toneladas de suelo, pero solo una fracción está disponible para la planta.

El hierro (Fe) existe como ion ferroso (Fe^{+2}) o ion férrico (Fe^{+3}); la planta absorbe preferentemente el primero como ion ferroso (Fe^{+2}) pues en esa forma es transportado por el xilema. El hierro (Fe) es acumulado por la planta como ion ferroso (Fe^{+2}) o como quelatos solubles.

Es esencial en la formación de la clorofila, en la fotosíntesis y en las enzimas de la respiración; sirve para la transferencia de energía y actúa en la formación de algunas proteínas.

Este elemento es poco móvil, por ello su deficiencia afecta principalmente a las zonas de crecimiento. El hierro (Fe) desempeña un papel fundamental en la biosíntesis de la clorofila y en el proceso de fijación del nitrógeno (N) atmosférico en la simbiosis rhizobium - leguminosa.

3.2.9 Boro (B)

La función más admitida del boro (B), deriva de las anomalías meristemáticas e irregularidades en el crecimiento dado a que es requerido en puntos de alta actividad metabólica, como los ápices de brotes y de raíces para los procesos de división, elongación celular y diferenciación meristemática. Estas anomalías se manifiestan por necrosis y pardeamiento de zonas terminales de ramas jóvenes. Actúa en la formación de la pectina de las paredes celulares, en la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas; diferenciación de células; regula el metabolismo y la translocación de los carbohidratos en el floema; limita la formación de polen (germinación) y posterior desarrollo del tubo polínico. Otra función propuesta para el boro es la del control del nivel de fenoles, como asimismo bloquea el exceso de éstos, en un claro papel de detoxificación.

El boro (B) se absorbe como ácido bórico en el xilema, sin embargo a nivel del floema puede ser muy poco móvil de algunas especies como nogal y pistacho. Móvil en otras como de los géneros Prunus, Malus y Pyrus, que son plantas que producen sorbitol, con el cual forma complejos el boro (B). En estas especies funciona la aspersion de fines de verano. Su carencia produce alteraciones, como en el caso de la manzana y las aceitunas.

Una hectárea de 30 cm de suelo superficial de densidad aparente (Db igual a 1,2 gr/cc) puede contener entre 40 y 70 kg de boro (B).

3.2.10 Cobre (Cu)

Este elemento se encuentra en el suelo como cobre (Cu^{+2}) y así es absorbido por la planta.

La mayor parte del cobre (Cu) de la planta se encuentra en el cloroplasto. Actúa como coenzima en los sistemas que incluyen el ácido ascórbico y otros que están ligados a la conversión de aminoácidos a proteínas. Las necesidades de cobre (Cu) de la planta son muy bajas, entre 3 y 10 mg/g (base peso seco).

La deficiencia de cobre (Cu) no es frecuente. Dada su poca movilidad en la planta, existen zonas que por su bajo contenido edáfico o por encontrarse en forma no asimilable, aparecen en el vegetal síntomas visibles de deficiencia, tales como clorosis, enrollamiento y necrosis de las puntas de las hojas. Esta deficiencia se manifiesta en suelos con un alto contenido de materia orgánica.

La concentración de cobre (Cu) en el suelo es relativamente alta, unos 20 mg/g como media. En una hectárea en los primeros 30 cm de suelo de densidad aparente (Db igual a 1,2 gr/cc) hay entre 22 a 220 kg de cobre (Cu).



3.2.11 Molibdeno (Mo)

Se encuentra en el suelo como molibdeno (MoO_4^{3-}); como tal, es absorbido por las plantas y su deficiencia es de muy rara ocurrencia.

En las plantas forma parte de las nitrato reductasas, que reducen en ion nitrato (NO_3^-) en el primer paso de la acumulación del nitrógeno. Por ello, los niveles de nitrato reductasa disminuyen cuando se suministra nitrógeno bajo la forma de nitrito (NO_2^-) o ion amonio (NH_4^+). El molibdeno (Mo), junto al hierro (Fe), forma parte del sistema nitrogenástico de los fijadores de nitrógeno atmosférico (Azotobacter. Rhizobium - Actinomicetes).

La deficiencia sólo se encuentra en suelos arenosos, ácidos o bien en suelos derivados de materiales altamente meteorizados. El síntoma de carencia se asemeja a una deficiencia leve de nitrógeno (N), con hojas de un color verde amarillento pálido y algunas plantas pueden mostrar un moteado amarillento.

Para corregir esta deficiencia se aplica molibdato de sodio en dosis del orden de 50 a 100 gramos Mo/ha, vía pulverización al suelo; esto da una idea del bajo requerimiento de este elemento para las plantas. También se usa para inocular semillas (Domínguez, 1988).

Para tratamientos foliares se obtiene una mayor rapidez en la absorción de este elemento recomendándose de 50 a 70 gr Mo/ha. Si la fuente usada es molibdato de sodio y/o molibdato de amonio se aplica un rango entre 150 y 700 gr molibdato/ha. En cítricos las soluciones suelen contener alrededor de 6 gr de Mo/100 lt de agua (Domínguez, 1988).

Una hectárea de 30 cm de suelo superficial de densidad aparente (Db igual a 1,2 gr/cc) contiene menos de 4,5 kg de molibdeno (Mo).



4. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE ALGUNOS FRUTALES COMUNES EN CHILE

La curva básica de nutrición de las plantas

Esta curva relaciona por un lado el crecimiento o productividad y por otro la concentración del nutriente en la hoja, de manera que se pueden describir 4 rangos mientras se alcanza la producción adecuada; dichos rangos son deficiente, crítico, adecuado y tóxico (Figura 2). (30)

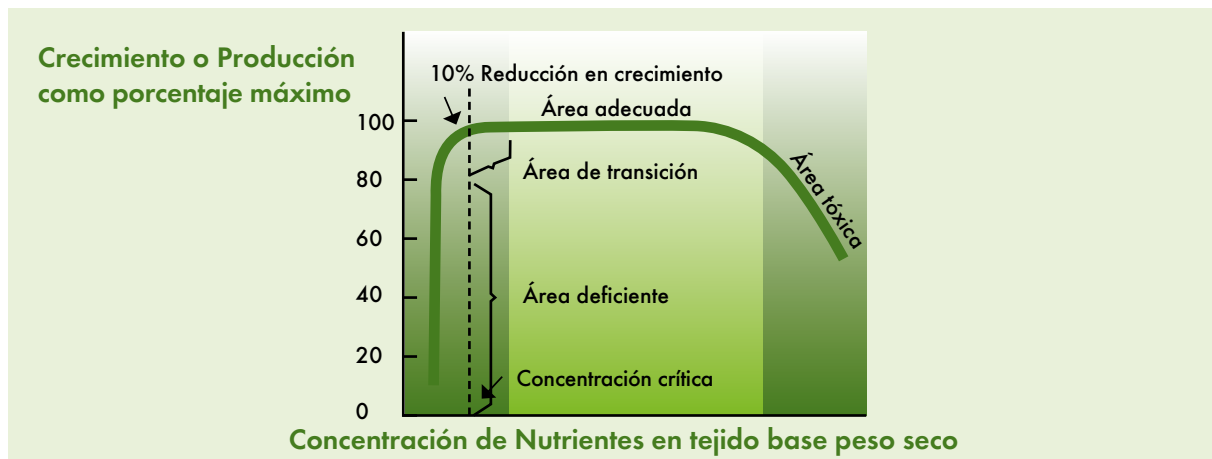


Figura 2. Curva de interpretación y diagnóstico de Nivel Crítico para los elementos nutricionales que corresponde a una relación entre la concentración de un nutriente en la hoja y la productividad (Fuente: Ulrich, A. 1983. Plant tissue analysis as a guide in fertilizing crops. pp.6 - 13. In: Reisenauer (Ed). Soil and plant tissue testing in California. University of California, Berkeley, EEUU. 56p). (40) y (45)

Los excesos o toxicidades normalmente derivan de una alta disponibilidad de un elemento en el suelo o de una alta concentración del mismo en el agua de riego. Otra causa frecuente de fitotoxicidad se encuentra en la aplicación de fertilizantes, tanto al suelo como al follaje, en dosis excesivas o en un momento inadecuado. Este es el caso del elemento boro (B), en que, al encontrarse en el agua de riego en niveles suficientes, basta una pequeña absorción mejorada del elemento para pasar de una situación de deficiencia a una de toxicidad. La mayoría de los oligoelementos o elementos menores llamados también microelementos responden a este comportamiento. A veces, la excesiva dotación de un elemento inhibe la absorción o el transporte de otro, manifestándose entonces con los síntomas de deficiencia de este último. Es el caso de ejemplos de antagonismos conocidos como: K^+/Ca^{++} ; K^+/Mg^{++} ; Ca^{++}/Mg^{++} ; NO_3^-/Cl^- ; Na^+/K^+ ; Ca^{++}/Zn^+ . (30)

La Ley del mínimo o “Ley del barrillito”

Es frecuente que la disponibilidad de un elemento se encuentre por debajo de lo óptimo que la planta requiera, en cuyo caso ocurre una situación de deficiencia o carencia, que se manifiesta con síntomas característicos. Estos síntomas normalmente se presentan asociados a las funciones específicas que el elemento desempeña en la planta (ver capítulo 3). A esta carencia de un elemento, que además esté limitando la producción, se le denomina “Ley del Mínimo de Liebig” o “Ley del Barrillito”, como se aprecia en la Figura 3.

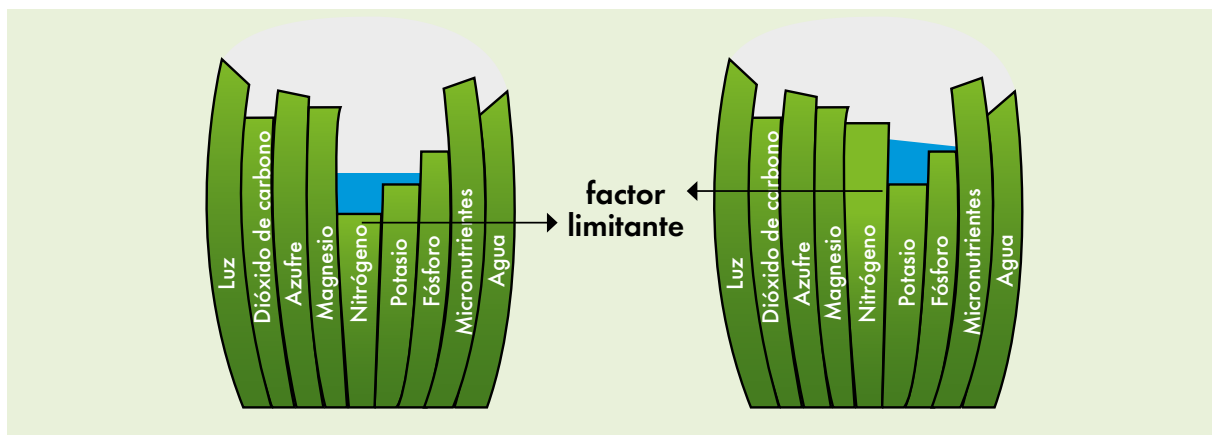


Figura 3. La Ley del Mínimo o “Ley del Barrillito” consiste en que el nivel del agua señala el nivel de la producción. A la izquierda, el nitrógeno está representado como el factor más limitante: la producción no puede ser más alta que la permitida por él. A la derecha, el nivel de la producción aumenta hasta ser controlado por el próximo factor más limitante, en este caso el potasio (Fuente: Palma, citado en SQM S.A, 2010). (45)



4.1. ALMENDRO

(Prunus amigdalus, Batsh L)



4.1.1. Tejido y época a muestrear

Tejido a muestrear: Hoja del dardo sin fruta a mediados de verano.
En Chile es entre 15 de enero a 15 de febrero.

4.1.2. Niveles críticos

A continuación se observa en Cuadro 1 los niveles críticos para almendro (base peso seco).

Cuadro 1. Niveles críticos en almendro (b.p.s).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 2,0	2,2 - 2,5	> 2,7
Fósforo	P	%	< 0,1	0,1 - 0,3	
Potasio	K	%	< 1,0	1,4 - 2,5	
Calcio	Ca	%	< 2,0	2,0 - 4,0	
Magnesio	Mg	%	< 0,25	0,25 - 0,50	
Cinc	Zn	ppm	< 15	> 18	
Manganeso	Mn	ppm	< 20	> 22	
Hierro	Fe	ppm		120	
Boro	B	ppm	< 25	30 - 65	> 85
Cobre	Cu	ppm	< 3,0	> 4,0	
Cloruro	Cl	%			> 0,3
Sodio	Na	%	< 0,20	0,20 - 0,25	> 0,25

Fuente. Imagen de almendro extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.1.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

Su carencia se evidencia por presentar una ligera clorosis al inicio de la temporada, además de una reducción del crecimiento de las ramillas. En otoño la senescencia se adelanta, las hojas se ponen amarillentas y luego se produce la exfoliación. Una condición de sequía produce los mismos síntomas. Su carencia es difícil de diagnosticar ya que en el huerto los árboles se asemejan.

Corrección de deficiencia

Se corrige fertilizando con un portador de nitrógeno (N) ya sea al suelo o inyectándolo al sistema de riego tecnificado.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

La deficiencia de fósforo (P) es de rara ocurrencia; no presenta síntomas que la caractericen. En árboles muy deficientes, el crecimiento es menor y también el tamaño de las hojas; la deficiencia se produce con contenidos foliares de menos 0,1%. Su disponibilidad está ligada al pH del suelo ("pH dependiente"). Así tenemos que en soluciones muy ácidas, se encuentra como H_3PO_4 (pH entre 0 y 2), como $H_2PO_4^-$ (pH entre 2 a 7). Si el pH aumenta (pH de 7 a 12), predomina primero el ion HPO_4^{2-} y finalmente PO_4^{3-} (pH mayor a 13). En el país no se ha detectado esta deficiencia.

Corrección de deficiencia

Se corrige aplicando al suelo cualquier fertilizante portador de fósforo (P). En el caso que los niveles de fósforo (P) en la hoja sean menores de 0,1% base peso seco, se puede incorporar ácido fosfórico (H_3PO_4) al sistema de riego.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

La deficiencia de potasio (K) al igual que en algunos carozos (ciruelos, durazneros, nectarinos) no es de común ocurrencia en el país; y de existir esta se asemeja a la deficiencia de nitrógeno (N). Las hojas nuevas muestran síntomas a inicios de verano: se decoloran y se reduce tanto su tamaño como el largo de las ramillas. Cuando la carencia es leve no se aprecia visualmente un síntoma claro. Esto se llama "carencia oculta"; solo el análisis foliar va a detectarla. La carencia de potasio (K) definitivamente está muy relacionada con la existencia de problemas radiculares. En brotes más vigorosos el margen de las hojas puede necrosarse y disminuye el tamaño del fruto.



Corrección de deficiencia

El déficit de este elemento se corrige: aplicando al suelo nitrato de potasio granulado (KNO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4), o bien cloruro de potasio (KCl). También se pueden hacer pulverizaciones con nitrato de potasio (KNO_3), en dosis de 10 kg/1000 lt de agua; no debe aplicarse cloruro de potasio (KCl) en la aspersión de árboles nuevos dada la susceptibilidad de este árbol a quemaduras. Alternativamente se puede incorporar al sistema de riego tecnificado cualquier fuente potásica soluble como NPK o materia prima.

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Esta deficiencia en esta especie, no se ha detectado en el país.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

La carencia de este elemento no es de común ocurrencia en el país y se asociaría a suelos de pH bajo (ácidos).

Los síntomas aparecen a mediados o a fines del verano: Las hojas basales, especialmente de las ramas vigorosas, se tornan cloróticas en su ápice y bordes; en estas hojas se produce una senescencia prematura.

Corrección de deficiencia

Se corrige aplicando al suelo sulfato de magnesio altamente soluble (MgSO_4) en el sistema de riego. Alternativamente se puede pulverizar a inicios de temporada con nitrato de magnesio $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

La carencia de cinc (Zn) se presenta cuando se ha usado guano de gallina en forma continuada y/o el suelo tiene un pH sobre 7,5 (alcalino). Es de común ocurrencia en el país y en esta especie.

Los síntomas aparecen a inicios de temporada. Se retrasa la floración y el desarrollo de las yemas vegetativas. Cuando la deficiencia es severa, las hojas son pequeñas y aguzadas ("Little leaf"), formando roseta. Cuando la deficiencia es menos severa, las hojas tienen un tamaño ligeramente menor, pero muestran clorosis intervenal. Cuando estas hojas son tiernas, los márgenes pueden ondularse y cuando esta deficiencia es severa se produce la muerte de los terminales ("die back"). Se reduce notoriamente el tamaño del fruto y por tanto la calidad del mismo.

En plantaciones en suelos arenosos se manifiesta de preferencia esta carencia.

Corrección de deficiencia

Aplicando foliarmente en primavera Sulfato de Zinc ($ZnSO_4$) en dosis al 0,3% (3 g/l o sea 300gr/100 lt de agua), donde además se deberá agregar a esta preparación una solución neutralizante que se prepara con 1 kilo de soda cáustica (NaOH) en 1 litro de agua, de esta última solución se toman 30 cc (solución concentrada) para 100 lt de agua.

Otra alternativa es pulverizando, antes de caída de hoja, con sulfato de zinc (sin neutralizar) ($ZnSO_4$) con una dosis de 3 kg/1000 lt de agua.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

La deficiencia de manganeso (Mn) es poco común. Cuando se presenta, las hojas son cloróticas, al igual que en la deficiencia de nitrógeno (N). En las hojas se producen pequeñas zonas cloróticas, como un moteado que se asemeja a la deficiencia de zinc (Zn). Esta carencia no afecta al tamaño del fruto.

Corrección de deficiencia

La disponibilidad de manganeso (Mn) es pH dependiente, de manera que en suelos alcalinos hay que acidificar aplicando azufre (S) al suelo, alrededor del árbol, para que esta enmienda sea eficiente. Otra forma de corregir esta deficiencia es agregar ácido sulfúrico (H_2SO_4) en forma controlada al sistema de riego en dosis de 18 - 25 kg/ha/año. La acidificación del suelo también sirve para hacer disponible al elemento zinc (Zn).

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Esta deficiencia es de ocurrencia ocasional; las hojas se tornan cloróticas a inicio de la temporada, poniéndose luego totalmente amarillas: Esta clorosis puede desaparecer a medida que la temporada avanza. En casos severos, las hojas cloróticas se queman y luego abscisan. Esta deficiencia se asocia a suelos de pH alto.

Corrección de deficiencia

Se corrige bajando el pH, o acidificando el suelo con azufre (S), o bien incorporando ácido sulfúrico (H_2SO_4) en forma controlada en el sistema de riego ya que el hierro (Fe) es pH dependiente.



- **Boro (B)**

Deficiencia

Se presentan quemaduras en las ramillas terminales; las hojas son pequeñas y se enroscan hacia arriba y hay exfoliación. Los terminales que han sufrido quemadura, mueren ("die back") y la corteza se agrieta y se pone corchosa, también esto último se aprecia en las hojas; al año siguiente las yemas que están próximas a la zona afectada producen ramillas con apariencia de roseta.

El fruto presenta gomosis en el endocarpio, la que exuda a la superficie de la cáscara; entre los meses de noviembre y diciembre se produce abundante caída del fruto. En casos severos, se puede producir hasta la pérdida de la cosecha. En las ramas más vigorosas, el ápice y los bordes se necrosan; a veces las hojas se doblan hacia arriba. Se reduce el tamaño del fruto.

Corrección de deficiencia

Se corrige durante postcosecha, pulverizando el follaje con cualquier producto en base a boro como ácido bórico, mono etanol amina y octoborato de sodio que se podría aplicar a través del producto Solubor (1 kg/1000 lt de agua). En cualquier período en que esta deficiencia se detecte, su corrección es más eficiente cuando hay suficiente follaje tierno. Este tratamiento tendrá un efecto sólo en la próxima temporada.

Se puede corregir aplicando al suelo Borax (11% B) en una dosis de 50 kg/ha. También se podría incorporar ácido bórico dentro de un programa de fertirriego.

- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

Los síntomas de deficiencia de cobre (Cu) aparecen en verano y las hojas terminales se tornan cloróticas; se queman y se produce exfoliación. Hay muerte de los terminales ("die back"). El árbol toma un aspecto arbustivo. La corteza del tronco se torna de color oscuro y es rugosa. En la variedad Non Pareil se produce una fuerte gomosis antes de la brotación.

Corrección de deficiencia

Se corrige aplicando al suelo sulfato de cobre (CuSO_4) en dosis de 2 kg/árbol, o bien quelato de Cu- EDTA, con una dosis de 300 gr/árbol. También durante postcosecha se puede corregir esta deficiencia. Cabe señalar que cuando el análisis foliar señala un valor menor de 4 ppm (base peso seco) se debe corregir esta carencia.

Toxicidad Provocada por Exceso de Cloruros (Cl) y/o Sodio (Na)

En ambos casos se presenta con síntomas similares como quemadura del ápice de la hoja ("tip burn"). Cuando la toxicidad es severa la zona necrosada aumenta de tamaño, de preferencia hacia fines de la temporada. Para distinguir cual es el elemento que provoca estos síntomas hay que hacer un análisis foliar. Porcentaje de niveles de cloruro y sodio mayores de 0,3% y 0,25% respectivamente son concideradas en exceso.

Se aconseja que antes de plantar, se analice tanto el suelo como el agua con que se van a regar los árboles. Existen pautas que definen los parámetros analíticos para evaluar el riesgo que se puede presentar, para este u otro frutal, tanto en lo relativo a la contaminación del suelo como la del agua de riego.

Fuente: (5) (28) (32) (38) (39) (40) y (49).



4.2. ARÁNDANO

Existen dos especies de arándanos bajo cultivo:

Arándano Alto ("Highbush") (*Vaccinium Corymbosum*)

Arándano Ojo de Conejo ("Rabbiteye") (*Vaccinium Ashei-Reade*)



4.2.1 Tejido y época a muestrear

Tejido a muestrear: Hojas recién expandidas de ramas con frutos. La fecha más aconsejable para realizar el muestreo es entre el 15 de diciembre y el 15 de enero.

4.2.2. Niveles críticos

A continuación se observa en Cuadro 2 y Cuadro 3 los niveles críticos para Arándanos Alto (Highbush) (base peso seco) y Ojo de Conejo (Rabbiteye) respectivamente.

Cuadro 2. Niveles críticos en Arándano Alto (Highbush), (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 1,70	1,80 - 2,10	> 2,5
Fósforo	P	%	0,10	0,12 - 0,40	> 0,80
Potasio	K	%	0,30	0,35 - 0,65	> 0,95
Calcio	Ca	%	0,18	0,40 - 0,80	> 1,0
Magnesio	Mg	%	< 0,8	0,12 - 0,25	> 0,45
Cinc	Zn	ppm	20	30	> 80
Manganeso	Mn	ppm	23	50 - 350	> 450
Boro	B	ppm	20	30 - 70	> 200
Cobre	Cu	ppm	5	5 - 20	> 100
Sodio	Na	%	0,10	0,12 - 0,20	> 0,3

Fuente. Imagen de arándano extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

Cuadro 3. Niveles críticos en Arándanos Ojo de Conejo (Rabbiteye), (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos	
			Deficiencia	Adecuado
Nitrógeno	N	%	1,20	1,70
Fósforo	P	%	0,8	0,17
Potasio	K	%	0,28	0,60
Calcio	Ca	%	0,24	0,70
Magnesio	Mg	%	0,14	0,20
Cinc	Zn	ppm	10	25
Manganeso	Mn	ppm	25	100
Hierro	Fe	ppm	25	70
Boro	B	ppm	12	30
Cobre	Cu	ppm	<5	10

Los arándanos carecen de pelos radicales y su arraigamiento es superficial. Son susceptibles tanto al déficit como al exceso de agua; por lo tanto el control de la humedad del suelo es fundamental para el buen desarrollo de esta planta.

La fertilización excesiva produce en las hojas un color marrón en las puntas y bordes de la lámina; esta especie tiene un bajo requerimiento de fertilizantes.

4.2.3 Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

Las necesidades de fertilizantes de esta especie son muy bajas, muy inferiores a la mayoría de los frutales. Las aplicaciones continuadas de fertilizantes, en dosis bajas, han resultado más eficientes que las hechas en dosis altas. En los arándanos jóvenes se puede producir daño por exceso de fertilizantes, aunque las dosis sean bajas; esto puede ocurrir porque sus raíces carecen de pelos radicales. Por esta razón, no es recomendable realizar aplicaciones localizadas.

El exceso de fertilizante tiene un efecto deprimente en este frutal, debido a que este exceso produce daño radicular.

La presencia de una clorosis puede ser inducida por la carencia de varios nutrientes; de ahí que la identificación de las causantes debe ser determinada a través del análisis foliar.



- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

Dosis altas de nitrógeno (N) hacen subir los niveles de este elemento en las hojas, pudiendo tener efectos detrimentales sobre la producción (sobre 2,5% b.p.s). Se recomienda que la aplicación de este fertilizante sea parcializada durante la temporada.

Este nutriente es de mayor uso anual y su consumo va de acuerdo con la edad de la planta.

La deficiencia de este elemento produce una reducción en el crecimiento y la aparición de una clorosis. A medida que avanza la clorosis intervenal esta se acentúa, hay quemaduras en los bordes y luego se produce la abscisión.

Una planta poco vigorosa presenta hojas de color pálido y hay caída temprana de hojas, esto puede deberse a deficiencias de nitrógeno (N) - manganeso (Mn) - hierro (Fe) y en menor grado de potasio (K) y boro (B).

Un exceso de nitrógeno (N) hace a la planta más susceptible a las heladas.

Corrección de Deficiencia

El nitrato de amonio (NH_4NO_3), es un portador de nitrógeno (N) que se recomienda usar por su efecto acidificante; alternatively puede usarse urea en riego tradicional. El arándano puede absorber el nitrógeno (N), tanto en forma de amonio (NH_4^+) como de nitrato (NO_3^-).

Algunos investigadores señalan que la aplicación de nitrógeno a mitad de la apertura de la yema y la otra a caída de los pétalos, esto aumentaría el rendimiento.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

La deficiencia de este elemento es de rara ocurrencia. En suelos de tipo "Trumao", de origen reciente que tienen un contenido variable de aluminio (Al) libre, es probable que esto ocurra.

Un exceso de fósforo (P) puede inducir una deficiencia de hierro (Fe) y con esto se limita el desarrollo de la planta. La deficiencia se manifiesta por una clorosis.

Existe una muy mala correlación entre el fósforo (P) de las hojas y el del suelo; por esta razón no se recomienda el análisis de suelo con este propósito.

Las hojas más nuevas son más pequeñas que lo normal, son más verdes y se reduce el crecimiento.

Corrección de Deficiencia

Se utiliza un portador de fósforo (P), el que puede ser: superfosfato triple u ortofosfato de amonio. Alternativamente se puede incorporar ácido fosfórico en el sistema de riego tecnificado, como también fosfato monoamónico (MAP), fosfato monopotásico (MKP) o como fosfato de urea.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

Los bajos niveles de potasio (K) que se encuentran en el follaje pueden estar relacionados con los suelos ácidos. Este elemento reduce su contenido con la edad del frutal.

También sufre variaciones de acuerdo a la carga que este presenta; de ahí que las mayores concentraciones se presentan en plantas jóvenes.

Existe correlación entre el potasio (K) de las hojas y el del suelo.

Altos niveles de potasio (K) en el suelo agravan la deficiencia de magnesio (Mg), producido por su conocido antagonismo entre estos elementos.

Corrección de Deficiencia

Sólo debe aplicarse a este nutriente cuando su contenido acuse deficiencia. En este caso se utiliza sulfato de potasio (K_2SO_4) o nitrato de potasio (KNO_3) ya sea aplicado al suelo o al sistema de riego por goteo.

- **Calcio (Ca)**

Síntomas de Toxicidad

Los arándanos, al igual que otras especies de las ericáceas, son calcífugas o acidófilas y por tanto están adaptados para crecer en suelos ácidos y con bajos contenidos de calcio (Ca); esto se refleja en los bajos contenidos de este elemento en el tejido foliar. Un exceso puede producir toxicidad. La variedad "Highbush" presenta mayores concentraciones en las hojas que la "Ojo de Conejo".

Deficiencia

El arándano es una especie que es hábil para absorber el calcio (Ca). Los síntomas de deficiencia incluyen un amarillamiento en los márgenes de las hojas, en especial de las jóvenes. Las hojas terminales pueden presentar algunas manchas de color verde amarillento. En Chile no se han observado síntomas de esta carencia.



Se ha observado que los niveles de calcio (Ca) en el suelo guardan relación con los niveles de pH presentes en el mismo. También el contenido de calcio está relacionado con la carga del árbol y la fertilización nitrogenada. En plantas con vigor excesivo el contenido de este elemento se hace menor, lo que se debería a un efecto de dilución.

La concentración de calcio (Ca) en el fruto influye sobre la firmeza de éste, como también sobre la textura y época de cosecha. Hay una estrecha relación entre el contenido de calcio (Ca) y la vida postcosecha de la fruta; en particular su firmeza. Esta puede ser incrementada con aplicaciones pre cosecha, como a través de inmersiones del fruto en una solución de calcio (Ca) postcosecha, con cloruro de calcio (CaCl_2) al 0,5 - 0,8%.

Corrección de Deficiencia

El nivel de calcio (Ca) del suelo puede aumentarse con aplicaciones de sulfato de calcio o yeso, con esto se neutraliza el efecto del aluminio intercambiable ("Trumaos").

Las aplicaciones foliares de cloruro de calcio pueden producir fitotoxicidad.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

Las deficiencias de magnesio (Mg) casi siempre se presentan asociadas a suelos arenosos y/o con bajos contenidos de materia orgánica (M.O.). En general la deficiencia de magnesio (Mg) se relaciona estrechamente con una baja capacidad de intercambio catiónico en el suelo.

Aplicaciones excesivas de potasio reducen la disponibilidad de magnesio (Mg), lo que se manifiesta a través de una clorosis que aparece tarde en la temporada.

Esta se presenta como un enrojecimiento intervenal, además las hojas se curvan, hay defoliación y algo de necrosis y el crecimiento se ve afectado.

Corrección de Deficiencia

Esta deficiencia se corrige con la aplicación granulada al suelo de Sulphomag y en fertirriego con sulfato de magnesio (MgSO_4) llamado también Sal de Epsom o nitrato de magnesio [$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$].

Alternativamente pulverizaciones con nitrato de magnesio (MgNO_3) dan buenos resultados, esto se hace con hojas tiernas.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

El arándano requiere de pequeñas cantidades de cinc (Zn) de allí que los síntomas de deficiencia sean escasos. Crecen en un medio en que el cinc (Zn) se encuentra disponible (suelos ácidos). Aplicaciones excesivas de fósforo (P) pueden inducir una deficiencia de cinc (Zn). La deficiencia de cinc (Zn) disminuye el crecimiento de las hojas terminales.

Corrección de Deficiencia

Con un portador de cinc (Zn), temprano en la temporada.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

Los suelos de pH neutros o básicos son proclives a presentar deficiencias de manganeso. Al bajar el pH, el contenido de manganeso (Mn) aprovechable por las plantas aumenta significativamente. El arándano es una especie acumuladora de manganeso (Mn), de allí que es raro que se presente deficiencia. Se han reportado niveles de hasta 4.000 ppm (b.p.s) sin que se haya producido toxicidad. En los arándanos la carencia de este elemento se manifiesta por una clorosis.

Corrección de Deficiencia

Para solucionar una carencia de manganeso (Mn) se recomienda acidificar el suelo. Alternativamente se puede pulverizar con un producto portador de este elemento, esto con hojas tiernas.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Al igual que en el caso de manganeso, su disponibilidad está asociada al pH, presentándose esta deficiencia preferentemente en suelos neutros y alcalinos. Se manifiesta por una clorosis.

Un alto contenido de fósforo induce a la deficiencia de este elemento.

Corrección de Deficiencia

Puede ser corregida a través de la modificación del pH, mediante el uso de un acidificante, ácido sulfúrico (H_2SO_4), azufre (S) o ácido fosfórico (H_3PO_4) incorporado al riego tecnificado. Alternativamente podría usarse un quelato férrico.



- **Boro (B)**

Deficiencia

Esta afecta a la floración y por tanto a la fructificación y consecuentemente al rendimiento. Se produce una ligera clorosis.

El exceso produce quemadura y necrosis.

Corrección de Deficiencia

Incorporar al sistema de riego ácido bórico, octo borato de sodio y/o bórax. Alternativamente pulverizar con algún portador de boro (Solubor, Speedfol® B SP).

Otras Consideraciones Según las Propiedades del Suelo

pH

El desarrollo de la planta es menor en suelos con pH sobre 7; asimismo, como ocurre en suelos de pH muy bajo por un efecto de un exceso de manganeso (Mn). En suelos de pH alcalino el desarrollo puede limitarse, lo que se debería a un exceso de absorción de sodio (Na) y por limitaciones que este efecto tiene en la absorción de elementos como fósforo (P), cinc (Zn) y hierro (Fe) principalmente.

El mejor desarrollo de la planta, según algunos autores, se produce con niveles de pH entre 4,0 - 5,2 o 4,5 - 4,8. La mayor parte de las variedades de arándanos "Ojo de Conejo" prosperan en suelos con pH 4,0 - 6,0. Niveles de pH sobre los indicados producen un desbalance nutricional, haciendo que la clorosis férrica sea de común ocurrencia. Cuando el pH está sobre estos valores procede la acidificación del suelo, con azufre (S) o ácido sulfúrico (H_2SO_4); esto se recomienda antes de plantar. Al usar azufre (S), como precaución este debe ser mezclado con el suelo.

Como recomendación general, todos los años es conveniente verificar el pH del suelo, ya que el uso de fertilizantes puede hacerlo subir.

Materia Orgánica (M.O.)

En suelos con un bajo contenido de M.O., la adición de aserrín de pino, en forma de "mulch" mejora el crecimiento del arándano; sobre todo en suelos con pH sobre 6,0. Esta aplicación de aserrín de conífera debiera ser suplementada con nitrógeno (N), para estimular la actividad microbiana y lograr una descomposición más rápida del aserrín y no correr el riesgo de sufrir "hambre de nitrógeno".

Otros Factores que Influyen en la Nutrición

Luz

La disponibilidad de luz es particularmente importante en el arándano; es así como en la variedad "Ojo de Conejo", el porcentaje de frutos de color y el tamaño de las mismas está directamente relacionado con la cantidad de luz que recibe la copa.

Tanto el número de hojas como su distribución espacial, son esenciales para una mejor intercepción de la luz solar (poda de invierno y verano). En las plantas, la eficacia fotosintética raramente supera el 2%. Dentro de los factores más importantes que la afectan están un adecuado suministro de agua y la luz relacionada con la densidad de la copa ya que las partes más sombreadas solo logran un 50% a 60% de la fotosíntesis máxima. También la cantidad de fruta la afecta, ya que generalmente se detecta un alza en la tasa de fotosíntesis al aumentar la relación fruto - hoja.

Agua

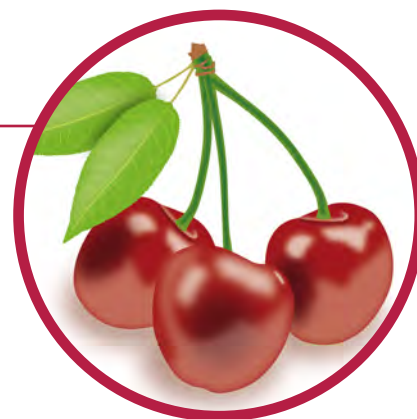
El arándano es muy sensible a los problemas de disponibilidad de agua, tanto al déficit como al exceso; de allí que el agua pueda ser un factor limitante sobre el desarrollo y producción.

Fuente: (1) (5) (27) (39) (41) (42) (43) y (51).



4.3. CEREZO

(Prunus avium L)



4.3.1. Tejido y época a muestrear

Hoja del tercio medio o central del dardo nuevo de la periferia, con o sin fruto, del 15 de enero hasta fines de febrero.

4.3.2. Niveles críticos

Los niveles críticos para cerezo se aprecian en Cuadro 4.

Cuadro 4. Niveles críticos para cerezos (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 1,5	2,0 - 3,0	> 3,5
Fósforo	P	%	< 0,1	0,16 - 0,40	> 0,60
Potasio	K	%	< 1,0	1,5 - 3,0	> 4,0
Calcio	Ca	%	< 1	1,4 - 3,0	> 3,5
Magnesio	Mg	%	< 0,20	0,25 - 0,7	> 1,6
Azufre	S	ppm	<100	> 100	
Cinc	Zn	ppm	< 12	15 - 70	> 250
Manganeso	Mn	ppm	< 20	30 - 160	> 400
Hierro	Fe	ppm	< 50	80 - 250	> 500
Boro	B	ppm	< 20	20 - 60	> 100
Cobre	Cu	ppm	< 4	5 - 25	> 60
Cloruro	Cl	%			> 0,5
Sodio	Na	%			> 0,3

Fuente. Imagen de cerezo extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.3.3. Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

La deficiencia se manifiesta en las hojas nuevas, que toman un color verde pálido; y en las hojas maduras, que toman un color anaranjado, rojo o púrpura y caen prematuramente. Los frutos, yemas y flores son escasos, los frutos son bien coloreados. En cambio, un abastecimiento de nitrógeno suficiente, aumenta el desarrollo del árbol, favorece el crecimiento de las ramillas y también el tamaño de las hojas. Plantas bien abastecidas con nitrógeno (N) tienen frutos con mejor color y maduran en forma pareja.

Responde bien cuando el contenido de nitrógeno (N) es bajo en el suelo.

Corrección de Deficiencia

Tanto las variedades de cerezos como de guindos responden bien a las aplicaciones de nitrógeno (N). Se ha comprobado que el fertilizante nitrogenado colocado en surcos, a ambos lados de la hilera, es más eficiente que cuando se aplica esparcido entre las hileras ("al voleo").

La corrección de la deficiencia se realiza aplicando al suelo: urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], salitre (NaNO_3), nitrato de potasio (KNO_3) o sulfato de amonio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$].

No se recomiendan pulverizaciones con nitrógeno (N) ya que se puede producir quemaduras en las hojas y no tienen efecto sobre la fecha de maduración o el tamaño del fruto.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

Esta carencia es de rara ocurrencia, ya los tratamientos con fósforo (P) dan pocos resultados aun cuando el suelo tenga un contenido bajo de este elemento. Un exceso de este elemento acentúa la deficiencia de nitrógeno (N), lo mismo ocurre en otras especies. La carencia no presenta síntomas foliares.

Corrección de Deficiencia

Aplicando un portador de fósforo al suelo o bien incorporando ácido fosfórico al sistema de riego.



- **Potasio (K)**

Deficiencia

Al haber deficiencia de potasio (K), las hojas toman un color verde - azulado y los márgenes tienden a enrollarse en forma paralela a la nervadura central. Al hacerse más severa esta carencia, se producen quemaduras y necrosis. Algunos autores señalan que el vigor del árbol y el tamaño del fruto dependen más del abastecimiento de potasio (K) que de cualquier otro nutriente. Hojas con menos de 1% de potasio (K) (b.p.s) indican deficiencia.

La respuesta a la carencia de potasio (K) depende del contenido de este en el suelo. La deficiencia afecta al desarrollo del árbol y al tamaño del fruto.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando, al suelo, sulfato de potasio (K_2SO_4), nitrato de potasio (KNO_3) o cloruro de potasio (KCl).

Alternativamente y como complemento se puede pulverizar con nitrato de potasio (KNO_3) en primavera y/o incorporando cloruro de potasio (KCl) bajo nuestras condiciones en el valle central de Chile o nitrato de potasio (KNO_3) al sistema de riego.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

La deficiencia de magnesio (Mg) se manifiesta inicialmente con una clorosis intervenal en las hojas maduras, las que luego se necrosan. Por lo general, el margen de la hoja se ve afectado en primer término. La carencia de este elemento es muy rara en esta especie.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando, al suelo, sulfato de magnesio ($MgSO_4$), también llamada Sal de Epsom. Alternativamente se puede agregar o incorporar al sistema de riego tecnificado este fertilizante.

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Esta es de muy rara ocurrencia y no se conocen los síntomas foliares de esta carencia.

Corrección de Deficiencia

Aplicando al suelo carbonato de calcio, pre plantación para efectos de mejorar condiciones de pH y disponibilidad de calcio en el complejo de intercambio.

- **Azufre (S)**

Deficiencia

El síntoma de deficiencia de azufre (S) es similar al de nitrógeno (N). Esta es común en suelos con muy bajo porcentaje de materia orgánica.

Un contenido foliar menor a 100 ppm de SO_4 indica que existe deficiencia. Las hojas nuevas se ponen cloróticas, mientras que las hojas maduras se mantienen verdes.

La carencia muestra síntomas parecidos a la de nitrógeno (N). Las hojas maduras se mantienen verdes. Este elemento es importante para la síntesis de proteínas.

Corrección de Deficiencia

Aplicando al suelo sulfato de magnesio (MgSO_4), llamada también Sal de Epsom, o cualquier otra fuente de azufre como sulfato de potasio (K_2SO_4).

Alternativamente se puede aplicar yeso al suelo ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), esto alrededor del árbol de acuerdo a las condiciones del suelo.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

La deficiencia de cinc (Zn) es la más grave de todas las producidas por elementos menores. Esta se evidencia por la formación de hojas más pequeñas ("Little leaf"), delgadas cloróticas, que adquieren una forma ondulada. La clorosis aparece primero en los márgenes, para luego extenderse hacia la nervadura central y zonas intervenales. En casos extremos la clorosis es total y tiende al color blanco. Hay necrosis de las ramillas ("die back"). Esta carencia se asocia a suelos de pH alcalino y/o alto contenido de fósforo (P).

Corrección de Deficiencia

La deficiencia se corrige pulverizando de tres maneras, la primera es aplicando sulfato de cinc (ZnSO_4) al 0,35% (350 gr/100 lt de agua), sin neutralizar (a caída de hoja) y la segunda es con esta misma sal (aplicada a principios de primavera) en dosis de 300gr/100 lt de agua neutralizada previamente con 30 cc/100 lt. de solución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH). La tercera manera es pulverizar con algún fertilizante en base a cinc (Zn).



- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

La deficiencia de manganeso (Mn) es bastante común en esta especie. La clorosis de los márgenes es muy parecida a la de cinc (Zn); pero a diferencia de esta, no afecta al tamaño de las hojas. Hojas con contenido menores a 17 ppm (base peso seco) indican carencia de manganeso (Mn). Esta clorosis no es frecuente en suelos de pH ácido, no así en los pH alcalino, donde el manganeso (Mn) está con valencia cuatro (Mn^{+4}). Este elemento es "pH dependiente".

Los síntomas son muy parecidos a los de la deficiencia de cinc (Zn), sin embargo esto no afecta al tamaño de las hojas. Cuando hay una deficiencia múltiple de manganeso (Mn), cinc (Zn) y hierro (Fe) no es posible distinguir esta carencia, solo se puede a través del análisis foliar.

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando a la caída de hojas, o bien con yemas verdes, con sulfato de manganeso ($MnSO_4$) al 0,3%, neutralizando con 30 cc/100 lt. de solución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH), con suficiente follaje tierno, con un tensoactivo o con cualquier fertilizante foliar a base de manganeso u/o agroquímicos portadores de este elemento.

Alternativamente y en el caso de suelos con valores de pH más de 7,0 se puede incorporar ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido fosfórico (H_3PO_4) al sistema de riego tecnificado.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Esta carencia generalmente es inducida en suelos con exceso de calcio (Ca) y es "pH dependiente". Se manifiesta por una decoloración intervenal verde pálido, distribuida en toda la hoja. A medida que esta carencia progresa, se torna de color blanco y los márgenes se queman. Este síntoma comienza en las hojas nuevas y va avanzando hacia las hojas maduras.

Corrección de Deficiencia

Se corrige acidificando el suelo, para lo cual se utiliza azufre (S), ácido sulfúrico (H_2SO_4) o sulfato de amonio (NH_4SO_4). Otra alternativa son aspersiones con quelato de hierro (Fe- EDTA). Después de la floración (2 a 4 semanas), se puede realizar una segunda aplicación y a las 3 semanas de la última, pulverizando con sulfato ferroso ($FeSO_4$). Este tratamiento se ha utilizado en guindos.

Se recomienda pulverizar con quelatos Fe- DTPA dosis de 1,2 kg/1000 lt. de agua después de 3 semanas de la floración, esta puede repetirse después de 4 semanas.

- **Boro (B)**

Deficiencia

Al existir deficiencia el fruto puede deformarse, las hojas presentan clorosis intervenal y los bordes se necrosan. Hojas con menos de 19 ppm de boro (B) (b.p.s) presentan síntomas de deficiencia.

Esta carencia se manifiesta por los siguientes síntomas:

- Se reduce el crecimiento de las ramillas.
- Los brotes no se desarrollan.
- Defoliación y muerte apical de los terminales ("die back"), una vez que se ha iniciado el crecimiento.
- Las hojas son más angostas y con márgenes irregulares.
- No se desarrollan las flores.

Síntomas de Toxicidad

La toxicidad produce:

- Muerte de las ramillas ("die back").
- Los internudos son de tamaño normal.
- Las hojas tienen tamaño y forma normal, pero se forman pequeñas zonas necróticas a lo largo de la nervadura central y ocasionalmente en el resto de la lámina.
- Se retarda el inicio de la floración y la brotación se ve afectada.

Esta toxicidad puede manifestarse cuando el agua de riego contiene 1 ppm de boro (B), esto no sucede en el país en las zonas donde las aguas son de buena calidad.

Este elemento mejora el sabor del fruto; el exceso de potasio (K) puede disminuir el nivel de boro (B) en las hojas.

Con menos de 4 ppm en el fruto hay deficiencia y cuando en el análisis foliar hay menos de 20 ppm (b.p.s).

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando con ácido bórico y/o octoborato de sodio, a inicios de la temporada (0,5 kg/1000 lt de agua). También se puede hacer pulverizando con bórax ($\text{Na}_2\text{H}_4\text{BO}_7(\text{H}_2\text{O})_{10}$), 1 kg/1000 lt de agua, o con algún fertilizante foliar en base a boro como Speedfol® B SP.



- **Cobre (Cu)**

No se ha detectado esta deficiencia en el país.

Partidura del Fruto (“Cracking”)

Esta no se produce por exceso de agua del suelo sino por el agua que se absorbe directamente de la piel, de allí lo perjudicial de las lluvias en época de madurez del fruto.

Este es un proceso osmótico y ocurre en el punto de contacto entra la piel y la gota de agua.

Además la intensidad de este deterioro depende del estado de madurez ya que hay más azúcares. De esto se concluye que los cerezos deben cosecharse apenas maduren.

Se ha tratado de relacionar, infructuosamente, la partidura con características morfológicas y estructurales del fruto.

Lo definitivo es la influencia que tienen las condiciones climáticas sobre la severidad con que se presenta este problema.

Este fenómeno puede ser minimizado con prácticas adecuadas, como cosechar apenas se produzca la madurez. Si llueve, hay que cosechar inmediatamente. Muy eficiente, a pesar del costo, es cubrir las hileras con plástico.

El desarrollo de variedades resistentes a este problema sería lo más efectivo en el largo plazo.

Childers (6) cita experiencias de diferentes autores que apuntan a reducir este daño. Como se verá, éstas no siempre son coincidentes:

- Vorner L. postula que esta se reduce con pulverizaciones de productos que contengan calcio.
- Ono, en Japón, señala que la partidura se reduce con pulverizaciones de caseinato de calcio (2,5% a 5%), hechas de 8 a 15 días antes de la cosecha.
- Power y Bollen sostienen que el sulfato de cobre (CuSO_4) es más efectivo que una sal de calcio, este producto aplicado al 0,1% ó 0,05%.
- Knoppien P. coincide en que pulverizaciones de sulfato de cobre (CuSO_4) al 0,01% hechas 15 días antes de cosecha, disminuyen la partidura del fruto.
- Bullock R.M. señala que la partidura puede reducirse significativamente con pulverizaciones con 1 ppm. de ácido naftalenacético (ANA), aplicada 30 días antes de la cosecha.

El uso de reguladores de crecimiento, como el ácido giberélico (AG), ayuda a reducir la partidura del fruto.

También Powers y Bollen relacionan la partidura con el boro (B). Aplicaciones de 30 kg de bórax por hectárea al suelo, en Oregón, disminuyen la partidura entre un 25% - 50%.

Se asume que el boro (B) es efectivo al producir el aumento de la elasticidad de la membrana celular. Aquí se establece que existe relación entre la deficiencia de boro y la partidura.

La pulverización con boro (B) debe hacerse tempranamente en la temporada. Esta carencia se corrige con pulverizaciones al follaje de un portador de boro (B).

Toxicidades

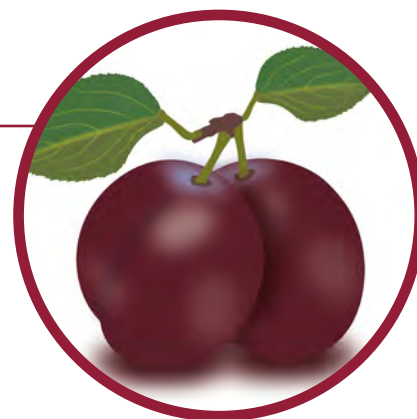
Sodio (Na) - Cloruro (Cl): en las zonas en donde hay plantaciones de cerezos no hay exceso de estos elementos ya que los suelos y/o el agua de riego no están contaminados.

Fuente: (5) (6) (29) (38) (39) y (40).



4.4. CIRUELO

(Prunus domestica L)



4.4.1. Tejido y época a muestrear

Hojas del tercio medio o central del dardo nuevo de la periferia, con o sin frutos. Se hace entre el 15 de enero y el 15 de febrero.

4.4.2. Niveles críticos

Los niveles críticos para ciruelo se aprecian en Cuadro 5.

Cuadro 5. Niveles críticos para ciruelo (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 2,0	2,3 - 2,8	> 3,3
Fósforo	P	%	< 0,1	0,10 - 0,30	> 0,6
Potasio	K	%	< 1,0	1,4 - 2,8	> 4,0
Calcio	Ca	%	< 0,8	1,3 - 2,8	> 3,5
Magnesio	Mg	%	< 0,20	0,25 - 0,6	> 1,5
Cinc	Zn	ppm	< 12	19 - 60	> 200
Manganeso	Mn	ppm	< 20	28 - 150	> 450
Hierro	Fe	ppm	< 50	50 - 300	> 500
Boro	B	ppm	< 20	30 - 80	> 100
Cobre	Cu	ppm	< 3	4 - 12	> 25
Cloruro	Cl	%			> 0,3
Sodio	Na	%			> 0,2

Fuente. Imagen de ciruelo extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.4.3. Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

La molécula de clorofila tiene 4 átomos de nitrógeno (N) y 1 de magnesio (Mg). Por tal razón, la carencia de alguno de estos elementos va a producir clorosis. Otros elementos, como el hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cinc (Zn), regulan la actividad enzimática, de ahí que su carencia también va a producir clorosis y limitará el desarrollo de las hojas.

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

Como la absorción del nitrógeno (N) es muy baja entre la caída de las hojas y floración, se recomienda aplicar un fertilizante nitrogenado antes de la caída de hojas (antes del mes de marzo), para que esté disponible durante la floración y los primeros estados de desarrollo de fruto.

De lo anterior se concluye que las aplicaciones de nitrógeno (N), hechas tanto en el período de receso vegetativo como a comienzo de primavera, son menos eficientes, particularmente cuando el contenido foliar de nitrógeno (N) de las muestras tomadas en verano (enero - febrero) es menor a 2,0%.

Un contenido alto de nitrógeno (N) afecta al color del fruto por exceso de desarrollo del mismo y esto promueve un exceso de follaje que produce sombreamiento, lo que también afecta al color.

Tempranamente en la temporada se puede presentar clorosis y disminuye su tamaño, el follaje aparece ralo y se detiene el crecimiento. También se puede producir quemadura de los bordes de la lámina parecida a la deficiencia de potasio (K).

Se produce senescencia prematura con caída del follaje. Un estrés hídrico produce síntomas parecidos.

Corrección de Deficiencia

Si se usa urea, se recomienda enterrarla mediante una labor y luego regar, ya que al aplicarla se descompone anhídrido carbónico y amonio, donde puede volatilizarse perdiéndose una fracción del nitrógeno (N). Esto no sucede si se utiliza algún nitrato, tal como nitrato de potasio (KNO_3) o nitrato de sodio (NaNO_3), este último aplicado en suelos ácidos y sometidos a alta precipitación.

Alternativamente se puede aplicar al fertirriego fuentes de nitrógeno (N) solubles, tales como fosfato monoamónico (MAP), nitrato de amonio, sulfato de amonio, nitrato de potasio (KNO_3), nitrato de calcio y nitrato de magnesio.



- **Fósforo (P)**

Deficiencia

Esta deficiencia es poco frecuente en Chile. Su disponibilidad depende tanto del contenido de fósforo (P) del suelo como del pH. La mayor disponibilidad de este elemento está en valores de pH neutro a ligeramente ácido (7,0 - 6,5). En suelos ácidos es "atrapado" (adsorbido) por los óxidos de hierro y fosfato de calcio, este último de muy baja solubilidad.

Corrección de Deficiencia

En suelos con riego tradicional la aplicación de fuentes fosforadas granuladas tales como superfosfato triple (SFT), fosfato diamónico (DAP) y fosfato monoamónico granulado (MAP) son alternativas de corrección.

En fertirriego, se aplican fuentes de fósforo (P) solubles tales como el ácido fosfórico (H_2PO_4), fosfato monoamónico (MAP) y fosfato monopotásico (MKP).

- **Potasio (K)**

Deficiencia

La deficiencia de potasio (K) es difícil de reconocer visualmente, porque los iones de K^+ y NH_4^+ se comportan de igual manera. De ahí que en los suelos arcillosos y según sea el tipo de arcilla dominante el potasio (K) puede fijarse en el suelo. Por esa razón, se recomienda incorporarlo mediante una labor para colocarlo más cerca del sistema radicular. Su carencia afecta al tamaño del fruto, la calidad del mismo y su rendimiento. Esta especie es muy hábil para absorber el potasio (K) de la solución suelo.

Las hojas deficientes muestran síntomas tempranamente y estas se acentúan hacia el verano.

Las hojas se ponen cloróticas parecida a la carencia de nitrógeno (N). Esta puede acentuarse con producciones muy abundantes.

Los frutos pueden quedar expuestos y sufrir quemaduras por golpe de sol ("sun burn").

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo productos granulados tales como nitrato de potasio (KNO_3), cloruro de potasio (KCl) y sulfato de potasio (K_2SO_4).

Alternativamente se puede usar nitrato de potasio (KNO_3) y sulfato de potasio (K_2SO_4) incorporándolo al sistema de riego tecnificado.

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Esta deficiencia no es común en el país.

Por lo general, el calcio (Ca) al igual que el magnesio (Mg) son abundantes en la solución suelo ya que ocupan un alto porcentaje de la Capacidad de Intercambio de Cationes (C.I.C.). Sin embargo cuando el suelo es de pH ácido, el calcio (Ca) y magnesio (Mg) son reemplazados por H^+ .

Corrección de Deficiencia

Esto se soluciona aplicando carbonato de calcio ($CaCO_3$) o cal dolomita al suelo, los que actúan como neutralizantes en un suelo ácido.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

Está asociada a suelos de bajo pH, o árboles jóvenes y vigorosos. Los síntomas aparecen a mediados de temporada; las hojas basales se hacen cloróticas en la parte apical y en los márgenes; estas luego se hacen senescentes y caen.

La clorosis puede confundirse con la de nitrógeno (N). Los frutos de las ramas afectadas pueden caer.

Corrección de Deficiencia

Aplicando al suelo sulfato de magnesio ($MgSO_4$) Sal de Epsom y/o pulverizando con nitrato de magnesio ($MgNO_3$) al 0,3% (3 kg/1000 lt. de agua), o algún producto comercial portador de este elemento.

Alternativamente incorporando vía fertirriego sulfato de magnesio soluble ($MgSO_4$) y/o nitrato de magnesio [$Mg(NO_3)_2$].

- **Azufre (S)**

En la solución suelo se encuentra como ion sulfato (SO_4^{2-}), presentando una tendencia a ser adsorbido por las arcillas.

Deficiencia

La deficiencia de este elemento no es de común ocurrencia en el país, ya que se emplean fertilizantes que contiene azufre (S), como el superfosfato o sulfato de potasio, sulfato de magnesio. Además, el agua de lluvia y el agua de riego aportan azufre (S), así como también lo hacen las emisiones industriales de los combustibles.



- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Esta es de común ocurrencia en el país y se manifiesta por una ligera clorosis a inicio de temporada y cuando avanza, las hojas son delgadas, cloróticas y pueden resetearse.

Esta carencia afecta al calibre del fruto y por tanto a la calidad del producto.

Corrección de Deficiencia

Pulverizando a caída de hojas con sulfato de cinc ($ZnSO_4$) en dosis al 0,3% (300 gr/100 lt. de agua), (sin neutralizar); alternativamente se corrige pulverizando en primavera, con suficiente follaje tierno, con algún otro producto comercial portador de este elemento. La incorporación de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al riego por goteo ha dado buenos resultados cuando el pH del suelo es mayor de 7,0.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

Los síntomas se manifiestan tempranamente en las hojas a mediados del verano como una clorosis tal como en el caso del hierro (Fe) y nitrógeno (N). Esta carencia es común en suelos de pH alto. En general una leve carencia no afecta el tamaño de las hojas y del fruto, sin embargo si esta es severa estos se ven afectados, limitando el rendimiento.

Corrección de Deficiencia

Incorporando ácido sulfúrico (H_2SO_4) y/o ácido fosfórico (H_3PO_4) al sistema de riego tecnificado. Alternativamente se puede pulverizar, en postcosecha con sulfato de manganeso ($MnSO_4$), 300 gr/100 lt de agua (sin neutralizar).

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

El síntoma más evidente es el amarillamiento de las hojas y luego hay necrosis de los márgenes. Altos contenidos cobre (Cu) - manganeso (Mn) - cinc (Zn) - nitrógeno (N) o fósforo (P) pueden inducir a esta carencia. Se deben evitar aplicaciones excesivas de estos elementos, en particular nitrógeno (N) y fósforo (P).

Corrección de Deficiencia

Usando quelatos (EDTA- Fe; DTPA- Fe en suelos con pH menor a 5.8 y 6.2 respectivamente y EDDHA- Fe u otros) en suelos con pH sobre 7,5; acidificado con ácido sulfúrico (H_2SO_4) y/o ácido fosfórico (H_3PO_4) incorporados al sistema de riego tecnificado.

- **Boro (B)**

Existe en el suelo como ion borato (H_2BO_3^-) esto especialmente en los suelos del Valle del Río Copiapó.

Deficiencia

Esta deficiencia no es de común ocurrencia en Chile. Las hojas terminales de las ramillas se queman y luego se exfolian. En este caso se produce "die back" incidiendo en el rendimiento.

Esta no es de común ocurrencia en esta especie. Las hojas terminales de los brotes presentan quemaduras y caen; las ramillas mueren ("die back"). La floración se hace escasa y se reduce notoriamente el rendimiento.

En esta especie el fruto puede presentar manchas de color pardo, esto afecta al color del fruto y hay caída prematura de este.

Existe poca diferencia entre carencia y toxicidad, esto último no ocurre en el país pues los huertos de esta especie no están plantados en áreas contaminadas.

Corrección de Deficiencia

Esta deficiencia se corrige aplicando ácido bórico al suelo. También las aplicaciones al suelo de octoborato de sodio han dado resultados por 3 - 4 años, a razón de 50 kg/ha/año.

Alternativamente pulverizando con Solubor (1 kg /1000 lt. de agua) en primavera; también puede usarse Speedfol® B SP.

- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

Los síntomas son parecidos a la carencia de boro (B), pero en este caso puede aparecer gomosis siendo el análisis foliar la forma de identificar su existencia.

Corrección de Deficiencia

Pulverizando a caída de hojas con sulfato de cobre (CuSO_4), 300 gr/100 lt. de agua o aplicando un producto comercial portador de este elemento.



- **Cloruro (Cl)**

La planta tiene muy bajo requerimiento de este elemento, que se presenta en el suelo como ion cloruro (Cl⁻). La lluvia aporta cloro, al igual que el agua de riego.

Toxicidad de Sodio y Cloruros

Este es un factor común para cualquier frutal, dependiendo de la concentración salina del suelo y/o del agua de riego, su composición y la tolerancia a ésta.

Toxicidad por Salinidad

Además del aumento de la presión osmótica en la célula, influyen los efectos tóxicos de los iones sodio (Na) y cloro (Cl). En estas condiciones se retarda el desarrollo.

Se debe evitar plantar en terrenos con salinidad y/o usar agua de riego de mala calidad. El daño depende de la concentración salina del suelo. En el país no existen mayormente plantaciones hechas en suelos con este problema.

Fuente: (5) (6) (11) (27) (28) (29) (35) (36)(38) (39) (45) y (47).



4.5. CÍTRICOS

Limonero (*Citrus limona* L) - Pomelo (*Citrus grandis* L) -
Mandarino (*Citrus inshiu* Marc) - Naranja (*Citrus sinensis* L).



4.5.1. Tejido y época a muestrear

Hoja madura del brote de primavera, (4 - 7 meses) sin fruto. Equivale a la quinta -séptima hoja contada desde el ápice. El muestreo se hace en el período febrero- marzo.

4.5.2. Niveles críticos

Existe mucha similitud entre los síntomas foliares de las deficiencias entre estas especies. Además, es común que haya más de un elemento en carencia, por lo que el desarrollo anómalo solo se detecta a través del análisis foliar (Cuadro 6).

Cuadro 6. Niveles críticos para cítricos (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 2,2	2,4 - 2,6	> 3,0
Nitrógeno (limón)	N	%	< 1,9	2,1 - 2,4	> 2,6
Fósforo	P	%	< 0,1	0,12 - 0,16	> 0,25
Potasio	K	%	< 0,40	0,7 - 1,4	> 1,8
Calcio	Ca	%	< 1,6	3,0 - 5,5	> 6,0
Magnesio	Mg	%	< 0,16	0,25 - 0,7	> 1,0
Azufre	S	%	< 0,14	0,2 - 0,3	> 0,6
Cinc	Zn	ppm	< 16	25 - 100	> 300
Manganeso	Mn	ppm	< 16	25 - 200	> 500
Hierro	Fe	ppm	< 35	60 - 120	> 200
Boro	B	ppm	< 21	30 - 100	> 250
Cobre	Cu	ppm	< 4,0	5 - 16	> 22
Molibdeno	Mo	ppm	< 0,05	0,10 - 1,0	> 5,0
Cloruro	Cl	%		0,3 - 0,7	> 0,7
Sodio	Na	%		0,17 - 0,25	> 0,25

Fuente. Imagen de cítricos extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.5.3. Síntomas de deficiencia de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

El exceso de nitrógeno (N) en los naranjos tiene efectos negativos graves, debido que retrasa la madurez y reduce la calidad de la fruta. La curva de respuesta al rendimiento de Mitscherlich es aplicable a los cítricos, con relación a la dosis de nitrógeno (N).

Deficiencia

El nitrógeno (N) tiene una gran influencia sobre el desarrollo y el rendimiento; ya que es más importante que otros nutrientes. Su carencia produce una clorosis generalizada y el crecimiento se ve afectado, especialmente en las plantaciones nuevas.

Este elemento es particularmente necesario para la floración.

El mayor gasto de nitrógeno (N) está en los frutos, flores y hojas, aun cuando el potasio (K) y calcio (Ca) se encuentran en contenidos equivalentes. Se ha observado que plantas con contenidos altos o de "lujo", presentan una mayor resistencia a las heladas, en comparación con aquellas que contienen porcentajes bajos de nitrógeno (N).

A diferencia de otras especies frutales, estas especies pueden fertilizarse con nitrógeno (N) en cualquier época del año. Las raíces lo absorben rápidamente. Como las hojas representan una importante reserva de este elemento, las plantaciones nuevas pueden tener una cantidad suficiente por algunos meses, aun cuando el nitrógeno (N) del suelo sea escaso.

Excesos de Nitrógeno (N)

Altas dosis de nitrógeno (N) pueden producir uno o algunos de los siguientes efectos perjudiciales para la calidad de fruto:

- Disminuye el tamaño.
- Aumenta el reverdeo en naranjo.
- El color de la pulpa y piel se acentúa en naranjo.
- La cáscara engruesa.
- El porcentaje de jugo disminuye.
- En la mayoría de los casos, el porcentaje de los sólidos solubles en el jugo aumenta.
- La acidez aumenta.
- La relación sólido - ácido disminuye, lo que indicaría que el nitrógeno (N) aumenta acidez.
- Disminuye el contenido de vitamina C.

Hay relaciones que permiten evaluar los efectos que tienen los distintos niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) sobre la calidad de los frutos de naranjos y limoneros.



El exceso de nitrógeno (N) puede ser tóxico si el fertilizante contiene biuret y/o perclorato. Los nitratos, los aniones y amonio también pueden ser tóxicos.

Corrección de Deficiencia

Se corrige la carencia aplicando un portador de nitrógeno (N). Los cítricos se pueden fertilizar con nitrógeno (N) en cualquier época del año, siempre que la dosis/año sea aplicada en la misma época -año a año- y asegurándose que exista suficiente disponibilidad en la floración.

Se han usado, exitosamente, variadas formas de portadores de nitrógeno (N) como: urea, sulfato de amonio y nitrato.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

El fósforo (P) está ligado a componentes esenciales como las enzimas y otros que participan en el funcionamiento normal de las células.

La deficiencia de este elemento es poco común en los cítricos y no incide en el tamaño del fruto. Esta carencia tiene efecto sobre los siguientes factores:

Afecta al color de la cáscara igual que el nitrógeno (N):

- Disminuye el grosor de la cáscara.
- Aumenta el contenido de jugo.
- El porcentaje de sólidos solubles se reduce, pero se compensa con el aumento del volumen.
- Se reduce la acidez.
- La relación sólidos solubles /ácido, generalmente se mantiene.
- El contenido de vitamina C disminuye.
- El exceso de nitrógeno (N) tiene un efecto detrimento sobre el contenido de fósforo (P) las hojas son pequeñas, de color verde azulado, carente de lustre y se restringe la formación de brotes.
- Defoliación prematura.
- Muerte parcial de ramas.

El exceso de fósforo (P) puede inducir una carencia de cinc (Zn).

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo en forma granulada un portador de fósforo (P). No se observa que se produzca toxicidad al aumentar su contenido foliar. Alternativamente se puede incorporar ácido fosfórico (H_3PO_4) al sistema de riego tecnificado.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

A pesar de encontrarse en grandes cantidades en las plantas, el potasio (K) no forma parte de compuestos bioquímicos definidos y sus funciones no están del todo esclarecidas. Es el catión por excelencia y por ello neutraliza los radicales ácidos que continuamente produce el metabolismo de las plantas.

El potasio es un catión que está involucrado en crear un **potencial osmótico** interno que permite la entrada de agua a la vacuola y el crecimiento de la célula. Para ello se requiere de una pared con gran capacidad de extenderse y acumular solutos. El potasio (K) mantiene un balance hídrico interno ya que está relacionado con la regulación en la abertura y cierre de los estomas.

Se presume que el potasio (K) participa en procesos metabólicos tal como la división celular de tejidos nuevos. Un claro síntoma de deficiencia se manifiesta en las hojas terminales, que adquieren una forma "atirabuzonada". Una deficiencia severa produce una disminución del desarrollo, clorosis intervenal y muerte de ramillas ("die back"). La deficiencia de potasio (K) esta frecuentemente asociada a la carencia de hierro (Fe).

Los principales síntomas de deficiencia se manifiestan por una disminución del tamaño del fruto y su caída prematura. Un bajo contenido de potasio (K) afecta al rendimiento del pomelo. El adecuado contenido de potasio (K) mejora considerablemente la conservación del fruto en postcosecha.

Debido, a que el rango entre un contenido bajo y adecuado es muy amplio, no se ve afectado el normal crecimiento vegetativo.

Los diferentes patrones tienen distinta habilidad para absorber el potasio (K), así tenemos que injertos de naranjo Valencia con patrones de pomelo, naranjo dulce y naranjo amargo tienden a elevar, por orden decreciente, el contenido de potasio en las hojas respecto al limón rugoso, mandarino Cleopatra y citrange Rusk, que es el que dio el nivel más bajo de potasio (Reuther y Smith, 1950). Una absorción diferenciada de la misma especie Naranjo sobre diferentes patrones se puede observar en Cuadro 7.

Cuadro 7. Efecto del patrón en la composición potásica en dos variedades distintas según Chapman y Brown citado en (5).

% K de materia seca		
Patrón	Valencias	Washington Navel
Naranjo dulce	0,49	0,9
Naranjo agrio	0,42	0,8
Toronto	0,53	1,04
Tangelo Sampson	0,64	1,09
Limón rugoso	0,44	0,64



Al aumentar los niveles de potasio (K), se producen los siguientes efectos:

- El tamaño del fruto y el rendimiento es mayor.
- Se acentúa el "verdeo", al igual que con el nitrógeno (N) y fósforo (P).
- El grosor de la cáscara aumenta.
- Decrece el contenido del jugo
- No se ven afectados los sólidos solubles.
- Aumenta la acidez del jugo.
- Se reduce la relación sólidos solubles/ácidos.
- Aumenta el contenido de la vitamina C.

Es importante tener en cuenta que el potasio (K) presenta antagonismo con el calcio (Ca), por lo que es imposible que coexistan simultáneamente niveles altos de ambos elementos. En suelos con alto contenido de calcio (Ca), es prácticamente imposible subir el porcentaje de potasio (K) en las hojas. Se considera muy menor el antagonismo potasio (K) - magnesio (Mg). El exceso de potasio (K) agrava la deficiencia de cinc (Zn).

Cuando la fruta es muy grande y/o el jugo es muy ácido, conviene mantener el nivel de potasio (K) en un mínimo (1,1% - 1,2%). Cuando el fruto es muy chico y la acidez es baja, se recomienda subir el nivel de potasio (K) más allá del óptimo (1,7%).

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando un portador de este elemento. Se prefiere usar el sulfato de potasio (K_2SO_4) o nitrato de potasio (KNO_3) en lugar de cloruro de potasio (KCl) debido a la susceptibilidad al exceso de cloruro. Para el riego tecnificado se recomiendan incorporar los mismos productos en su formulación soluble.

• Calcio (Ca)

El pectato de calcio (Ca) es una sustancia cementante que actúa para unir las células. El calcio (Ca) neutraliza o precipita ciertos ácidos orgánicos producto de las actividades metabólicas de la planta. Por ejemplo, precipita al ácido oxálico; actúa como antídoto de las toxicidades de otras bases como el sodio (Na), potasio (K) y magnesio (Mg); es importante para el desarrollo y funcionamiento del sistema radicular, que se daña cuando hay deficiencia.

El calcio (Ca) es el elemento de mayor contenido en los cítricos. Presenta una muy baja movilidad, por lo que su contenido es casi invariable durante la vida de la hoja. Existe una competencia o antagonismo entre el calcio (Ca) y el nitrógeno (N), siendo muy menor con el potasio (K).

Deficiencia

La deficiencia es de rara ocurrencia en Chile, ya que se presenta en suelos de pH ácido y con un exceso de potasio (K), situación que es altamente improbable en las zonas y suelos donde se cultivan los cítricos.

Corrección de Deficiencia

Aplicando al suelo yeso agrícola o sulfato de calcio di - hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Con el objetivo de incrementar la presencia de este elemento en el complejo de intercambio catiónico del suelo. Como programa de fertilización se puede incluir nitrato de calcio granulado o soluble dependiendo del sistema de riego.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

El magnesio (Mg) activa más de 12 enzimas, las que están relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos. Este elemento es un componente de la clorofila y -por lo tanto- su carencia produce clorosis.

En los cítricos, los síntomas de deficiencia aparecen en hojas maduras, produciéndose el "bronceado", defoliación, susceptibilidad a las heladas, pobre desarrollo radicular y "die back" en las ramillas. Además, baja el rendimiento, induce a producciones "alternadas" y baja calidad de la fruta. Los síntomas se manifiestan con mayor frecuencia a fines de verano y en otoño. Se producen manchas amarillentas necróticas en la zona intervenal; en la nervadura central se mantiene el color verde por más tiempo, lo que la distingue de la carencia de nitrógeno (N). Los árboles con esta deficiencia son más susceptibles al daño por heladas.

Por razones no aclaradas, el magnesio (Mg) tiene un efecto sinérgico sobre el cinc (Zn) y manganeso (Mn), mejorando el contenido de estos elementos en las hojas.

La relación Ca/Mg es adecuada cuando es del orden de 7/1. Si esta es de 10 o más, existe deficiencia.

Corrección de Deficiencia

Su deficiencia se corrige con sulfato de magnesio o Sal de Epsom (MgSO_4), aplicado al suelo pre plantación o en cobertera. Se estima que la pulverización con esta sal no da buenos resultados, alternativamente, se puede aplicar nitrato de magnesio (MgNO_3), vía pulverización al 1% - 1,5%. Alternativamente se puede incluir en riego tecnificado cualquiera de estos productos en su formulación soluble.



- **Azufre (S)**

Deficiencia

El azufre es un componente de varios aminoácidos, proteínas y vitaminas. Las hojas nuevas deficientes contienen menos de 0,1% (b.p.s) y la toxicidad se produce con contenidos de alrededor al 1% (b.p.s). Las hojas pueden presentar una ligera clorosis y el contenido de vitamina C es bajo.

Corrección de Deficiencia

Su deficiencia se corrige con sulfato de magnesio o Sal de Epsom ($MgSO_4$), sulfato de potasio (K_2SO_4) y/o la incorporación de ácido sulfúrico al sistema de riego tecnificado.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Esta deficiencia es una de las más corrientes en cítricos. El cinc (Zn), entre otras funciones, es un precursor de hormonas de crecimiento como auxinas al estar involucrado en la formación del aminoácido triptófano. Además activa las enzimas en la formación de proteínas y fomenta un adecuado desarrollo radicular. Es importante para el crecimiento de las ramillas y las hojas, así como para la formación del fruto.

Su carencia se manifiesta por clorosis, particularmente en las hojas nuevas de los brotes terminales; formación de "Little leaf" (hojas de tamaño pequeño y aguzado) o muerte en los brotes ("die back"). Se producen moteados de las hojas (foliocolosis). En la zona intervenal la clorofila desaparece. El naranjo es el cítrico más susceptible a este tipo de clorosis. Los frutos son de menor tamaño y de color pálido. Cabe señalar que cuando la carencia es severa hay muerte de ramillas al interior de la planta.

El cobre (Cu) y el cinc (Zn) son antagónicos, por lo que se debe distanciar la aplicación de ambos. Al igual que con otros elementos menores, el exceso es más peligroso que la deficiencia.

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando durante la brotación de otoño y primavera ("flush"), ya que las hojas tiernas son más absorbentes. También se puede pulverizar con sulfato de cinc ($ZnSO_4$) al 0,3% (300 gr/100 lt de agua), neutralizando con 30 cc/100 lt de solución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH). Alternativamente, se puede pulverizar con productos comerciales altamente concentrados en este elemento. Las aplicaciones de cinc (Zn) como sulfatos de cinc al suelo que tiene pH alto no son eficientes por ser pH dependientes la disponibilidad de este elemento, por esta razón al acidificar el suelo, este elemento se hace disponible. El ácido sulfúrico (H_2SO_4) incorporado al sistema de riego tecnificado ha dado buenos resultados.

La aplicación de cinc (Zn) se recomienda pos - floración, cuando aparecen los síntomas.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

Este elemento actúa en la planta como un agente reductor de Fe^{3+} a Fe^{2+} . Ayuda a la síntesis de la clorofila y asimilación de nitratos. El manganeso (Mn) es esencial para la asimilación del CO_2 en la fotosíntesis. Actúa en la formación de la riboflavina, el ácido ascórbico y el caroteno.

La deficiencia produce una decoloración (amarillez), muy típica en la zona intervenal.

Hay ciertas condiciones del suelo que pueden ser responsables de esta deficiencia, siendo las más comunes:

- Alcalinidad del suelo con pH sobre 7,5 o en suelos orgánicos y arenosos.
- Bajas temperaturas del suelo.
- Baja disponibilidad de fósforo (P).
- Alto contenido de potasio (K).

La solubilidad del manganeso (Mn) es pH dependiente y por tanto decrece al aumentar el pH, aun cuando el manganeso (Mn) en el suelo sea suficiente. Un exceso es tóxico, lo que pudiera ser inducido por problemas de drenaje o riegos excesivos, situación que limita la aereación.

Corrección de Deficiencia

Las aplicaciones foliares son muy efectivas para corregir esta deficiencia. Para esto se puede usar sulfato de manganeso ($MnSO_4$) al 0,35% (350 gr/100 lt de agua), neutralizando con 30 cc/100 lt de solución concentrada de soda cáustica (NaOH, que se preparó con 1 kg NaOH en 1 lt de agua). Si el pH del suelo está bajo 6,0 la aplicación al suelo ha demostrado ser eficiente (Florida, USA). Alternativamente, se puede acidificar el suelo con ácido sulfúrico (H_2SO_4) incorporado al sistema de riego tecnificado.

Cuando la carencia es tanto de cinc (Zn) como de manganeso (Mn), se puede usar sulfato de cinc ($ZnSO_4$) al 0,4% y sulfato de manganeso ($MnSO_4$) al 0,3% en mezcla, neutralizado con una solución concentrada de soda cáustica (NaOH) de 30 cc/100 lt de agua.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Aun cuando no es un constituyente de la clorofila, este elemento está relacionado con su formación, así tenemos que el contenido de clorofila de los tejidos se relaciona con el hierro (Fe) soluble. Actúa sobre las enzimas que afectan la respiración y ayuda a la transferencia de energía. Además, participa en la formación de algunas proteínas.



Su carencia produce clorosis, manteniéndose verdes la nervadura y cuando esta carencia es severa, el desarrollo de la planta se ve afectado. Asimismo, se produce la muerte de ramas y ramillas (“die back”).

Algunas condiciones del suelo que favorecen esta deficiencia son:

- pH alto (con alto contenido de carbonatos, alto contenido de magnesio (Mg) y/o exceso de fósforo (P)).
- Se puede presentar junto con la deficiencia de calcio (Ca) y potasio (K).
- Alto contenido de nitratos (NO_3) y bicarbonatos (>4 meq/l) en el agua.
- Exceso de agua riego y /o drenaje restringido, lo que incide en una mala aereación.
- Puede ser inducida por poda radicular y/o ataque de nematodos.

Corrección de Deficiencia

Esta carencia se corrige acidificando el suelo con azufre (S), ácido sulfúrico (H_2SO_4) o sulfato de amonio (NH_4SO_4), este además como fuente de nitrógeno (N) y acidificante. Pulverizaciones con aminoácidos que contengan este elemento han sido exitosas.

Aplicaciones de Quelatos de Hierro (Fe- EDTA; Fe- DTPA y Fe- EDDHA) y/o ácido sulfúrico (H_2SO_4) al sistema de riego tecnificado son eficientes medidas de control.

- **Boro (B)**

Deficiencia

El boro (B), tal como otros elementos menores, cumple una función catalítica o enzimática, síntesis de la pared celular (formación de la pectina y lignina de las paredes celulares).

Este elemento es esencial para mantener un equilibrio entre los azúcares y el almidón y actúa en la translocación del azúcar y los carbohidratos. Es importante en la polinización y producción de semillas, además de la división celular, el metabolismo del nitrógeno (N) y en la formación de proteínas y síntesis de ácidos ribonucleicos (RNA). Durante floración, incrementa la germinación del polen y posterior desarrollo del tubo polínico, incremento en el cuajado de frutos y metabolismo de los fenoles y ascorbatos. Además es requerido en puntos de alta actividad metabólica, como los ápices de brotes y de raíces, para los procesos de división, elongación celular y diferenciación meristemática según Palma, citado en SQM S.A. (45).

Dentro de los síntomas de deficiencia están:

- El tronco presenta una "gomosis" y una parte de las ramas muere.
- Los frutos son pequeños, deformes y con una epicarpio de color pardo y mucilaginoso.
- Las formaciones mucilaginosas pueden producirse en cualquier parte del fruto.

La deficiencia del boro (B) se encuentra tanto en suelos ácidos como alcalinos; acentuándose en períodos de sequía. Por esta razón, su aplicación debe estar respaldada analíticamente. Su carencia se manifiesta principalmente en las hojas, que se enrollan hacia arriba en las ramas nuevas. La deficiencia afecta a las ramillas, hojas y frutos; pudiendo manifestarse por engrosamiento de la hoja y amarillamiento entre la nervadura.

En las ramillas se limita su elongación y puede aparecer gomosis en esta y en los frutos (cáscara). En la solución suelo existe un escaso margen entre una condición de deficiencia, normalidad y toxicidad según Palma, citado en SQM S.A. (45)

El exceso puede producir la muerte de la planta. Los patrones que se usan varían en cuanto a la susceptibilidad para la ocurrencia de esta carencia.

Corrección de Deficiencia

Se corrige con una aspersión o bien con aplicaciones al suelo. También pulverizando con octoborato de sodio (NaHBO_3), con 44% de B_2O_3 a razón de 1 kg/1000 lt de agua, en primavera. Como alternativa se puede aplicar 20 - 25 gr de bórax por planta en la taza, o con cualquier fertilizantes foliar a base de boro como Speedfol® B SP. Las pulverizaciones con Solubor son también recomendables (1 kg/1000 lt. de agua) con los brotes tiernos de otoño y primavera.

• **Cobre (Cu)**

Deficiencia

El cobre (Cu) actúa como coenzima en diversos sistemas enzimáticos que están ligados a la conversión de aminoácidos a proteínas. Este elemento influye en la formación de clorofila. Al igual que el cinc (Zn), actúa como catalizador y regulador en las reacciones de óxido - reducción.

La deficiencia produce clorosis y muerte de las ramillas ("die back"). Esta carencia no se ha detectado en Chile, ya que los cítricos se pulverizan con productos cúpricos para el control y/o prevención de la pudrición parda (*P. citrophthora*).

Esta deficiencia es de común ocurrencia en suelos orgánicos, situación que no se presenta en el país. En los frutos se producen hendiduras de color pardo oscuro y las hojas tienen un color verde intenso, lo que da una impresión de exceso de nitrógeno (N). Las ramillas se encorvan en forma de "S" y las hojas pueden presentar pústulas de color pardo rojizo.



Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando con sulfato de cobre (CuSO_4) al 0,05%, en otoño, o pulverizando con caldo Bordelés u otro producto cúprico. Estos tratamientos hay que aplicarlos antes del período de lluvia.

Información Hormonal Complementaria – El Uso Del 2,4 - D para Mejorar Tamaño de Frutos y Minimizar la Caída

El 2,4 - D aplicado en naranjos mejora el tamaño del fruto. La dosis que se aplica dependerá del diámetro del fruto de acuerdo a la especie (Cuadro 8).

Cuadro 8. Dosis de 2,4 - D en cítricos (ppm).

NARANJO		POMELO	
Diámetro (cm)	Dosis 2,4-D	Diámetro	Dosis 2,4-D
0,4 - 0,6	12	0,6 - 0,9	12
0,6 - 1,25	16	0,9 - 1,5	16
1,25 - 1,5	20	1,5 - 1,8	20
1,5 - 1,9	24	1,8 - 2,5	24

- Este tratamiento es más eficiente si se combina con aceite.
- Si la corteza del fruto es rugosa, no debe aplicarse el 2,4 - D.
- Para que este tratamiento sea efectivo, el suelo debe tener un contenido de humedad adecuado. Si no es así, la aplicación no es eficiente.
- No se reduce el porcentaje de partidura.
- Se reduce la muerte de ramillas ("die back") y el fruto es más turgente.
- Las aplicaciones de pesticidas y aceite pueden producir caídas de hojas y frutos, lo que se minimiza incorporando 4 ppm de 2,4 - D. Por ser un herbicida, su manejo (dosificación) debe realizarse con cuidado. Cuando se aplica este producto, se puede producir un daño severo a vides, olivos y tomates; por lo tanto, no se debe aplicar cuando en la vecindad existan estos cultivos. Además, como precaución adicional, se debe lavar el equipo una vez usado.
- Las aplicaciones de 2,4 - D producen un cierto grado de rugosidad de la cáscara, en los años de poca carga.
- Para minimizar la caída de fruta de pomelos, se utiliza la misma dosis y en la misma época que para los naranjos.
- Una pulverización en enero o en febrero, con una dosis de 16 ppm, reducirá la caída de la fruta durante el verano y el inicio del otoño.

Para evitar la caída de frutos, en invierno, se recomienda una pulverización de 16 ppm de 2,4 - D. Para el caso de los limoneros, una pulverización en otoño de 4 ppm de 2,4 - D, mezclado con el aceite, disminuye la caída de fruta en la primavera. Además, se retrasa la coloración amarilla del fruto, lo que puede ser interesante desde el punto de vista económico.

Una aplicación en 8 a 12 ppm en mayo o abril, tendrá el mismo efecto sobre la fruta que la de 4 ppm mezclada con aceite.

Complementariamente a las carencias descritas ya se hizo mención que los portainjertos presentan diferentes características tales como:

- Los patrones Citrange y Trifoliata son resistentes a la phytophthora.
- Los patrones Carrizo y Trifoliata son más susceptibles a la deficiencia de magnesio (Mg), especialmente en suelos alcalinos.
- Mandarina Cleopatra, tiene mayor tolerancia a cloruros que otros portainjertos (25 meq/l), en el extracto de saturación del suelo. En cambio los Citranges tienen la menor tolerancia (10 meq/l).
- Citrus Macrophylla es selectivo para boro (B).

Toxicidades

Los cítricos son sensibles a los cloruros (Cl) y/o sodio (Na); estos componentes están preferentemente, tanto en el suelo como en el agua de riego, esto particularmente en zonas áridas.

Fuente: (6) (8) (12) (13) (14) (15) (16) (18) (26) (28) (34) (38) (39) (45) y (51).



4.6. DAMASCO

(Prunus armeniaca L)



4.6.1. Tejido y época a muestrear

Hojas del tercio medio central del dardo nuevo de la periferia, con o sin frutos. Se hace entre el 15 de enero y el 15 de febrero.

4.6.2. Niveles críticos

Los niveles críticos para damasco se aprecian en Cuadro 9.

Cuadro 9. Niveles críticos para damasco (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno (Consumo Fresco)	N	%	< 1,8	2,0 - 2,5	> 3,5
Nitrógeno (Conservero)	N	%	< 2,0	2,5 - 3,0	
Fósforo	P	%	< 0,10	0,14 - 0,25	> 0,5
Potasio	K	%	< 1,0	2,0 - 2,2	> 4,0
Calcio	Ca	%	< 0,8	1,6 - 3,0	> 4,0
Magnesio	Mg	%	< 0,25	0,29 - 0,80	> 1,5
Hierro	Fe	ppm	< 5,0	70 - 350	> 500
Boro	B	ppm	< 1,8	20 - 70	> 90
Cobre	Cu	ppm	< 3	4 - 19	> 25
Manganeso	Mn	ppm	< 20	25 - 180	> 450
Cinc	Zn	ppm	< 12	16 - 70	> 150
Sodio	Na	%			> 0,3
Cloruro	Cl	%			> 0,5

Fuente. Imagen de damasco extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.6.3. Quemadura en hojas de damasco

Las intensidades de quemaduras detectadas en hojas de damascos según Childers (6) con sus valores respectivos se aprecian en Cuadro 10.

Cuadro 10. Quemaduras en hojas de damasco (base peso seco).

Nº Estado	Observaciones	Cl (%)	Na (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
1	Con quemadura	0,11	0,16	1,96	2,33	0,51	0,24
	Normal	0,04	0,01	2,60	2,49	0,65	0,19
2	Inicio de Quemadura	0,10	0,12	2,33	2,32	0,61	2,22
	Normal	0,07	0,03	1,84	2,86	0,69	1,66
3	Daño Insuficiente	0,10	0,30	3,30	2,38	0,43	0,22
	Normal	0,06	0,02	4,32	2,88	0,63	0,17
4	Daño Severo	0,17	0,52	2,44	2,68	0,50	0,23
	Normal	0,06	0,02	3,56	2,28	0,52	0,18

4.6.4. Síntomas de deficiencia

Los síntomas de las diferentes deficiencias son semejantes a los de nectarinos y durazneros y por tanto las correcciones para sus carencias son las mismas.

Fuente: (5) (6) (23) (27) (36) (37) (38) y (39).



4.7. DURAZNEROS Y NECTARINES

(Prunus pérsica L)



4.7.1. Tejido y época a muestrear

Hojas de tercio medio del brote de la ramilla del año. Se muestrea entre enero y febrero (pleno verano).

4.7.2. Niveles críticos de durazneros y nectarines

Los niveles críticos de durazneros y nectarines se aprecian en Cuadro 11.

Cuadro 11. Niveles críticos para durazneros y nectarines (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno (Consumo Fresco)	N	%	< 2,3	2,4 - 3,3	> 4,3
Nitrógeno (Conservero) (1)	N	%	< 2,4	2,6 - 3,5	
Fósforo	P	%	< 0,08	0,10 - 0,30	> 0,5
Potasio	K	%	< 1,0	1,2 - 3,0	> 4,0
Calcio	Ca	%	< 0,8	1,1 - 2,8	> 3,5
Magnesio	Mg	%	< 0,20	0,25 - 0,80	> 1,4
Cinc	Zn	ppm	< 20	20 - 60	> 150
Manganeso	Mn	ppm	< 20	20 - 200	> 400
Hierro	Fe	ppm	< 60	60 - 300	> 500
Boro	B	ppm	< 20	20 - 70	> 100
Cobre	Cu	ppm	< 4	4 - 18	> 40
Cloruro	Cl	%			> 0,3
Sodio	Na	%			> 0,2

Nota: (1) Durazno conservero

Fuente. Imagen de durazno y nectarines extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.7.3. Síntomas de deficiencias de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

Se detiene el crecimiento y las hojas tienen un color verde pálido. A medida que avanza la temporada toman un color rojizo; lo mismo ocurre con las ramillas, además de manchas de color pardo en algunas láminas. Las hojas se tuercen y encorvan. Hay exfoliación prematura. En cambio un exceso de nitrógeno (N) retarda la madurez. El nitrógeno (N) debe estar disponible para la planta antes de la brotación.

La carencia afecta al rendimiento y calidad de la fruta. Se restringe el crecimiento de los terminales. Los excesos redundan en una dormancia tardía y aumentan las posibilidades del daño por heladas.

Corrección de Deficiencia

Se corrige suplementando con nitrógeno (N) de acuerdo a los niveles analíticos, tomando como referencia la fertilización de la temporada anterior.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

En Chile, esta deficiencia no ha sido detectada en durazneros y nectarines, ya que su extracción es muy baja (alrededor de 12 kg/ha/año de P_2O_5). Esto está en coincidencia con el requerimiento de esta especie (0,10 - 0,30% P). La literatura solo indica que se ha producido en suelos arenosos de pH ácido. En este caso, las hojas son pequeñas y de color verde azulado, con la nervadura de color púrpura. El rendimiento no se ve afectado.

La fertilización fosforada debe hacerse con información analítica. Un exceso de fósforo puede aumentar las deficiencias de cinc (Zn) y cobre (Cu).

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando un portador de fósforo (P) al suelo. Alternativamente incorporar al sistema de riego tecnificado ácido fosfórico.



- **Potasio (K)**

Deficiencia

En Chile es de muy rara ocurrencia, ya que esta especie es muy hábil para extraer potasio (K). Estos frutales toleran un amplio margen del contenido de potasio (K), sin que se vea afectado el crecimiento de la planta ni la producción de fruta.

Como síntomas propios de la deficiencia se presentan las siguientes características: los bordes de las hojas se curvan hacia adentro y hacia arriba, estas se engruesan, se tornan quebradizas y de color verde pálido. Luego se producen quemaduras del margen, las que posteriormente se necrosan. Las hojas más viejas no se ven afectadas. Los árboles deficientes muestran síntomas antes de la cosecha (15 - 20 días).

El rendimiento no se ve afectado en caso que la concentración foliar se mantenga sobre 1,5% (b.p.s). Algunos autores relacionan el contenido de potasio (K) con una buena cosecha. Como esta carencia es de rara ocurrencia, esta especie tiene un bajo requerimiento para este nutriente y puede alcanzar fácilmente el contenido adecuado.

Para detectar esta deficiencia lo más recomendable es el análisis foliar y sobre esta base tomar decisiones.

El potasio (K) mejora la calidad de la fruta.

Corrección de Deficiencia

La aplicación de potasio (K) al suelo en bandas es suficiente, ya que este elemento se transloca tanto hacia arriba como hacia abajo en esta planta. Por eso, para que esta aplicación sea eficiente, no es necesario hacerla en surcos profundos. Se corrige aplicando cloruro (KCl) o sulfato de potasio (K_2SO_4).

Alternativamente se puede incorporar al sistema de riego tecnificado nitrato de potasio (KNO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4) o cloruro de potasio (KCl).

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Esta carencia es de rara ocurrencia en Chile. Sin embargo, cuando ocurre, se presentan internudos cortos, las hojas se tornan de un color verde oscuro, las hojas tiernas son más pequeñas y hay una tendencia al enrollamiento. Las hojas pueden presentar los márgenes ondulados y con clorosis. Los puntos de crecimiento se ven débiles y hay "die back". La carencia de este elemento puede presentarse en suelos ácidos y en zonas con altas precipitaciones.

Esta carencia influye sobre el rendimiento. El exceso de calcio (Ca) hace disminuir la disponibilidad de hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn) y cobre (Cu).

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando yeso CaSO_4 (H_2O_2) al suelo, o carbonato de calcio (CaCO_3). También nitrato de calcio (CaNO_3) en el sistema de riego tecnificado.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Las hojas de los brotes son de menor tamaño y en ramillete ("roseteado"), son más delgadas y aguzadas ("little leaf") y generalmente los bordes son ondulados. En las hojas basales se produce clorosis intervenal, que en casos severos toman un tono amarillento. La floración disminuye. Los frutos son de menor tamaño y mala calidad.

Disminuye el rendimiento, en forma proporcional a la gravedad de la deficiencia.

Ésta afecta negativamente el desarrollo vegetativo de las raíces. Un contenido alto de fósforo (P) y nitrógeno (N) contribuye a provocar esta deficiencia, así como los suelos de pH alcalino.

Los síntomas aparecen en primavera y pueden desaparecer hacia el verano cuando suben las temperaturas del suelo y la atmósfera.

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando con cinc (Zn) en primavera, con brotes tiernos. También se puede realizar acidificando el suelo con azufre (S), o usando ácido sulfúrico (H_2SO_4) a través del sistema de riego. Pulverización de sulfato de cinc (ZnSO_4) al 0,35% (350 gr/100 lt de agua), en otoño, a caída de las hojas o con cualquier fertilizante foliar en base a cinc. También pulverizando, en primavera con cinc (Zn- EDTA) u otro producto comercial portador de este elemento.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

El síntoma de esta carencia aparece cuando la vegetación se ha desarrollado. Las hojas tienen un color verde amarillento, manteniéndose las nervaduras de color verde. Esta deficiencia se manifiesta tanto en hojas nuevas como viejas, siendo más severa en las hojas tiernas. La fruta se decolora y es de menor calidad, pudiendo producirse partiduras. Esta deficiencia se hace presente preferentemente en suelos con pH sobre 7,0.



En casos severos pueden aparecer manchas intervenales y hay caída prematura del follaje; un exceso solo se produce en suelos muy ácidos, esto no sucede en el país.

Corrección de Deficiencia

Se corrige acidificando el suelo de la misma forma en que se hace para el hierro (Fe). Se puede pulverizar con un portador de manganeso (Mn) en primavera, con brotes tiernos. Alternativamente se puede usar un fungicida portador de este elemento.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Las hojas nuevas toman una coloración amarillenta en un reticulado fino de color verde. Por lo general, las nervaduras más largas se mantienen verdes y luego estas hojas se tornan totalmente cloróticas. La exfoliación se inicia en los extremos, lo que contrasta con la deficiencia de magnesio (Mg), que comienza por las hojas más viejas.

La carencia de hierro (Fe) se produce preferentemente en suelos calcáreos, lo que corresponde a una "deficiencia inducida".

La floración se ve disminuida y la producción de fruta disminuye y las hojas nuevas de la periferia pueden mostrar moteado a inicios de la temporada.

Corrección de Deficiencia

Aplicando al suelo azufre (S) o ácido sulfúrico (H_2SO_4), a través del sistema de riego. Alternativamente se corrige en fertirriego con Fe- EDTA, Fe- DTPA y Fe- EDDHA. Aspersiones foliares con algún portador de hierro (Fe).

- **Boro (B)**

Deficiencia

Las hojas nuevas tienden a ser pequeñas, malformadas y más gruesas que lo normal, con nervaduras de color amarillento y corchoso. A veces aparece "gomosis" en las áreas necróticas de los tallos. La planta toma una forma de "escoba de bruja", "arrepollándose". En primavera se produce un retardo en la evolución de las yemas y brotes y la floración se ve atrasada. Después de la plena floración, las flores tienen un color pardo y luego mueren ("die back"). Los frutos pueden presentar áreas corchosas, o con gomosis y mala calidad de la pulpa.

Los durazneros, al igual que los damascos, son sensibles al exceso de boro (B). En casos de una deficiencia severa se puede producir la marchitez y muerte de los brotes laterales.

Corrección de Deficiencia

Al suelo se corrige fertirrigando con ácido bórico (H_3BO_3) y/o pulverizando con Solubor (1 kg /1000 lt de agua) o Speedfol® B SP.

- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

Esta se produce cuando el suelo tiene un bajo contenido de cobre (Cu) a bien con aplicaciones excesivas de nitrógeno (N) ya que se altera el balance entre estos dos componentes. Las hojas nuevas pueden tornarse amarillentas con poca clorofila y las hojas son largas y angostas. Se reduce la floración y la fruta es de mala calidad (ácida con partiduras en la piel). Esta carencia no se ha detectado en el país.

Esta especie es sensible a excesos de cloruros (Cl) y sodio (Na).

Corrección de Deficiencia

Pulverizaciones con cobre (Cu- EDTA), en primavera o con cualquier producto portador de este elemento (fertilizante o agroquímicos).

Fuente: (5) (6) (23) (27) (36) (38) (39) (40) (49) y (51).



4.8. FRAMBUESO

(*Rubus idaeus*)



4.8.1. Tejido y época a muestrear

Hojas terminales, con pecíolos, del tercio medio de la caña del año (son la tercera o cuarta hoja contada desde el extremo). La fecha del muestreo afecta a todos los elementos a nivel foliar.

Se considera que para cultivos remontantes, la época más apropiada para el análisis de tejido es a mediados de enero - febrero, ya que existe mayor estabilidad foliar (inicios de cosecha). Para el cultivar remontante Heritage, el análisis de tejido se debe hacer al final de la cosecha de la primera floración, al igual que para Meeker y Williamette.

Al momento de plantar, se recomienda aplicar una fertilización que incluya nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en bandas, al costado de la hilera. Se puede hacer un análisis del suelo antes de plantar y usar su resultado como una referencia, para determinar C.E., pH, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y boro (B) disponibles

Comparado con otros frutales, el frambueso es más difícil de evaluar, pues presenta mayores variaciones analíticas que en otros frutales, haciendo más difícil las recomendaciones de las fertilizaciones.

4.8.2. Niveles críticos

A continuación se presentan los niveles críticos en diferentes tejidos para frambueso (Cuadro 12).

Fuente. Imagen de frambueso extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

Cuadro 12. Niveles críticos para diferentes tejidos para frambueso (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos			
			Deficiencia	Adecuado	Alto	Exceso
Nitrógeno	N	%	2,5	2,75	4,0	4,75
Fósforo	P	%	0,2	0,3	0,6	0,65
Potasio	K	%	1,0	1,5	3,0	4,0
Calcio	Ca	%	0,5	0,6 - 2,5	2,5	
Magnesio	Mg	%	0,25	0,4	1,0	2,0
Cinc	Zn	ppm	13	34	80	300
Manganeso	Mn	ppm	20	80	300	1000
Boro	B	ppm	30	46 (*)	80	100
Cobre	Cu	ppm	< 1	2		10

Nota: (*) Hay autores que consideran normal 75 ppm de boro (B).

Los cultivares de frambueso tienen composiciones foliares diferentes, aunque sus contenidos “adecuados” se mantienen dentro de los rangos. Se debe dar mayor importancia a los niveles de nitrógeno (N), calcio (Ca) y magnesio (Mg). A medida que la estación avanza, los contenidos de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y cinc (Zn) tienden a decaer, mientras que el calcio (Ca) y magnesio (Mg) aumentan. Cuando la planta está formando cañas o raíces durante su establecimiento, el frambueso necesita más nitrógeno (N) que en la etapa adulta. En este período, el exceso de nitrógeno (N) reduce el rendimiento.

El análisis de suelos, previo a la plantación, se utiliza para evaluar el potencial nutricional de éste.

Cuadro 13. Niveles de nutrientes en suelos para frambueso [Niveles de fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) en ppm/litro de suelo seco al aire].

Niveles	Fósforo (P)	Potasio (K)	Magnesio (Mg)
MB (muy bajo)	< 10	< 40	< 20
B (bajo)	10 - 25	40 - 75	20 - 60
M (moderado)	26 - 75	76 - 200	61 - 200
A (alto)	76 - 500	201 - 1000	201 - 1000
EA (excesivamente alto)	> 500	> 1000	> 1000



La importancia práctica de estos niveles es la siguiente:

- MB:** Niveles muy bajos de fósforo (P) y potasio (K) pueden producir menos del 50% del rendimiento esperado. Si el nivel de magnesio (Mg) no es adecuado y se producen síntomas de esta deficiencia.
- B:** Niveles bajos de fósforo (P) y potasio (K), según los cuales hay que reforzar la fertilización de estos elementos. Para el caso del magnesio (Mg), estos niveles pueden producir síntomas que afectan moderadamente el rendimiento.
- M:** Niveles de fósforo (P) y potasio (K), en donde la fertilización recomendada debiera producir rendimientos óptimos. El nivel de magnesio (Mg) es adecuado.
- A:** Niveles de fósforo (P) y potasio (K), que con dosis menores a las recomendadas, debieran dar rendimientos óptimos. El nivel de magnesio (Mg) sería el adecuado.
- EA:** Niveles de fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg), son tales que las fertilizaciones producirán un desbalance nutricional y no debiera aplicarse fertilizantes.

Una vez establecido el cultivo, corresponde usar el análisis foliar como una guía para evaluar la fertilización hecha y/o lo que debiera reforzarse. Además, debe hacerse un balance entre los fertilizantes aplicados y la extracción del cultivo.

Cuadro 14. Recomendaciones Generales de fertilizantes (kg/ha).

Vigor Variedades	Año Inicial			Años Productivos fines de septiembre		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Poco vigor	125	40	40	40	40	40
Mediano	125	40	40	20	40	40
Excesivo	125	40	40		40	40

Se supone que el factor pH tiene los siguientes efectos:

- Son tolerantes a valores entre 5,5 y 7,5.
- Los suelos muy ácidos son perjudiciales para su desarrollo, ya que se pueden producir toxicidades.
- Por otra parte, los suelos alcalinos pueden inducir a una carencia de magnesio (Mg) y manganeso (Mn).
- El pH ideal se sitúa entre 6,0 y 6,5.

4.8.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

El nitrógeno (N) influye definitivamente sobre el vigor vegetativo, aunque también puede afectar la calidad y rendimiento de la fruta. Cuando es deficiente, las hojas son pequeñas, de color verde pálido o amarillo y se limita el desarrollo de la caña. Los frutos son más escasos y pequeños. Las plantas son más susceptibles a las heladas ("daño invernal").

El exceso estimula a una mayor cantidad de cañas, más vigorosas, que tienden a ser más susceptibles a las infecciones; las hojas son más largas y de color verde muy oscuro. La cantidad de la fruta, su sabor y postcosecha se ven afectados negativamente. La planta demora en entrar en dormancia.

El contenido bajo de carbohidratos reduce la capacidad de los tejidos para mantener el "agua retenida", la que se congela a menores temperaturas que el "agua libre". Esta actúa como una protección para el frío. Por lo tanto, debe evitarse cualquier condición que induzca a una deficiencia de carbohidratos: la falta de algunos nutrientes, ataque de insectos, enfermedades, deficiencia hídrica, débil desarrollo de la planta o aplicaciones excesivas de nitrógeno (N); o bien, cuando estas aplicaciones han sido tardías.

Corrección de deficiencia

La deficiencia se corrige aplicando un portador de nitrógeno (N). la aplicación del fertilizante debe hacerse antes de la brotación (inicio de la primavera).

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

Influye sobre el crecimiento, en especial sobre la formación de raíces y la maduración de las semillas y frutos. El frambueso tiene un bajo gasto de fósforo (P), por lo que su deficiencia no es corriente.

Corrección de Deficiencia

Se corrige usando un portador de fósforo (P) y/o incorporar ácido fosfórico, al sistema de riego, como también productos solubles tales como fosfato de urea, fosfato mono amónico (MAP) y fosfato mono potásico (MKP).



- **Potasio (K)**

Deficiencia

Este elemento es importante para que los frutos sean sanos y vigorosos; aumenta la resistencia a las enfermedades.

Corrección de deficiencia

Se corrige aplicando al suelo cloruro de potasio (KCl) o sulfato de potasio (K_2SO_4) y/o en el sistema de riego tecnificado; también se puede usar nitrato de potasio (KNO_3).

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

Como constituyente esencial de la clorofila, el magnesio (Mg) está relacionado con la producción de carbohidratos. La deficiencia provoca la amarillez en las hojas.

Corrección de deficiencia

Se corrige usando sulfato de magnesio heptahidratado ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$) en el sistema de riego tecnificado.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Las hojas toman un color verde pálido; amarillo o blanco, parecido a la deficiencia de hierro (Fe). El tejido intervenal de las hojas más viejas se necrosa. Los internudos son cortos.

Corrección de deficiencia

Se corrige pulverizando con sulfato de cinc ($ZnSO_4$) al 0,1%, (1 kg/1000 lt de agua) (sin neutralizar), aplicado en invierno; o pulverizar en la época de crecimiento con algún portador de cinc (Zn).

Acidificando el suelo incorporando ácido sulfúrico (H_2SO_4) al sistema de riego. Alternativamente se puede pulverizar con productos comerciales portadores de cinc (Zn).

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

Las hojas más viejas se ponen amarillas en la zona intervenal. La nervadura se mantiene verde.

Corrección de deficiencia

Se corrige pulverizando con sulfato de manganeso ($MnSO_4$) al 0,2% (2 kg/1000 lt de agua), mezclado con 25 cc/100 lt de solución concentrada neutralizante de hidróxido de sodio (NaOH). Preparada previamente en forma aparte. Se aplica cuando las hojas están bien desarrolladas.

En caso de que el pH del suelo sea de 7,0 o más, procede la acidificación del suelo, tal como para el caso del hierro (Fe). Esto también contribuye a liberar el cinc (Zn), para hacerlo disponible.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Las hojas terminales nuevas se tornan de color amarillo a blanco; luego, los bordes de la lámina pardean, como también en la zona intervenal.

Corrección de deficiencia

Se corrige pulverizando con algún portador de este elemento. Si el pH del suelo fuera de 7,0 o más, hay que acidificar el medio usando azufre (S) o ácido sulfúrico (H_2SO_4) en el sistema de riego.

- **Boro (B)**

Deficiencia

En primavera, su carencia retarda la brotación: las hojas nuevas son alargadas y hay muerte de los brotes, produciéndose esta última cuando la deficiencia es severa.

Corrección de deficiencia

Se corrige pulverizando el follaje con cualquier producto en base a boro como ácido bórico, mono etanol amina y octoborato de sodio, o Speedfol® B SP en primavera. Aplicar ácido bórico a través de fertirriego.



Observaciones

Los frambuesos producen mejor en cañas de mayor tamaño, con entrenudos cortos. Para la mayoría de las variedades y para obtener buenos rendimientos se recomienda que las cañas tengan de 2 a 2,5m, con 9 a 12 cañas por planta. En ese sentido, el programa de fertilización nitrogenada debe mantenerse para obtener este desarrollo. Los otros elementos no influyen sobre el crecimiento, aunque son necesarios. Éstos deben aplicarse de acuerdo al resultado del análisis foliar.

Previo a establecer una plantación, es recomendable realizar un análisis de suelo para determinar: pH, potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y boro (B) disponibles.

El análisis de nitrógeno en el suelo no es confiable, por lo que sólo sirve como una referencia; tal como la capacidad de intercambio (C.I.C) y el porcentaje de saturación de bases. En suelos arcillosos o con alto contenido de materia orgánica, el análisis de los suelos es particularmente importante.

Cuando las plantas nuevas comienzan a crecer, se debe aplicar, aproximadamente, la mitad de la dosis anual recomendada para nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Estos deben aplicarse en bandas a cada lado de la hilera y enterrado. Se debe fertilizar todos los años, de acuerdo con los resultados del análisis foliar.

Fuente: (4) (5) (6) (11) (27) (33) (45).y (55).



4.9. FRUTILLA (FRESA)

Fragaria ananassa, híbrido resultante del cruce de fragaria chiloensis y fragaria virginiana



4.9.1. Tejido y época a muestrear

Hoja tierna expandida, con su pecíolo si se desea analizar cloruros. Una muestra debe incluir unas 30 - 40 hojas; tomadas entre los meses de enero y febrero. Para el primer año de plantación, se recomienda realizar dos análisis (primer y tercer mes de plantado), para evaluar adecuadamente el problema de fertilización.

4.9.2. Niveles críticos

A continuación se presentan los niveles críticos en diferentes tejidos para frutilla (Cuadro 15).

Cuadro 15. Niveles críticos para diferentes tejidos para frutilla (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Tejido (*)	Niveles Críticos			
				Deficiencia	Bajo	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	L	2,0 - 2,8		> 3,0	
Nitrógeno	N-NO ₃ ⁻	ppm	P	< 500		700 - 20000	
Fósforo	P	%	L	< 0,08	0,08 - 0,2	0,2 - 1,0	
Fósforo	P	ppm	L	300 - 1100		1500 - 13000	
Fósforo	P-H ₂ PO ₄ ⁻	ppm	P	150 - 700		1000 - 5000	
Potasio	K	%	L	0,1 - 0,5		1,0 - 6,0	
Potasio	K	%	P	0,1 - 0,4		1,0 - 6,0	
Calcio	Ca	%	L	0,08 - 0,2		0,4 - 2,7	
Magnesio	Mg	%	L	0,03 - 0,10		0,3 - 0,7	
Cinc	Zn	ppm	L	6,0 - 10		20 - 50	
Manganeso	Mn	ppm	L	4,0 - 25		30 - 700	
Hierro	Fe	ppm	L	< 40	40 - 60	60 - 500	
Boro	B	ppm	L	18 - 22		35 - 200	
Cobre	Cu	ppm	L	< 3,0		4,0 - 30	
Molibdeno	Mo	ppm	L	0,12 - 0,40		> 0,5	
Cloruro	Cl	%	L				> 0,5
Sodio	Na	%	L				> 0,3

Nota: (*) Lámina (L) y Pecíolo (P). Fuente. Imagen de frutilla (fresa) extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

Se han propuesto los siguientes niveles críticos para los pecíolos de flor con frutos durante postcosecha (cuadro 16).

Cuadro 16. Niveles críticos para pecíolos de flor con fruto y postcosecha.

Elemento	Símbolo	Unidad	Deficiencia			Adecuado		
			Flor	c/fruto	P Cosecha	Flor	c/fruto	P Cosecha
Nitrógeno	N	%	2,6	2,2	1,7	3	2,7	2,2
Fósforo	P	%	0,2	< 0,2		0,4	0,3	0,2
Potasio	K	%	1,5	0,8	0,6	1,8	1,6	1,4
Calcio	Ca	%				0,75	0,9	1,7
Magnesio	Mg	%		0,06	1,5	0,2	0,2	0,3

4.9.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

Para evaluar cualitativamente el nivel de nitrógeno (N) en terreno, se recomienda hacer el "test" de la difenilamina en pecíolos. Este consiste en aplicar una gota del reactivo en un pecíolo cortado por la mitad. Si se desarrolla rápidamente un color azul, el contenido debe ser de más de 2,8% de nitrógeno (N), aún más los valores de N - NO₃ estarían sobre 500 ppm, entonces la planta estaría bien abastecida de nitrógeno. Si este color se desarrolla lentamente, o la zona de aplicación queda decolorada, la planta esta desabastecida. Con más de 2,5% de nitrógeno (N) se garantiza una buena producción. Este reactivo se prepara al agregar 0,2 gramos de difenilamina en 100 cc, en ácido sulfúrico concentrado (P.A) en que se envasa en un frasco pyrex; de este y con gotario puede usarse. Este reactivo debe manejarse con cuidado pues es altamente cáustico.

El nitrógeno (N) es el nutriente de mayor demanda por la planta. Su carencia influye negativamente, las hojas son de menor tamaño y a medida que la deficiencia aumenta las hojas desarrollan un lustre metálico en algunas variedades; el exceso se manifiesta con hojas de desarrollo anormalmente grande y el rendimiento disminuye.

Después de la floración, el nivel de nitrógeno (N) debe estar por encima de 2,5%; al haber carencia en las hojas, se produce una decoloración del follaje, el que se torna amarillento; mientras que las hojas más maduras toman una coloración rojiza. A medida que esta deficiencia se agrava, se produce un pardeamiento y necrosis de pequeñas zonas. La frutilla tiene tres períodos de mayor demanda de nitrógeno (N); en primavera, al final del verano y a principios de otoño, cuando se están formando las yemas frutales. Las hojas inmaduras se ponen más verdes con bajo contenido de nitrógeno (N) no así las que están totalmente expandidas.



Las raíces almacenan el nitrógeno (N) para el invierno y su contenido disminuye en primavera, cuando se produce la floración y se forman frutos. En esta especie, las raíces tienen su máximo desarrollo después de la época de cosecha -a fines de verano- y se mantienen creciendo en invierno. Su desarrollo compromete la viabilidad de la planta. Un exceso de vigor a comienzo de la primavera estimulará que la planta use sus reservas, en desmedro de la fructificación. Las raíces tienen menor desarrollo tal como la falta de calcio (Ca) y boro (B).

Las flores y frutos de plantas deficientes son más pequeñas que lo normal y el fruto desarrolla albinismo.

A medida que la deficiencia progresa los frutos se hacen más pequeños y sin embargo y aunque parezca contradictorio una leve deficiencia mejora la calidad del fruto y por tanto el precio en el mercado.

Corrección de Deficiencia

Por ser una planta de arraigamiento muy superficial, la absorción de nitratos es rápida (el 90% de las raíces están en los primeros 20 cm de suelo). Si las plantas no tuvieron un buen desarrollo en la temporada anterior, se sugiere fertilizar en primavera. En caso de no ser así, se recomienda hacerlo en otoño.

Se sugiere fertilizar tempranamente en primavera y luego a fines del verano. Se puede utilizar cualquier portador de nitrógeno (N), alternativamente incorporar al sistema de goteo aproximadamente 40 unidades de N/ha.

Por último, el amarillamiento probablemente puede deberse a falta de elementos tales como una carencia de azufre (S), molibdeno (Mo) u otro elemento.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

Con deficiencia de fósforo (P), el follaje adquiere un color verde intenso (verde azulado), el que va asociado al enrojecimiento del borde de la lámina. Las hojas son de menor tamaño; y a medida que la carencia avanza, la lámina toma un lustre metálico en algunas variedades. El envés de la hoja toma un color rojizo morado y el desarrollo vegetativo se retarda, aún cuando el desarrollo radicular aparece como normal. Las flores y frutos de plantas deficientes son más pequeños, donde el fruto puede desarrollar **albinismo**, parecido a la carencia de nitrógeno (N). Las raíces tienen menor desarrollo tal como con la falta de nitrógeno.

Cuando el fósforo o fosfato en los pecíolos de las hojas es menor de 700 ppm base peso seco o el fósforo (P) es menor de 0,2% base peso seco.

Corrección de Deficiencia

Se corrige con fertilizantes portadores de fósforo (P), al aplicar 50 kg/ha de P, esto cuando aparezca la deficiencia y/o incorporar ácido fosfórico al sistema de riego.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

El síntoma de deficiencia de potasio (K) cambia según variedad, clima y tipo de suelo. Generalmente se confunde con la deficiencia de magnesio (Mg), o bien con la quemadura producto del daño por exceso de cloruros (Cl) y/o el daño de pestes o enfermedades. Se produce un pardeamiento en el margen superior de la hoja, mientras que las hojas maduras se secan comprometiéndose el tejido intervenal; algunas toman un color rojizo. Las hojas nuevas no presentan estos síntomas. La fruta no desarrolla todo su color, tiene un sabor insípido; las raíces son de color oscuro, pero se recuperan con la aplicación de este elemento. Respecto al ion sodio (Na), el cuál es antagónico del ion potasio (K), la planta presenta selectividad a la absorción del sodio (Na), siendo conveniente que la planta lo absorba. Una hoja con menos de 1% de potasio indica deficiencia.

Corrección de deficiencia

Se corrige aplicando al suelo nitrato de potasio (KNO_3) o sulfato de potasio (K_2SO_4) aplicado a razón de 90 kg/ha al momento de plantar o bien a los costados de la hilera. Alternativamente incorporar este fertilizante en el sistema de goteo; como nitrato de potasio (KNO_3).

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Esta carencia no es de común ocurrencia. Se reduce el crecimiento del fruto y se detiene el crecimiento radicular. Las raíces se dañan y las hojas se tornan quebradizas y tienen bordes cloróticos o amarillentos. En el envés de las hojas se producen exudaciones. Estos síntomas también se pueden registrar en hojas maduras. Además, en las hojas existe la quemadura apical "tip burn" que se produce en el período del rápido crecimiento foliar, esto no se da en todas las variedades.

El fruto se pone más firme y de sabor ácido.

Corrección de deficiencia

Se recomienda, antes de plantar, aplicar yeso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) en dosis de 500 - 1000 kg/ha en cobertera, sobre todo en suelos ácidos.

También se corrige asperjando foliarmente con cloruro de calcio (CaCl_2) al 0,4%, comenzando cuando se produce la floración (3 aplicaciones cada 2 a 3 días).



- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

Las hojas se deforman y los márgenes toman un color verde amarillento, para avanzar al área intervenal. Luego se produce necrosis, manteniéndose la base de la hoja de color verde pálido. La fruta tiene un menor tamaño, tiende al albinismo, sin embargo no cambia su apariencia o calidad.

Corrección de deficiencia

El sulfato de magnesio ($MgSO_4$) puede aplicarse antes de plantar o bien en cobertera (50 - 100 kg/ha). Alternativamente se puede usar sulfato de magnesio y/o nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$ en el sistema de riego tecnificado.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Esta deficiencia es fácil de identificar, ya que se produce un halo verde pálido en el borde de la lámina de las hojas nuevas; que se mantiene en las hojas maduras. A medida que la deficiencia avanza, las hojas se hacen más angostas y elongadas (cuando ésta es severa). Las hojas más nuevas se ponen cloróticas a amarillentas, no así la nervadura. A medida que las hojas envejecen el tejido se torna rojizo. El sistema radicular es fibroso, mientras que la cantidad y el tamaño del fruto disminuyen, cuando las hojas tienen menos de 10 ppm de cinc (Zn).

Corrección de deficiencia

Se corrige con fertilizantes foliares portadores de este elemento. Al respecto, la pulverización puede dañar la planta, por lo que vale la pena probarla en algunas previamente (tanto el producto como la dosis), dado porque se pueden producir daños a las flores y/o al fruto. Antes de plantar, se recomienda aplicar sulfato de cinc ($ZnSO_4$) en cobertera (1 a 3 gr/metro lineal). También es posible de aplicar ácido sulfúrico (H_2SO_4) en el sistema de riego.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

La carencia de manganeso (Mn) se manifiesta por un amarillamiento de las hojas nuevas; síntoma parecido a la deficiencia de hierro (Fe) o azufre (S). A medida que ésta se agrava, se produce un moteado intervenal de color verde claro. Es un síntoma único, pues se presenta sólo en esta carencia. Al ser severa, las nervaduras principales se mantienen de color verde oscuro y con áreas intervenales de color verde amarillento, hojas que engrosan y se doblan hacia arriba. La fruta tiene menor tamaño y no cambia su apariencia o calidad. Hay deficiencia cuando las hojas tienen menos de 25 ppm de manganeso (Mn). Cabe señalar que esta deficiencia no tiene influencia sobre la calidad y apariencia del fruto.

Corrección de deficiencia

Se corrige con aplicaciones al suelo de sulfato de manganeso ($MnSO_4$) a razón de 2 gr por metro lineal de plantación, o bien con quelato Mn- EDTA, en cobertera, cuando recién aparezcan los síntomas. Acidificar el suelo (cuando pH es mayor o igual a 7,5) con azufre (S), o con ácido sulfúrico (H_2SO_4) incorporándolo en el sistema de riego.

No se debe pulverizar cuando la planta este en floración ya que produce daño.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

La carencia de este elemento se presenta con una clorosis intervenal en las hojas nuevas y en casos severos existe necrosis en los bordes de la lámina. Esta clorosis podría estar producida por una carencia de cinc (Zn) o manganeso (Mn). Esta tiene poco efecto sobre el fruto, aun cuando esta sea severa. Contenidos de hierro (Fe) menor de 400 ppm en la lámina, indican deficiencia.

Corrección de deficiencia

En suelos de pH alcalino, la deficiencia de hierro (Fe) es "inducida" por el exceso de carbonatos. Esto se corrige fertirrigado quelato de Fe- EDTA, Fe- DTPA y Fe- EDDHA. Estas pulverizaciones deben hacerse en forma cuidadosa para no dañar las flores y/o frutos. Alternativamente se puede acidificar el suelo con azufre (S), o bien incorporando ácido sulfúrico (H_2SO_4) en el sistema de riego tecnificado, para neutralizar bicarbonatos del agua de riego.

- **Boro (B)**

Deficiencia

En la primera etapa de desarrollo, la deficiencia de boro (B) ocasiona síntomas similares a la del calcio (Ca). Ambas se presentan en las hojas nuevas, produciendo quemadura apical "tip burn" y deformación del fruto, limitando el desarrollo radicular. A medida que ésta deficiencia progresa, las hojas se ponen amarillentas y se reduce tanto el crecimiento como el tamaño de las flores, disminuye la producción de polen y el fruto toma una forma oblicua. Las hojas deficientes tienen menos de 25 ppm de boro (B). Cabe señalar que a modo diferencial, si la deficiencia por boro (B) es moderada se produce clorosis intervenal; en cambio cuando esta deficiencia es de calcio se mantienen verdes las hojas.

Debe señalarse que la frutilla es muy sensible al exceso de boro (B), por lo tanto su aplicación debe estar respaldada por un análisis.



Corrección de deficiencia

Se corrige pulverizando el follaje con cualquier producto en base a boro como ácido bórico, mono etanol amina y octoborato de sodio aplicado a través del producto bórax, 20 gr/100 lt de agua, o bien aplicándolo al suelo, en cobertera (0,5 gr por metro lineal), cuando se observen los primeros síntomas. En floración dada la susceptibilidad en este período fenológico se debe disminuir la dosis de bórax a 2 gr/100 lt de agua.

- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

La carencia de cobre (Cu) se visualiza cuando las hojas nuevas adquieren un color verde pálido, uniforme, con zonas de color rojo. Este síntoma se asemeja al de las deficiencias de hierro (Fe), azufre (S), manganeso (Mn) o molibdeno (Mo). A medida que esta carencia se agrava, la zona intervenal toma un color verde claro, manteniendo las nervaduras su color verde. Luego se produce una decoloración total.

Los pecíolos y tallos adquieren un color rojizo, que contrasta con la deficiencia de manganeso (Mn) que no presenta esta característica. Las hojas con menos de 3 ppm de cobre (Cu) (b.p.s) indican deficiencia.

Esta deficiencia no afecta a las raíces o al fruto.

Corrección de deficiencia

Se corrige con aplicaciones al suelo de sulfato de cobre (CuSO_4) a razón de 1 a 2 gr por metro lineal, o quelato Cu- EDTA, en aplicación foliar (0,075 - 0,15 g/lt).

- **Cloruro (Cl) Y Sodio (Na)**

No se ha comprobado que estos elementos sean esenciales para el desarrollo de esta planta; si así fuera, lo serían en cantidades mínimas. La planta absorbe el sodio (Na) y los cloruros (Cl) lentamente, ya que éstos no serían esenciales y probablemente como un mecanismo de autoprotección para evitar el daño salino. Las hojas que muestran daño por salinidad contienen concentraciones mayores a 0,80% de sodio (Na) y 0,5% de cloruros (Cl). AL existir sospechas de que el suelo pueda ser salino, se debe analizar, al igual que el agua que se usará para el riego. El resultado de estos análisis ayudará a sugerir las medidas correctoras o paliativas.

Albinismo

Algunas veces se producen bayas que teniendo un tamaño y apariencia normal, presentan una falla en el color y son poco atractivas y ácidas, estas además se deterioran rápidamente después de cosechadas. Se trata de un desorden fisiológico cuyos orígenes no pueden atribuirse a una sola causa, existen varias condiciones que pueden producir la presencia de este desorden en la fruta.

Síntomas de Albinismo

La piel presenta áreas de color blanco, las que se pueden romper fácilmente y el color interno varía entre rosado y blanco; además se ve afectada su calidad para ser transportada. Lo anterior hace que el producto pierda valor.

La disminución del azúcar cuando la baya madura, es la principal causa del albinismo en la frutilla.

Corrección de Albinismo

Para evitar este problema se sugiere una variedad que se adapte al clima del área en que debe ser luminoso; hay que ser cuidadoso en la aplicación de nitrógeno (N) ya que un nivel alto puede inducir al albinismo.

El flujo de azúcar al fruto puede estimularse pulverizando con hormonas o aplicando fuentes de fósforo (P), potasio (K) y boro (B) para ayudar a translocación de fotosíntatos desde la hoja al fruto. También aplicaciones de calcio (Ca) y boro (B) durante precosecha disminuyen este desorden.

Época de muestreo para hacer el análisis

Se recomienda hacerlo durante los 6 meses siguientes al inicio de la cosecha ya que durante este período los contenidos de los diferentes elementos están estabilizados, esto particularmente para la determinación del potasio (K) en los pecíolos y los otros elementos en la lámina.

Fuente: (5) (6) (21) (25) (29) (31) (35) (48) y (54).



4.10. KIWI

(Actinidia chinensis P)



4.10.1. Tejido y época a muestrear

Se puede realizar una toma de muestras en el verano (enero - febrero) como también se puede hacer durante la primavera, (6 semanas después de la brotación), lo que permite hacer una corrección temprana de algunas deficiencias. Se recomienda tomar las hojas sanas de plantas productivas.

Para primavera (floración), se toma la primera o segunda hoja pasado el último fruto del brote (con pecíolo).

Para verano, se toma la segunda hoja más allá del último racimo frutal (con pecíolo), de unas 30 plantas (dos o tres hojas por planta).

Si se identifica tempranamente alguna deficiencia, es posible corregirla dentro de la temporada. Se toman las hojas nuevas totalmente expandidas, antes de la formación del fruto. El resultado de este análisis se compara con el de hojas que no presentan síntomas. En tal caso no se comparan los resultados con los estándares, ya que este análisis se ha hecho fuera de la época fenológica ("Análisis Diferencial").

Los valores críticos para el análisis de primavera se aprecian en Cuadro 17 y para verano Cuadro 18.

Cuadro 17. Niveles críticos para kiwi (base peso seco) durante el análisis de primavera (6 semanas después de la brotación).

Elemento	Símbolo	Niveles Críticos	
		Unidad	Adecuado
Nitrógeno	N	%	3,2 - 3,6
Fósforo	P	%	0,15 - 0,50
Potasio	K	%	1,6 - 3,0
Calcio	Ca	%	1,4 - 2,0
Magnesio	Mg	%	0,25 - 0,4

Fuente. Imagen de kiwi extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.10.2. Niveles críticos

Los niveles críticos para el kiwi durante la época de verano se aprecian en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Niveles críticos para kiwi (base peso seco) durante el análisis de verano.

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 1,5	2,2 - 2,8	> 5
Fósforo	P	%	< 0,12	0,18 - 0,3	
Potasio	K	%	< 1,5	1,8 - 2,2	
Calcio	Ca	%	< 2,5	3,0 - 4,0	
Magnesio	Mg	%	< 0,20	0,35 - 0,45	
Azufre	S	%	< 0,2	0,28 - 0,46	
Cinc	Zn	ppm	<15	20 - 30	
Manganeso	Mn	ppm	< 50	50 - 150	
Hierro	Fe	ppm	< 60	80 - 150	
Boro	B	ppm	< 25	30 - 70	> 150
Cobre	Cu	ppm	< 3	5 - 10	

4.10.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

Es importante señalar que estas deficiencias se producen de preferencia en hojas maduras, así como cuando el molibdeno (Mo), se produce esta carencia cuando la lámina tiene contenidos menores a 0,1 ppm.

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

La deficiencia de nitrógeno (N) reduce notoriamente el desarrollo de la planta.

El síntoma de carencia se desarrolla primero en hojas maduras y luego se extiende a las hojas nuevas o tiernas, hasta que toda la planta se ve afectada. Se identifica por la pérdida del color verde. A medida que esta deficiencia se hace más severa, las hojas se tornan amarillentas y las nervaduras se mantienen verdes, especialmente en las hojas más viejas.

Este frutal tiene una alta demanda de este elemento al igual que para el potasio (K).



Corrección de Deficiencia

Para esta especie, el salitre potásico puede aplicarse cuando el nitrógeno (N) está en carencia. La dosis a utilizar dependerá de lo aplicado en la temporada anterior, así como el resultado del análisis foliar. Se recomienda aplicar una parte de la dosis anual postcosecha y el saldo a inicio de la temporada. Esta tiene una alta demanda de este elemento al igual que para el potasio (K).

Aplicar un fertilizante portador de nitrógeno (N), al suelo, alternativamente este se puede incorporar al sistema de riego tecnificado.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

La deficiencia del fósforo (P) es poco común, pero cuando se produce puede limitar el desarrollo de la planta y afectar el desarrollo del fruto, antes que aparezcan los síntomas. Antes se disminuye el tamaño de las hojas, así como el de los pecíolos. Los síntomas fácilmente identificables aparecen en aquellas plantas cuyo desarrollo ha sido claramente afectado: una ligera clorosis intervenal en las hojas maduras, que se inicia en el ápice; la nervadura principal toma una coloración rojiza en el anverso de la lámina, siendo esto más notorio hacia la base. A mitad de la temporada, las hojas sin síntomas tienen un contenido de fósforo (P) de 0,18% - 0,22% y con deficiencia menor a 0,12%.

Esta carencia puede reducir el desarrollo de la planta sin producir síntomas foliares. Además se produce el enrojecimiento de las venas en el en vez de la hoja.

Esta deficiencia es poco común en Chile, aun cuando esta puede aparecer en huertos en suelos derivados de cenizas volcánicas.

Corrección de Deficiencia

Aplicando al suelo aplicando al suelo productos granulados como SFT, DAP y MAP o incorporando ácido fosfórico (H_3PO_4), MAP, MKP y fosfato de urea en el sistema de riego por goteo.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

Desarrollo pobre en la brotación. Según sea el grado de la deficiencia, las hojas son más pequeñas y con clorosis marginal. En horas de calor, el borde se dobla hacia arriba; luego éste queda permanente doblado. Asimismo, se presenta una clorosis intervenal que -en caso de acentuarse- hay necrosis y la hoja se pone quebradiza. Esta carencia reduce el rendimiento y el tamaño del fruto. A mediados de la temporada, el porcentaje de potasio (K) en la hoja debe ser de un 1,8% o más. Menos de 1,5% indica deficiencia.

El primer síntoma de carencia se manifiesta con un pobre crecimiento a inicio de la brotación. En las hojas maduras cloróticas el tejido puede necrosarse. Esta carencia reduce notablemente el rendimiento (número de frutos y tamaño de estos).

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando cloruro de potasio (KCl). Al respecto, cabe consignar que el kiwi tiene un alto requerimiento de cloruro, al extremo que la aplicación de potasio (K) no tendrá ningún efecto si hay carencia de cloruro (Cl). Para corregir una deficiencia moderada a severa, se requieren del orden de 400 - 600 kg/ha de cloruro de potasio (KCl). También se puede usar sulfato de potasio (K_2SO_4), nitrato de potasio (KNO_3). Se recomienda usar cloruro de potasio (KCl), este se puede aplicar al suelo o al riego por goteo.

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Los síntomas de la deficiencia de calcio (Ca) se presentan primero en hojas recientemente expandidas, para afectar posteriormente a las hojas más nuevas. Se inicia con una necrosis en la base de las hojas, la que se toma un color oscuro. A medida que esta carencia se agudiza, el tejido se vuelve quebradizo y hay defoliación. Las raíces también se ven afectadas, limitándose su desarrollo radicular ya que mueren los pelos radicales.

Corrección de Deficiencia

Se puede corregir aplicando al suelo superfosfato normal (20% Ca), o bien Cal ($CaCO_3$) o sulfato de calcio, dependiendo del tipo de suelo.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

La deficiencia de magnesio (Mg) puede presentarse tempranamente en la temporada como una clorosis intervenal en las hojas maduras. Por lo general, ésta se desarrolla en los márgenes, luego se torna de color amarillento para posteriormente producir la necrosis. Este síntoma visual se puede confundir fácilmente con otros desórdenes nutricionales. El síntoma se hace evidente a mitad de la temporada. Esta deficiencia puede ser "inducida" por un exceso de potasio (K) y/o calcio (Ca). En plantas sanas, con hojas maduras el magnesio (Mg) está sobre 0,35% (base peso seco) y con contenidos menores a 0,10% se presentan síntomas. Los síntomas de esta carencia pueden confundirse con la falta de otros elementos.

Corrección de Deficiencia

La corrección de esta deficiencia se logra aplicando al suelo sulfato de magnesio (Sal de Epsom), u óxido de magnesio. Otra alternativa es usar algún fertilizante foliar en base de magnesio. Asimismo, se puede pulverizar con nitrato de magnesio ($MgNO_3$) al 0,2%.



Alternativamente se puede incorporar al sistema de riego nitrato de magnesio ($MgNO_3$) y sulfato de magnesio ($MgSO_4$), o cualquier fórmula NPK que contenga este elemento (Ultrasol®).

- **Azufre (S)**

Deficiencia

La carencia de azufre (S) es parecida a la de nitrógeno (N) y a la de hierro (Fe): produce una severa disminución del desarrollo y clorosis amarillo pálido, hasta hojas de color amarillo. La distingue de la deficiencia del nitrógeno (N) el hecho de que este síntoma solo aparece en las hojas nuevas, manteniéndose las otras con color verde y aspecto normal, además las nervaduras se ponen cloróticas.

En hojas totalmente expandidas y a mitad de la temporada, el contenido de azufre (S) en plantas sanas presentan un contenido entre 0,25% y 0,45% (base peso seco). Los síntomas aparecen con concentraciones de 0,18% y menores. Esta carencia no afecta a la producción.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando superfosfato triple al suelo cuando se trata de un cultivo tradicional sin riego tecnificado en suelos neutros a ácidos de pH, en cambio en fertirriego es posible aplicar sulfato de magnesio ($MgSO_4$) y sulfato de potasio (K_2SO_4).

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Este síntoma de deficiencia es de común ocurrencia en esta especie. Esta se parece a la carencia de nitrógeno (N), ya que se produce una clorosis intervenal de color amarillento, manteniéndose las venas de color verde. Esta deficiencia reduce el desarrollo del sistema radicular, afectando además al tamaño del fruto. El exceso de fósforo (P) reduce la disponibilidad del cinc (Zn).

Se puede producir el "Little leaf" en hojas nuevas, este síntoma es común en otras especies. Los otros síntomas aparecen, generalmente a mediados de temporada. Se debe evitar la aplicación de altas dosis de fosfatos ya que este va a limitar la absorción de cinc (Zn) del suelo.

Los síntomas aparecen en hojas expandidas a mitad de temporada, en este caso el contenido de cinc (Zn) es de 15 - 18 ppm (base peso seco).

Corrección de Deficiencia

Se corrige al comienzo de la temporada, con cualquier fertilizante foliar portador de cinc (Zn) aplicar quelato de Zn- EDTA en fertirriego.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

La carencia de manganeso (Mn) se manifiesta por una clorosis intervenal que aparece primero en las hojas maduras. Si esta es severa, se puede extender a todas las hojas, que toman un brillo ceroso y no hay necrosis. Esta deficiencia hace disminuir fuertemente el rendimiento. En hojas recién expandidas y en cargadores sin frutos, un contenido de 30 ppm o menor indican que hay una deficiencia severa.

Corrección de Deficiencia

En suelos pH alto, se puede corregir bajándolo con ácido sulfúrico (H_2SO_4) en el sistema de riego, o bien con sulfato de amonio (NH_4SO_4). Además, se puede aplicar azufre (S) aplicado al suelo (mezclado), esto último es un proceso lento.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

La carencia de hierro (Fe) se identifica por presentar una clorosis intervenal en las hojas más nuevas. El color va de amarillo a blanco. Por lo general, las hojas maduras pueden mantenerse verdes.

La nervadura de las hojas afectadas se mantienen verdes a mediados de temporada. En hojas maduras sanas (sin síntomas), totalmente expandidas y a mitad de la temporada, el contenido de hierro (Fe) debe estar entre 80 y 100 ppm. Para confirmar el diagnóstico se puede hacer el siguiente "test", se pintan algunas hojas con una solución de sulfato de amonio ferroso al 0,5% y aproximadamente a los 10 días el tejido se pone verde, esto corrobora el diagnóstico.

Esta carencia se presenta en suelos calcáreos (sobre pH 7,5), debido a que el exceso de calcio inmoviliza al hierro, aun cuando el contenido total de hierro (Fe) en el suelo sea suficiente.

Corrección de Deficiencia

Se corrige usando un acidificante como azufre (S) aplicado al suelo, o ácido sulfúrico (H_2SO_4) al sistema de riego tecnificado, junto con algún portador de hierro como quelato.

- **Boro (B)**

Deficiencia

Esta especie es muy sensible al exceso de boro (B). Hacia el centro de la lámina aparecen manchas amarillentas pequeñas de forma irregular en las hojas nuevas y cuando esta carencia se acentúa estas manchas se agrandan y la lámina se pone amarilla expandiéndose a ambos lados de la nervadura principal, también se observa en el envés. Las hojas terminales (chicas) se engruesan y deforman, se detiene la elongación de los internodos frenándose el crecimiento.



A mediados de temporada el contenido de boro (B) debe estar, en hojas normales entre 40 - 50 (base peso seco), en cambio en las hojas nuevas, hay carencia cuando estas tienen menos de 20 ppm (base peso seco).

Como en otras especies el límite entre carencia y toxicidad es muy estrecho. La carencia afecta al almacenamiento del fruto ya que esta fomenta una madurez prematura. La toxicidad se produce con contenidos sobre 100 ppm (base peso seco). La situación antes planteada no se produce en el país pues las plantaciones están establecidas en zonas sin este problema. Un exceso reduce la firmeza del fruto en el período de postcosecha, con el consiguiente daño.

Corrección de deficiencia

Se corrige pulverizando en preflor con ácido bórico (H_3BO_3) (17% B) a razón de 500 gr/100 lt de agua, o bien con octoborato de sodio (21% B), o con cualquier fertilizante foliar portador de este elemento, como Solubor (1 kg/1000 lt de agua) o Speedfol® B SP (1,8 kg/ha).

- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

El primer síntoma de deficiencia del (Cu) es una clorosis uniforme (verde claro o pálida) de las hojas nuevas. A medida de que esta prospera, se produce una clorosis intervenal, manteniéndose la nervadura de color verde. El desarrollo se ve afectado, produciéndose la muerte de los puntos de crecimientos ("die back"), de manera que esta carencia no permite que se produzca una buena brotación. No solo la buena brotación, se ve afectada, sino que también el desarrollo del fruto ya que existe una exfoliación. En hojas expandidas en plantas sanas, a mitad de la estación, el contenido del cobre (Cu) es generalmente de 10 ppm; en cambio las hojas con 3 ppm (base peso seco) o menos indican deficiencia. Esta carencia se produce en suelos arenosos, de pH bajo (ácidos), de bajo contenido de cobre, en suelos orgánicos o en suelos calcáreos.

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando con sulfato de cobre ($CuSO_4$) al suelo a razón de 25 kg/ha, antes de la brotación y no vía foliar ya que se puede producir un daño. El kiwi es sensible a aplicaciones de sales de cobre cuando estas se hacen antes de dicho período.

Fuente: (5) (24) (35) (38) (39) (46) y (49).



4.11. MANZANO

(Malus doméstica Bork)



4.11.1. Tipo de tejido y época a muestrear

Hoja de dardo nuevo, del tercio medio del brote de la periferia, con o sin fruta (15 enero - febrero).

4.11.2 Niveles críticos

Cuadro 19. Niveles críticos para manzano^{1/} (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno Delicious y Granny	N	%		2,0 - 2,4	
Nitrógeno Del. Spur	N	%	< 2,0	2,2 - 2,6	
Fósforo	P	%	< 0,10	0,14 - 0,30	
Potasio	K	%	< 1,0	1,8 - 2,5	
Calcio	Ca	%	< 1,0	1,5 - 2,0	
Magnesio	Mg	%	< 0,20	0,21 - 0,25	
Cinc ^{2/}	Zn	ppm	< 15	18 - 50	> 50
Manganeso	Mn	ppm	< 20	24 - 200	
Hierro	Fe	ppm	< 50	50 - 300	
Boro	B	ppm	< 20	25 - 70	> 100
Cobre	Cu	ppm	< 3	5 - 12	
Sodio	Na				> 0,3
Cloruro	Cl				> 0,3

Nota: ^{1/} Para manzanos rojas, verdes y spur. ^{2/} mengel y kirkby (1982) en Shorrocks y Howleler, citado por Bonilla et al; 1994.

Cuando la aereación se ve restringida en los subsuelos densos con densidad aparente (Db) mayor a 1,8 gr/cc, señalando que existe una baja porosidad y por tanto una cantidad de oxígeno deficiente. Lo anterior crea una limitante al desarrollo de las raíces lo que se traduce en la productividad

Fuente. Imagen de manzano extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

y longevidad del árbol. También, esta mala disponibilidad de oxígeno debido a problemas de drenaje afecta al desarrollo de ramillas, área foliar y limita la absorción de los nutrientes. Lo anterior es también válido para la mayoría de los frutales.

4.11.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

La absorción del nitrógeno (N) está relacionada con la aereación y el contenido de nitrógeno (N) disponible. A temperaturas bajas, el árbol absorbe este elemento, pero en pequeña cantidad.

La acidez del suelo limita la absorción de nitrógeno (N), la que mejora con pH sobre 6,5. Con pH ligeramente bajo, se absorben bien los fertilizantes que aportan nitratos. Las hojas deficientes adquieren un color verde pálido, ya que esta deficiencia limita la función fotosintética. Esto afecta la formación de flores en los dardos y el crecimiento de ramillas.

La formación de una buena superficie foliar, antes de la floración, es importante para la iniciación de esta. De lo anterior se concluye que la fertilización nitrogenada -hecha a principios de primavera- no es eficiente, así como tampoco lo es una aplicación tardía. En los años siguientes a producciones con rendimiento moderados a altos, el porcentaje de dardos frutales varía en proporción al nivel de nitrógeno (N); mientras que en años de baja producción se produce una buena floración con una nutrición baja, media o alta. Esta es una evidencia indirecta, donde se aprecia como el efecto del nitrógeno (N) influye en la superficie foliar, e incide sobre la iniciación floral: cuando la producción compite con las sustancias fotosintéticas, cuando no hay producción. Ésta es la causante de la alternancia.

Por lo general, en árboles adultos hay una relación directa entre floración y el nivel de nitrógeno (N). En árboles con niveles altos de nitrógeno (N) se produce una mayor caída de frutos antes de la cosecha, comparados con árboles con un nivel bajo. Los árboles con caída de fruta en precosecha presentan un menor color rojo. También se presenta mayor caída de los frutos con las aplicaciones de nitrógeno (N) a mediados de la temporada, en comparación con las aplicaciones postcosecha o tempranamente en primavera.

Desde el punto de vista comercial, el productor debe considerar que si bien el contenido alto de nitrógeno (N) a principios de temporada es importante para el rendimiento, un contenido bajo de este hacia otoño favorece el color del fruto. Por lo tanto, el productor debe manejarse entre ambos parámetros. Asimismo, se debe crear una situación para que la disponibilidad de nitrógeno (N) sea alta en un período corto, en primavera. Esto es importante solo para las variedades de color.



El uso exagerado de reguladores de crecimiento -como el daminozide, que se utiliza para aumentar el color, la firmeza y evitar la caída de los frutos- puede favorecer la vitrificación de la pulpa, sobre todo en variedades de cosecha tardía.

Corrección de Deficiencia

La época de aplicación de fertilizantes nitrogenados es importante: las aplicaciones en otoño y a principio de primavera son las recomendadas antes de la iniciación del período vegetativo.

La deficiencia tiene efectos negativos:

- Debilita el crecimiento y desarrollo.
- No crecen lo suficiente y se "endardan" excesivamente.
- Se reduce la inducción floral, hay una baja producción de flores y una baja capacidad fotosintética.
- Luego, el árbol no es capaz de acumular reservas de este elemento, lo que redundará en una brotación y floración deficiente.

Aplicando al suelo un fertilizante portador de nitrógeno (N) al suelo o a través del sistema de riego tecnificado.

Exceso

El exceso también provoca serios problemas. En este contexto, el principal efecto negativo se traduce en la disminución de la calidad de la fruta y -especialmente- en el aumento de los problemas de postcosecha. Asimismo, afecta la coloración roja (baja concentración de antocianina). El exceso de vegetación (masa foliar) reduce la cantidad de radiación, lo que también afecta negativamente al color.

Un contenido de nitrógeno (N) excesivo incrementa la presencia del "Corazón Acuoso", "Bitter pit", "Manzana Helada", "Pulpa Vítreá" y "Descomposición Interna", debido a una baja acumulación de calcio (Ca) en el fruto (efecto de dilución), al igual que aplicaciones excesivas de boro (B). Por otra parte, se ha señalado que el contenido de calcio (Ca) de la fruta está en relación inversa a la incidencia de este desorden fisiológico; que se controla o previene evitando aplicaciones excesivas de nitrógeno (N) y aplicaciones precosecha de nitrato de calcio $[Ca(NO_3)_2]$ o cloruro de calcio $(CaCl_2)$. Esto en las mismas fechas y número de aplicaciones recomendadas para el control del "bitter pit".

• **Fósforo (P)**

Deficiencia

El fósforo (P) total en los suelos es del orden del 0,05%. Una proporción de este es insoluble en agua, por lo que no es disponible, o es muy lentamente disponible para la planta.

Durante el período de rápido crecimiento, el fósforo (P) -al igual que el nitrógeno (N)- se presenta en su mayor concentración en las hojas y decrece a medida que éstas maduran. Hay una relación recíproca entre el fósforo (P) y el nitrógeno (N), ya que cuando el segundo sube, el primero fósforo (P) baja. Los altos niveles de fósforos (P) reducen el contenido de nitrógeno (N), pero hacen subir los niveles de calcio (Ca), magnesio (Mg) y hierro (Fe), sin afectar al manganeso (Mn).

Una deficiencia aguda de fósforo (P) produce árboles más delgados; los pecíolos de las hojas son más erectos; las hojas pueden ser más pequeñas, de color verde oscuro y con tonos rojizos en las venas principales; las hojas toman una tonalidad bronceada ("broncing") y la abscisión se adelanta. Cuando hay carencia de este elemento, se acelera el proceso de transpiración. No existe información sobre la respuesta económica al tratamiento de esta deficiencia.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando un fertilizante portador de fósforo (P), tales como ácido fosfórico, MAP, MKP y fosfato de urea.

Alternativamente incorporando ácido fosfórico o fósforoso al sistema de riego tecnificado.

- **Potasio (K)**

El potasio (K) de intercambio del complejo coloidal y aquel proveniente de la descomposición de tejidos vegetales, representan la principal fuente de este elemento en la solución suelo. En suelos de huertos donde había respuesta a la aplicación de potasio (K), el potasio (K) soluble en agua estaba bajo los 5 ppm y el de intercambio bajo los 90 ppm.

Se ha determinado que para este y otros elementos, el análisis de disponibilidad del suelo no siempre coincide con el contenido foliar del mismo, ya que la exploración de raíces permite la absorción del elemento, aun cuando el análisis del suelo entregue cifras bajas. Para mejorar la eficiencia de los fertilizantes potásicos es recomendable enterrarlo, para minimizar la fijación y por tanto hacerlo más disponible.

El potasio (K) influye sobre el tamaño de los frutos y su contenido de ácido; fomenta la fotosíntesis y la producción de carbohidratos. Además, mejora la coloración del fruto, solo cuando hay una deficiencia aguda. El potasio (K) compensa también los efectos unilaterales del exceso de nitrógeno (N); mejora la postcosecha y la resistencia a las enfermedades; ayuda a la lignificación de los tejidos jóvenes y mejora la tolerancia a las heladas. Cuando la disponibilidad de este elemento es baja y el nitrógeno (N) es alto, el color se ve afectado negativamente.

Niveles óptimos de potasio (K) permiten disminuir al ablandamiento del fruto almacenado, manteniéndose su firmeza. Existe una relación N/K, que es necesario mantener en equilibrio para evitar problemas de postcosecha.



La deficiencia produce árboles con menor desarrollo, hojas pequeñas, al igual que los frutos y fallas en el color. Además, aumenta la susceptibilidad al daño por frío en el invierno. A medida que el nivel de potasio (K) aumenta, mejora la acidez del fruto.

Esta carencia se caracteriza por presentar quemaduras en las hojas, las que se desarrollan primero en las hojas de los dardos y continúa a medida que la temporada avanza. El primer síntoma de quemadura es la pérdida de color en los bordes de la hoja, la que se mancha y luego necrosa.

Árboles deficientes tienen poco desarrollo y sus hojas son de menor tamaño, al igual que los frutos y el color de estos.

El manzano responde a la fertilización potásica, además de corregir la quemadura de las hojas. Esta no debe confundirse con la quemadura que produce la deficiencia de magnesio (Mg).

Esta carencia se presenta en huertos muy vigorosos y/o productivos.

El exceso de potasio o magnesio pueden afectar negativamente la calidad de la fruta y la hace susceptible a desordenes fisiológicos ("Descomposición Interna" y "Bitter pit").

Esto no es fácil de solucionar ya que una parte del potasio es adsorbido por los coloides del suelo; mientras más arcilloso aumenta la fijación.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo un portador de potasio (K). Aplicando al suelo o incorporando al sistema de riego cloruro de potasio (KCl) o sulfato de potasio (K_2SO_4). Alternativamente la aplicación de nitrato de potasio (KNO_3) en fertirriego.

• **Calcio (Ca)**

Deficiencia

La mayor parte del calcio (Ca) del suelo está en forma de carbonato de calcio ($CaCO_3$), o bien adsorbido por el complejo de intercambio. La cantidad de estas formas de calcio (Ca) presentan grandes variaciones en los suelos plantados con manzanos, aún en una misma región o zona geográfica, e inclusive en el perfil de suelo.

El magnesio (Mg) y el calcio (Ca) se encuentran en similares proporciones en los tejidos, como sucede en el caso de otra pomacea como el peral. El calcio (Ca) en las hojas es muy poco móvil; su contenido foliar aumenta a medida que avanza la temporada, a la inversa de lo que ocurre con el potasio (K). Los síntomas de esta carencia que afecta al desarrollo radicular, especialmente en suelos de pH muy ácido - no se distinguen fácilmente. La deficiencia de calcio (Ca) limita el desarrollo del árbol, fenómeno que estaría relacionado con el deficiente desarrollo radicular.

Este elemento es muy importante para el manzano pues su deficiencia provoca alteraciones que afectan la calidad del fruto.

Esta carencia se produce solamente a nivel del fruto; con serios problemas durante su almacenamiento tales como "Bitter pit", "Corazón Acuoso" y/o "Descomposición Interna".

La deficiencia aguda de este elemento produce un mal desarrollo radicular, las hojas terminales toman un color más claro y/o verde amarillento que las hojas basales, igual estas pueden pasar a color pardo y luego las venas más grandes toman un color púrpura.

Parte de estos síntomas se presentan conjuntamente con una carencia de magnesio (Mg).

Esta carencia limita el vigor de árboles adultos y restringe la supervivencia de árboles jóvenes.

Los síntomas de esta deficiencia no son fáciles de distinguir, esta es más común en zonas más lluviosas y con suelos ácidos.

Corrección de Deficiencia

El contenido de calcio (Ca) de la fruta se relaciona con la ocurrencia del "Bitter pit". Esto se controla pulverizando con cloruro de calcio (CaCl_2) en dosis de 400 - 600 gr/100 lt de agua (de dos a cuatro aplicaciones desde diciembre a febrero según sea el síntoma), o también con nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, en las mismas épocas al 0,3% - 0,6%, o con cualquier fertilizante foliar en base a calcio. Estas pulverizaciones con CaCl_2 y $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ se hacen durante el crecimiento del fruto.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

La mayor parte del magnesio (Mg) disponible está en el complejo de intercambio del suelo. La respuesta a las aplicaciones de este elemento al suelo es lenta; lo que se manifiesta frecuentemente en suelos ácidos, donde el magnesio de intercambio es bajo y el potasio (K) de intercambio tiene un contenido más alto que el magnesio (Mg).

Al igual que para otros frutales, la ausencia de oxígeno o bien de agua aprovechable limita la absorción radicular. Existe un antagonismo con el potasio (K) y el calcio (Ca). El magnesio (Mg) interviene en el proceso de absorción de fósforo (P) de árboles frutales.

El primer síntoma de deficiencia es la decoloración intervenal en hojas maduras, las que se pueden tornar amarillentas y luego presentar quemaduras. En ambos casos se presenta la existencia de manchas necróticas, que pueden mantenerse como tal y el resto de la lámina mantiene el color verde. Este síntoma puede afectar a algunas ramas o a todo el árbol.



La quemadura de los bordes es similar a la que se produce cuando hay una severa deficiencia de potasio (K). Por lo general, las hojas basales son las que primero evidencian estos síntomas, que más tarde afectan a las hojas nuevas. Los árboles afectados pueden comenzar a exfoliarse en febrero. Los árboles sanos tienen más de 0,25% de magnesio (Mg) y los deficientes menos de 0,18% de este elemento. Esta es generalizada, particularmente en huertos nuevos y en primavera manifestándose en las hojas basales y en ramas de crecimiento vigoroso durante el final del período de crecimiento.

Esta carencia afecta el desarrollo y productividad de los árboles.

Corrección de deficiencia

Esta deficiencia se controla aplicando portadores de magnesio (Mg), como el sulfato de magnesio (Sal de Epsom), recuperación que demora por lo menos una temporada. El análisis foliar permitirá detectar esta carencia cuando está en nivel de "deficiencia escondida"; las pulverizaciones con Sal de Epsom han probado ser moderadamente efectivas (20 kg/1000 lt de agua), mezclada con algún fungicida.

El primer síntoma se presenta por la decoloración en las hojas maduras y en algunas ramillas.

El área afectada puede tomar una coloración amarillo - pálido y presentar manchas necróticas, las que coalescen a medida que las hojas se desarrollan y hay quemaduras del borde de la lámina, el mismo síntoma que el que produce la deficiencia de potasio (K). A medida que avanza la temporada este daño puede aparecer en las hojas nuevas.

Estos daños no se producen de igual manera en todas las variedades.

Se ha observado que estos síntomas pueden aparecer en algunas ramas o bien pueden afectar a todo el árbol.

Aplicar al suelo de sulfato de magnesio ($MgSO_4$) y/o pulverizaciones en primavera, con suficiente follaje tierno, con nitrato de magnesio ($MgNO_3$); alternativamente se puede también pulverizar con sulfato de magnesio ($MgSO_4$ - Sal de Epsom); el mantener un adecuado nivel de nitrógeno (N) favorece la absorción de magnesio (Mg).

Existen fertilizantes comerciales para su uso en pulverizaciones foliares en primavera los que han sido exitosos.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Este elemento está presente en los suelos en pequeñas cantidades, de acuerdo con la textura y fertilidad natural del suelo. Al respecto, se han encontrado contenidos que van de 55 a 132 ppm

de cinc (Zn) total. Este contenido no es tan relevante como el cinc (Zn) disponible, que es el que usa la planta. En un suelo, el mayor contenido de cinc (Zn) está en el horizonte superficial. Debe señalarse que este elemento es pH dependiente, así como lo es del contenido de fósforo (P).

Se ha observado que esta deficiencia es común en muchos frutales, la que varía dependiendo del tipo de frutal de hoja caduca: el cerezo es más susceptible que el manzano y este es más susceptible que los cítricos, almendros y nogales. En manzanos se produce el "rosetado", con las hojas pequeñas y delgadas en los terminales de las ramas, generalmente sin hojas, dejando un espacio bajo el rosetado. Estos terminales son más susceptibles al daño por heladas; las hojas en estos terminales pueden o no presentar clorosis, ya sea intervenal o marginal. Sin nitrógeno (N) alto y si además se agrega guano, se puede acentuar esta deficiencia. Un contenido de cinc (Zn) de 15 ppm es un nivel crítico y se forman las rosetas y hojas chicas ("Little leaf" y "rosette").

La deficiencia ligera es muy difícil de detectar ópticamente, más aun considerando que puede presentarse asociada con otra que también produce clorosis. Para diferenciarla, hay que observar que esta carencia produce hojas pequeñas y angostas en algunas ramas o brazos y la clorosis férrica se centra en las hojas más nuevas. Ninguna de ellas son características de la deficiencia de manganeso (Mn).

La carencia afecta a algunas variedades como la Granny Smith, donde se presenta la hoja chica y arrugada en rosetas y esta afecta al tamaño del fruto (calibre).

Corrección de Deficiencia

Se controla aplicando sulfato de cinc ($ZnSO_4$) en la base del árbol. También se logra pulverizando con sulfato de cinc ($ZnSO_4$) en estado de dormancia (400 gr/100 lt de agua, sin neutralizar).

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

En manzanos, la carencia de manganeso (Mn) es menos común que las de hierro (Fe) y cinc (Zn). En suelos alcalinos, para que no haya deficiencia, debe haber -por lo menos- 3 ppm de manganeso (Mn) de intercambio. Aun así, este debe suplementarse en suelos de este tipo, donde bastan 13 ppm para que alcance un nivel satisfactorio. Si el ion manganeso está en un contenido alto, puede ser tóxico en suelos muy ácidos.

La deficiencia de manganeso (Mn) se manifiesta como una clorosis, desarrollándose en los márgenes para luego avanzar intervenalmente hacia la nervadura central. En algunos casos, este síntoma en sus inicios es diferente a la clorosis férrica (Fe), ya que se produce en las hojas más nuevas, donde las bandas de color verde son más nítidas que en el caso de la deficiencia de hierro (Fe). Si la deficiencia se agrava, no es posible distinguirla de la de hierro (Fe), ya que la hoja se decolora totalmente.



Cuando es leve, esta carencia no produce pérdida de vigor; como sucede cuando es severa y la función fotosintética se ve afectada.

Corrección de Deficiencia

Se controla con aplicaciones al suelo, pulverizaciones y/o inyecciones al tronco, utilizando sulfato de manganeso (Mn) o acidificando el suelo con azufre (S) o incorporando ácido sulfúrico (H_2SO_4) al sistema de riego tecnificado.

Da buen resultado el uso de un fungicida portador de manganeso (Mn). Como esta deficiencia es más grave en árboles nuevos, se recomienda encalar antes de plantar en un suelo ácido ($pH < 6,0$). Pulverizaciones en dormancia con sulfato de manganeso ($MnSO_4$) son exitosas.

En primavera se puede pulverizar con cualquier producto comercial portador de este elemento.

Exceso

El exceso de manganeso (Mn) se controla aplicando cal ($CaCO_3$). Como esta toxicidad es más grave en árboles nuevos que en los de más edad, se recomienda aplicar cal en suelos ácidos, de pH inferior a 6. Este puede producirse en suelos ácidos cuando el suelo tiene un alto contenido de manganeso (Mn) y entonces el ion manganeso puede llegar a un nivel tóxico. Lo anterior se agudiza cuando existe una mala aereación ya que el manganeso (Mn) es reducido químicamente aumentándose su contenido.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

En el suelo, el hierro (Fe) es abundante y su disponibilidad se relaciona con la forma en que está presente. La deficiencia produce clorosis en las hojas terminales las que muestran los primeros síntomas. Esta clorosis es intervenal y las nervaduras principales pueden mantener el color verde. A medida que la estación avanza, las hojas decoloradas se tornan de color pardo en sus márgenes y en casos severos se detiene el crecimiento y se produce "die back", de difícil corrección llevando hasta la muerte de brotes. Una de las causas más comunes para esta clorosis es la inducida por exceso de calcio (Ca), particularmente en zonas semiáridas y/o cuando el agua de riego tiene pH alcalino. En estos casos, el hierro está en estado férrico (Fe^{3+}). Este elemento se absorbe en estado ferroso (Fe^{2+}).

En resumen las posibles causas de esta carencia se atribuyen a:

- a. Deficiencia inducida por exceso de calcio (Ca), la que es particularmente común en zonas semiáridas, con aguas de riego altas en bicarbonatos y el pH es alto ($> 7,5$). En estas condiciones el hierro (Fe) es menos disponible pues está en estado férrico y no ferroso.
- b. Por problemas de drenaje y/o exceso de riego.

Corrección de Deficiencia

Se corrige con inyecciones al suelo de Fe- EDTA (1,3 kg/1000 lt de agua); con azufre (S) mezclado con el suelo; o bien incorporando ácido sulfúrico (H_2SO_4) al sistema de riego. Las pulverizaciones con quelatos dan resultados inciertos (Fe- EDTA).

Cuando esta es inducida por calcio no es fácil solucionarla, se propone usar ácido sulfúrico (H_2SO_4) o fosfórico (H_3PO_4) inyectado al sistema de riego tecnificado. También mejorar el drenaje y/o el riego y usar quelatos (Fe- EDTA; Fe- DTPA y Fe- EDDHA) u otros productos comerciales portadores de Fe.

- **Boro (B)**

Deficiencia

Todos los suelos contienen algo de boro (B) y su contenido esta relacionado con el material del cual derivan o se han formado. Se ha sugerido que en suelos donde se observan plantas con deficiencias, estos tenían boro (B) soluble en un contenido menor a 10 ppm.

Las deficiencias del boro (B) están relacionadas con suelos que presentan un alto contenido de calcio ($CaCO_3$) y reacción alcalina, ya que los boratos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) son insolubles. Por eso, en zonas áridas se emplean dosis más altas de boro (B) para controlar esta deficiencia. En períodos de sequía, este elemento se hace menos disponible en los suelos.

Un exceso de nitrógeno (N) hará que aumente la predisposición al “corcho”, que es una característica de la carencia de boro (B). Algunos autores asocian este desorden fisiológico con la deficiencia de cinc (Zn). El síntoma más evidente de esta situación se observa en los frutos, ya que se puede presentar este “corcho” interno o externo; que puede aparecer poco después de la floración y hasta la cosecha. Algunos de los frutos caen y otros pueden tener menor tamaño. En verano se puede presentar la muerte de ramillas (“die back”), así como la necrosis marginal y apical del follaje. Si la carencia de boro (B) es severa, se compromete la madera desde el extremo de la rama hacia atrás.

La formación de la “escoba de bruja” es otro síntoma bastante típico, además de los internudos cortos. El exceso de boro puede tener efectos importantes sobre el fruto ya que esto puede provocar una maduración más temprana y además una disminución de vida en el tiempo de guarda.

Los síntomas en los órganos vegetativos son menos comunes o evidentes que los del fruto y aparecen cuando la deficiencia es severa.

El amarillamiento y coloración rojiza de las venas de las hojas terminales de los brotes, los que pueden presentar necrosis en el ápice y muerte de la punta de las ramillas, además de ramillas terminales con internudos cortos (roseteados).



Su carencia provoca deformación del fruto; lo más típico de esta es el “corcho” que presenta una hendidura en el fruto bajo la piel donde hay una capa corchosa; esto se presenta temprano en la temporada, cuando el fruto tiene el tamaño de una nuez.

Corrección de Deficiencia

Se soluciona vía pulverización con octoborato de sodio de 5 a 10 kg/1000 lt de agua, 3 a 4 semanas después de la caída de pétalos. Alternativamente, se pueden hacer aplicaciones al suelo de 15 kg de bórax/ha, lo que se puede realizar en cualquier época del año.

Pulverizando con cualquier producto portador de boro, poco antes de la antesis, alternativamente se puede usar ácido bórico. Además se puede aplicar ácido bórico en el sistema de riego tecnificado. A continuación se presentan los criterios de John Cain, que permiten hacer diagnósticos visuales relativos al estado nutricional de los manzanos (Cuadro 20).

Cuadro 20. Pauta de Cain para Síntomas Visuales.

Hojas viejas (maduras)		Deficiencia	Efectos Adicionales.
Cuando estos síntomas se ven en hojas nuevas, las hojas maduras se están cayendo.			
A	Lagunas necróticas entre la nervadura.	Mg	Aumenta la caída de fruta en pre-cosecha y además hay frutos chicos.
B	Los márgenes de las hojas se afectan primero, las hojas se decoloran y se curvan hacia arriba, son mas pequeñas que las normales, hay quemadura marginal.	K	Crecimiento terminal corto, fruta chica y de mala coloración.

(Continúa en pagina siguiente).

Síntomas en hojas nuevas				
II		Hojas cloróticas		
	A	1. Entrenudos cerca del extremo de los brotes son cortos formándose rosetas de hojas pequeñas y cloróticas. Las hojas más viejas pueden aparecer bronceadas y se desprenden fácilmente.	Zn	Poca cuaja y fruta chica
		2. Los entrenudos no están reducidos, el tejido fino de la nervadura mantienen el color verde, hojas nuevas amarillas; las hojas se hacen mas verde a medida que maduran.	Fe	
		3. Hojas terminales cloróticas, con nervaduras verdes, suele morir la punta del brote.	Cu	
		Hojas nuevas no se ven cloróticas o bien la clorosis es leve.		
	B	1. Las hojas nuevas se curvan como un bote, los extremos de los brotes se doblan, las yemas terminales abortan y mueren brotes terminales nuevos.		
Los síntomas aparecen en cualquier parte o bien en todo el árbol.				
III	A	Hojas pequeñas color verde claro, crecimiento reducido		
		1. Los pecíolos de las hojas, la parte inferior de las nervaduras principales y los brotes nuevos presentan una coloración purpura, al principio del crecimiento. Esta puede desaparecer a medida que aumenta la temporada.	P	
		2. No hay pigmentación marcada. El color pálido se intensifica a medida que las hojas maduran.	N	Fruta chica, poca floración y cuaja.
	B	No hay reducción en el tamaño de las hojas, color verde pálido en nervaduras principales, las nervaduras laterales grandes presentan una faja ancha de color verde, las nervaduras más finas no se distinguen. Los síntomas aumentan a medida que avanza la temporada.	Mg	

(Continúa en pagina siguiente).



IV		Los síntomas se presentan principalmente en los frutos.		
	A	Los frutos presentan lesiones corchosas, frecuentemente son lesiones internas.	B	
	B	Los frutos presentan corcho superficial (las deficiencias de calcio generalmente no son claras en el análisis)	Ca	

Desórdenes Fisiológicos en Manzanos

El "bitter pit" es un desorden fisiológico que se asocia frecuentemente a plantas jóvenes y vigorosas; o bien a plantas viejas y de poca producción. Este se hace más notorio en el cáliz del fruto y es más visible antes de la cosecha o durante el inicio del período de guarda. Se ha asociado este problema a una deficiencia localizada de calcio (Ca) en el fruto. Además, tiene incidencia la relación follaje -fruto y entonces- cuando el número de frutos es bajo en relación con el número de hojas - hay una mayor incidencia. La fruta que se ha cosechado tempranamente es más susceptible.

Contenidos altos de nitrógeno (N) predisponen a la ocurrencia del "bitter pit"; lo mismo que el uso excesivo de fertilizantes potásicos, ya que esto hace que el calcio (Ca) se deprima ("antagonismo"). Para corregir estos problemas se usa nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en una dosis de 6 kg/1000 lt de agua (20 - 30 kg/ha), con tres pulverizaciones hechas en diciembre y enero. Considerar que las pulverizaciones con calcio (Ca) pueden producir "russet" en algunas variedades, dependiendo de las fuentes utilizadas. El rápido enfriamiento en postcosecha, retrasa este proceso.

El "corcho" (internal cork) se produce por una deficiencia de boro (B) y puede confundirse con el "Bitter pit". Los síntomas son variados y se definen como lesiones que en su primera etapa aparecen como zonas de forma redonda, que no tiene un diámetro superior a 1cm. Estos "parches" se secan y toman un color oscuro, con una consistencia corchosa. El "die back" y "roseteado" se producen cuando la deficiencia es más severa.

En perales, esta deficiencia puede inducir a la formación de "corcho interno" en los frutos y muerte de los brotes ("die back"), aun cuando no se puede hacer presente una evidencia externa de este problema. En los frutos afectados pueden presentarse: superficie rugosa, cáliz abierto o una coloración anormal de frutos, antes de la cosecha. El "corcho externo" puede desarrollarse después de la floración y el síntoma es mas frecuente al extremo del cáliz.

Los brotes con internudos cortos y con hojas pequeñas y alargadas, forman parte de esta sintomatología, recibiendo el nombre de roseteado ("rosette"). No existe deficiencia cuando el contenido foliar de boro (B) es de 30 ppm o más. Se corrige aplicando al suelo bórax (50 gr/árbol) en cualquier época del año, o bien pulverizando con octoborato de sodio (5 - 10 kg /ha).

Es de particular importancia la buena aereación del suelo, por lo que hay que evitar los suelos de texturas muy finas; y aquellos con problemas de drenaje, ya que esto afecta al desarrollo radicular y consecuentemente tanto al desarrollo del árbol como su productividad. Aquello ocurre porque baja el porcentaje de O_2 y sube el CO_2 .

Hay cambios estacionales en estos gases: en invierno lluvioso el porcentaje O_2 es bajo, no así el de CO_2 , siendo la suma de este menor del orden de 10%. En cambio, en primavera - verano esta suma llega al 21% o más. Al desarrollarse las raíces, estas extraen agua y la aereación prospera a través de los poros no capilares.

Se ha observado que las inmersiones de la fruta en una solución de cloruro de calcio ($CaCl_2$) al 0,4%, por 15 - 30 segundos, inmediatamente después de la cosecha, son efectivas para evitar el problema del "Bitter pitt".

Fuente: (6) (23) (24) (28) (30) (38) (39) (45) (47) (49) y (51)



4.12. NOGAL

(Juglans regia L)



4.12.1. Tejido a Muestrear

Hojas del ramillete terminal, en enero. Tomar una muestra que incluya unas 30 - 40 hojas

4.12.2. Niveles críticos

Cuadro 21: Niveles críticos para nogal (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 2,1	2,2 - 3,2	
Fósforo	P	%	< 0,1	0,1 - 0,3	
Potasio	K	%	< 0,9	1,2 - 3,0	
Calcio	Ca	%		1,0 - 3,0	
Magnesio	Mg	%		0,3 - 1	
Cinc	Zn	ppm		20 - 100	
Manganeso	Mn	ppm		25 - 350	
Hierro	Fe	ppm		50 - 200	
Boro	B	ppm	< 20	35 - 200	> 300
Cobre(*)	Cu	ppm		4,0 - 20	
Cloruro	Cl	ppm			> 0,3
Sodio	Na	ppm			> 0,1

(*): Con las aplicaciones de cobre (Cu), este elemento no presenta carencia.

Fuente. Imagen de nogal extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.12.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

La carencia de nitrógeno (N) es difícil de identificar a través de síntomas visuales. A comienzos de la temporada, las hojas pueden aparecer decoloradas, más chicas y se reduce el desarrollo de los brotes. En el otoño, la senescencia se adelanta, poniéndose las hojas amarillentas y se produce una exfoliación prematura. La falta de humedad del suelo puede producir síntomas similares.

El desarrollo anormal de las hojas puede explicarse por deficiencia y/o toxicidad por nitrógeno (N). La deficiencia de otros elementos que ocurren simultáneamente hace difícil de diagnosticar y esto se debe dilucidar a través del análisis foliar.

Corrección de Deficiencia

Esta carencia se soluciona aplicando fertilizantes nitrogenados, en dosis acordes a la edad de la planta. Si hay deficiencia, se recomienda aplicarlos postcosecha, para luego regar. La fertilización nitrogenada debe hacerse anualmente.

Una práctica muy recomendada es fertilizar a principios de enero, en los primeros quince días.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

No es una deficiencia que ocurra comúnmente. Los árboles exhiben poco desarrollo y el follaje es escaso, con hojas de menor tamaño que se ponen amarillentas tras lo cual se desarrolla una necrosis que las afecta en forma irregular.

Corrección de Deficiencia

En caso de presentarse esta deficiencia, habría que usar un portador de fósforo. Aplicando un fertilizante fosfatado incorporándolo al suelo y/o alternativamente incorporando al sistema de riego ácido fosfórico o cualquier otro producto como MKP, MAP, fosfato de urea.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

Es raro que se produzca esta deficiencia en Chile. La carencia de potasio (K) se asocia a problemas radiculares.



Los síntomas pueden aparecer a principios del verano, en donde las hojas pierden el color verde, parecido a la carencia de nitrógeno, estas luego se doblan hacia arriba y/o enroscan desarrollando un bronceado; se reduce el tamaño afectando el desarrollo de los brotes, así como el crecimiento general del árbol.

Corrección de Deficiencia

En caso que se produzca esta carencia, se soluciona fertilizando en postcosecha con un portador de potasio (K) al suelo como el cloruro de potasio (KCl) o incorporando nitrato de potasio (KNO_3) o sulfato de potasio (K_2SO_4) al sistema de riego tecnificado.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

Los síntomas de deficiencia de magnesio (Mg) se manifiestan principalmente en verano.

Este elemento es parte de la molécula de clorofila. Los síntomas aparecen desde mediados de la temporada de verano, especialmente en los brotes los que desarrollan una clorosis en la región del ápice y en los márgenes. A medida que la temporada avanza las áreas cloróticas de los márgenes pueden necrosarse con un color pardo oscuro.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo sulfato de magnesio (MgSO_4), también conocido como Sal de Epsom en el entorno del árbol (surco de riego). Alternativamente se aplica en fertirriego sulfato de magnesio (MgSO_4) y/o nitrato de magnesio $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

Además se puede pulverizar con hojas tiernas, con nitrato de magnesio $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

La deficiencia de cinc (Zn) es de común ocurrencia en los suelos con pH 7,5 y más. También está asociada a huertos en los que se aplican dosis altas de guano en especial el de ave que tiene un pH alto (sobre 8,0).

Los síntomas aparecen tempranamente en la temporada, se manifiesta con el atraso en la brotación, las hojas se ponen cloróticas y de menor tamaño ("Little leaf").

Cuando la deficiencia es menor, la reducción del tamaño de las hojas no es tan notoria y hay clorosis intervenal, que toma una apariencia de moteados.

Las flores se vuelven de color pardo. Según sea la gravedad de la deficiencia, se reduce el tamaño de las hojas y el crecimiento de los brotes.

Corrección de Deficiencia

Esta deficiencia se corrige con diferentes tratamientos:

Pulverización con 1 kg de sulfato de cinc/1000 lt de agua, neutralizado con 30 cc/100 lt de solución concentrada de soda cáustica (la que se prepara con 1 kg de NaOH/1 lt de agua y de esta solución se miden los 30 cc/100 lt). Esta pulverización debe realizarse después de la floración, cuando los pistilos toman color pardo y/o los brotes son de aproximadamente 20 - 30 cm de largo.

NOTA: no debe mezclarse el cinc (Zn) con aplicaciones de cobre (Cu) ya que se pierde su efectividad.

En algunos países se estila clavar recortes de lata cincada en las ramas principales, lo que ha dado resultados, aunque no inmediatos.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

Esta afecta a la formación de clorofila. Los síntomas aparecen a mediados de la temporada, se produce una clorosis al costado de las venas de la lámina, la que toma un color amarillento; no afecta al tamaño de las hojas.

Corrección de Deficiencia

Se puede usar un producto comercial portador de este elemento. Como esta carencia es pH dependientemente se aconseja incorporar ácido sulfúrico (H_2SO_4) y o ácido fosfórico (H_3PO_4) al sistema de riego tecnificado. En el mercado de la industria de los fertilizantes existen mezclas NPK ácidas que se aplican al fertirriego.

- **Boro (B)**

Deficiencia

El boro (B) es un elemento que tiene un rango estrecho entre deficiencia y toxicidad.

La deficiencia se manifiesta por la presencia de brotes débiles, internudos cortos y el árbol toma una forma arbustiva. Las hojas se tornan cloróticas y se produce defoliación. En casos severos de deficiencia, los terminales se necrosan ("die back").

La toxicidad se manifiesta preferentemente desde mediados a fines de temporada, produciendo un daño en las hojas, en las que se presenta necrosis en el ápice y luego en los bordes de la lámina. Si la toxicidad es severa, la necrosis avanza hacia el área intervenal.



Corrección de Deficiencia

La deficiencia de boro (B) se corrige aplicando al suelo entre 500 y 800 gramos de bórax por árbol, esparciéndolo bajo la copa. Se recomienda hacer esta aplicación en otoño o invierno.

Pulverizar con productos comerciales portadores de boro. Además aplicar ácido bórico (H_3BO_3) al sistema de riego tecnificado es una alternativa.

- **Cloruro (Cl)**

Exceso

El exceso produce necrosis de las hojas terminales, estos síntomas aparecen en verano, este síntoma es parecido al exceso de boro (B), el análisis foliar va a confirmar esto. Además se debe analizar el agua de riego.

Fuente: (5) (6) (23) (27) (37) (38) (39) (40) (45) y (49).



4.13. OLIVO

(Olea europea L)



4.13.1. Tipo de tejido a muestrear

Hojas con pecíolos de la parte media del brote del año, tomadas a fines de enero o en la primera quincena de febrero. Se recomienda tomarlas a la misma altura y en igual exposición.

4.13.2. Niveles críticos

Cuadro 22. Niveles críticos para Olivos (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 1,0	1,5 - 2,8	
Fósforo	P	%	< 0,6	0,10 - 0,30	
Potasio	K	%	< 0,8	> 1,0	
Calcio	Ca	%	< 0,4	> 0,8	
Magnesio	Mg	%	< 0,1	> 0,15	
Cinc	Zn	ppm	< 6	10 - 30	
Manganeso	Mn	ppm	< 20	> 20	
Hierro	Fe	ppm	< 40	40 - 200	
Boro	B	ppm	< 15	20 - 150	> 185
Cobre	Cu	ppm	< 4	> 5	
Cloruro	Cl	ppm			> 0,5
Sodio	Na	ppm			> 0,2

Fuente. Imagen de olivo extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

Otros autores proponen los siguientes contenidos críticos:

Cuadro 23. Niveles críticos para Olivos (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos	
			Deficiencia	Adecuado
Nitrógeno	N	%	0,9 - 1,0	1,3 - 2,0
Fósforo	P	%	0,03 - 0,05	0,15 - 0,20
Potasio	K	%	< 0,8	0,8 - 1,2
Calcio	Ca	%	< 0,4	> 0,8

Cuadro 24. Niveles críticos para Olivos (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos	
			Deficiencia	Adecuado
Nitrógeno	N	%	< 0,9	1,3
Fósforo	P	%	0,3	0,15
Potasio	K	%	0,1	0,8

El olivo presenta un mejor desarrollo en suelos bien abastecidos de calcio (Ca) y bien drenados. Bajo estas condiciones, es poco relevante la calidad del suelo, ya que se trata de una especie rústica.

4.13.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección.

- **Nitrógeno (N)**

El nitrógeno (N) es importante para el rápido desarrollo del árbol, así como el fósforo (P) lo es para la fructificación y el potasio (K) para la formación de los frutos (mayor tamaño). Junto a lo anterior, el nitrógeno (N) influye en la producción de un alto contenido de aceite. Al igual que otros frutales, es fundamental que la planta disponga del agua necesaria.

Deficiencia

Mucho antes que los síntomas de deficiencia se hagan presentes, se produce una disminución del rendimiento, razón por la que se recomienda controlar aquello con un análisis foliar. La carencia de nitrógeno (N) produce hojas pequeñas y con forma de "bote", clorosis y caída prematura de las hojas nuevas. Lo mismo sucede al existir una deficiencia de fósforo (P) o magnesio (Mg). Esta especie tiene una gran respuesta a los fertilizantes nitrogenados, que son los más utilizados para el olivo, ya que mejora el rendimiento.



En invierno, el contenido de nitrógeno (N) es menor que en verano. Cuando la relación N/P es de 16-6,5 no hay deficiencia de nitrógeno (N) y cuando esta es igual a 20 no hay deficiencia de fósforo (P).

La alternancia en la producción es una característica de esta especie: una gran producción tiene como resultado una baja producción al año siguiente y muchas veces sin floración, lo que se explica por el consumo de las reservas de nutrientes.

Existe una relación entre el contenido de nitrógeno (N) durante el invierno anterior a la temporada productiva, el que decrece tras la formación del fruto.

El contenido foliar de nitrógeno (N) es bajo en la temporada de invierno que antecede a una baja en la producción, para luego ir recuperándose en verano.

Lo anterior sugiere la conveniencia de reforzar la fertilización en el año productivo para poder aminorar el efecto de la alternancia. Con la poda se elimina una parte importante del follaje, lo que se realiza, cada ciertos años, después de cosecha. Esto afecta la composición foliar, situación que contribuye a la alternancia.

Corrección de Deficiencia

Se corrige usando un fertilizante portador de nitrógeno (N), que no tenga efecto acidificante, como por ejemplo el nitrato de amonio (NH_4NO_3).

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

Si bien esta deficiencia no es común, en caso de producirse, las hojas son de menor tamaño, no hay clorosis, pero se ponen de un color verde oscuro. Además, cesa el crecimiento de las ramillas y se registran una leve exfoliación.

Un alto contenido de fósforo (P) puede producir una deficiencia de boro (B).

Asimismo, se ha observado la existencia de un antagonismo entre fósforo (P) y potasio (K), motivo por el cual la aplicación de fósforo (P) debe ser hecha con un fundamento analítico.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando superfosfato triple, fosfato diamónico (DAP) el que se incorpora al suelo. Con riego por goteo, se incorpora al sistema ácido fosfórico (H_2PO_4), MKP, MAP y fosfato de urea.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

Al inicio de esta carencia, las hojas toman un color verde pálido que se asemeja a una deficiencia de nitrógeno (N). La deficiencia de potasio (K) produce clorosis apical, la que avanza hacia la base al acentuarse, para tomar un color bronceado y posteriormente una necrosis, también en los bordes de la lámina. Esto aparece en hojas viejas y luego en las más recientes, lo que es especialmente notorio en otoño e invierno.

Este síntoma se puede confundir con una carencia de boro (B), aunque en este último caso no se ven afectados los ápices de las hojas. Esta carencia afecta a la calidad del fruto, ya que influye sobre el tamaño de este y disminuye su porcentaje de aceite.

El potasio (K) presenta una tendencia similar a la carencia de nitrógeno (N); en el invierno que precede al año "productivo", el potasio (K) está en un nivel de 0,9%, el que luego decae a valores de 0,6% o menos en el invierno del año que precede a la "baja producción". Hacia el mes de octubre, este porcentaje sube rápidamente hasta un máximo de -aproximadamente- 1% en el mes de febrero. Este valor se mantiene en el invierno del año siguiente, con valores bajos en los meses de abril, mayo y junio del año "productivo", lo que contrasta con los contenidos de potasio (K), más altos en el invierno que precede a la temporada de "baja producción".

Se ha establecido que existe una buena correlación entre el contenido de potasio (K) y el rendimiento, no así con los niveles de nitrógeno (N) o de fósforo (P) en las hojas.

Cuando el contenido es de 0,3% (b.p.s) se está en una condición de deficiencia. Un exceso produce antagonismo con el magnesio (Mg). En años de buena producción los niveles de potasio (K) son menores que en los años de baja producción por el efecto de dilución.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo sulfato de potasio (K_2SO_4) y /o cloruro de potasio (KCl). Alternativamente se puede incorporar al sistema de riego tecnificado nitrato de potasio (KNO_3).

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

No se han observado deficiencias de calcio (Ca) en suelos con pH sobre 7,5.

Su carencia se caracteriza a través de los siguientes síntomas: reducción del desarrollo, necrosis foliar y exfoliación. Las hojas terminales cambian de color a verde grisáceo y luego si esta se agrava se produce necrosis. Las hojas que están desarrollándose son de menor tamaño y más anchas y el crecimiento se detiene. Las hojas tiernas tienen un contenido de calcio (Ca) equivalente a la mitad del que tiene las hojas maduras.



Existe una relación entre calcio (Ca) y magnesio (Mg): si las hojas tienen un bajo contenido de calcio (Ca), el magnesio (Mg) es alto; lo inverso se produce con un contenido alto de calcio (Ca). Valores bajos de calcio (Ca) se asocian a altos contenidos de potasio (K). El pH bajo limita el desarrollo del olivo.

Los olivos son sensibles a la falta de calcio (Ca), los síntomas de deficiencia aparecen más tempranamente que en otras especies tales como manzano y peral.

Corrección de Deficiencia

Esta deficiencia se soluciona aplicando cal al suelo (CaCO_3) para elevar calcio (Ca) en CIC de suelo.

En suelos de pH ácidos se recomienda encalar antes de plantar. En plantaciones establecidas se puede incorporar al sistema de riego nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; árboles con severa deficiencia tienen contenidos de 7 a 13 ppm (b.p.s), en las hojas.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

No es de común ocurrencia la deficiencia de magnesio (Mg). Esta se manifiesta a través de una clorosis que se desarrolla desde el ápice hasta la base de la hoja. Cuando el síntoma es más severo, hay exfoliación, particularmente en las ramillas terminales, ya que las hojas más nuevas se ven afectadas. Finalmente se compromete el rendimiento.

Corrección de Deficiencia

Se corrige incorporando al suelo sulfato de magnesio (MgSO_4) (Sal de Epsom).

Alternativamente se puede pulverizar con nitrato de magnesio $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ o bien incorporándolo al sistema de riego tecnificado.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Existe poca información sobre este elemento en la nutrición del olivo; en cambio, esta deficiencia es particularmente común en otras especies frutales. En huertos productivos de California y en el sur de Australia, se han registrado niveles del orden de 15 a 20 ppm.

Esta carencia afecta al desarrollo de los brotes.

Corrección de Deficiencia

Si se riega por goteo, se recomienda incorporar ácido sulfúrico (H_2SO_4) o ácido fosfórico (H_3PO_4) para reutilizar bicarbonato del agua de riego. También se puede pulverizar con cinc (Zn- EDTA) o con sulfato de cinc ($ZnSO_4$) al 0,3% (300gr/100 lt de agua), neutralizando con 30 cc/100 lt. de solución concentrada de hidróxido de Na (NaOH). Estas pulverizaciones se hacen en primavera.

- **Boro (B)**

Deficiencia

La deficiencia de boro (B) produce clorosis en las hojas, las que luego se necrosan. Hay ramillas muertas ("die back") y acortamiento de los entrenudos. La clorosis es notoria en los meses de invierno y a inicios de la primavera. En la corteza se producen manchas necróticas de color pardo, de forma irregular. Las hojas se hacen más pequeñas y hay una notoria exfoliación y/o caída prematura de las hojas. Quizás el síntoma más notorio de esta carencia es la deformación del fruto o "Monkey Face" ("cara de mono"). Además, los brotes terminales frecuentemente mueren, mientras que las ramillas toman un aspecto conocido como "escoba de bruja".

Cuando la deficiencia es moderada, hay caída de frutos en enero y febrero; mientras que cuando la deficiencia es más severa, se produce una falla en la floración y la aparición de manchas "corchosas" en las ramas y el tronco.

Las hojas del olivo no acumulan boro (B), cosa que no ocurre en otros frutales que son sensibles al exceso de este elemento, esto con el consiguiente daño. La carencia afecta severamente a la productividad.

Corrección de Deficiencia

Esta deficiencia se corrige aplicando boro al suelo. Estos tratamientos no han producido toxicidad, ya que este árbol tiene una gran tolerancia a excesos de este elemento, pues no acumula boro (B) en las hojas.

Alternativamente se puede pulverizar con Solubor o Speedfol® B SP en brotes tiernos.

- **Sodio (Na) – Cloruros (Cl) y Boro (B)**

El olivo es tolerante a condiciones salinas con altos contenidos de cloruro de sodio (NaCl) y carbonato de sodio ($Na_2 CO_3$) (Valle del Río Copiapó y área de Huasco Bajo en el Valle del Río Huasco). Las distintas variedades tienen diferentes niveles de tolerancia. Aparentemente, en las áreas señaladas no se han producido síntomas anómalos (clorosis).

En el área de Negev (Israel), se señala que los contenidos foliares de sodio (Na) son de 0,2% en huertos de bajo rendimiento.



Algunos autores señalan que en caso que el sodio tenga 0,42 y el cloruro 0,65% se produce quemadura en las hojas y en hojas sin síntomas los contenidos serían de 0,09% de sodio (Na) y de 0,14% de cloro (Cl).

La sensibilidad a estos elementos varía entre variedades.

Corrección de Deficiencia

Una vez analizando el suelo alcalino se recomienda habilitarlo, lavando el perfil y/o agregando ácido sulfúrico (H₂SO₄) al sistema de riego (20 - 26 kg/ha/año).

- **Cobre (Cu) – Hierro (Fe) y Manganeso (Mn)**

En la nutrición del olivo, poco se sabe del requerimiento de estos nutrientes. Bouat señala que en “Huertos del Mediterráneo”, obtuvo las siguientes cifras en las hojas (Cuadro 25).

Cuadro 25. Interpretación de Niveles según Bouat.

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Mínimo	Máximo	Promedio
Cobre	Cu	ppm	1,5	78	9,0
Hierro	Fe	ppm	40	460	134
Manganeso	Mn	ppm	5,0	164	36

Fuente: (3) (5) (10) (27) (28) (38) (39) (40) (45) y (56).



4.14. PALTO

(Persea americana Mill)



Generalidades

El palto se puede desarrollar en una amplia gama de suelos, siempre que estos estén bien drenados. Es muy susceptible a bajas concentraciones de O_2 en la zona radicular. Además, el exceso de humedad ya sea presencia de nivel freático y/o exceso de agua de riego, favorecerá la infestación con el hongo phytophthora, lo que puede provocar su muerte. A diferencia del limonero, esta especie no presenta síntomas visuales claros de deficiencias.

4.14.1. Tejido y época a muestrear

Se recomienda hacer el análisis foliar cuando el árbol entra en producción.

Se toma la hoja de entre 6 y 7 meses de edad del brote de primavera, sin frutos y no sombreadas (40 a 50 hojas).

Las hojas deben estar libres de clorosis, quemaduras de sol y del ápice ("tip burn"), daño provocado por insectos u otras causas. Las hojas muestreadas deben representar al árbol promedio de un sector homogéneo del huerto. La época para la toma de esta muestra es entre el 15 de febrero y fines de marzo.

El portainjerto puede influir sobre la composición nutricional de la variedad, por esta razón, la muestra debe incluir hojas de una misma variedad y patrón. Los árboles que han sido anillados deben muestrearse separadamente.

Fuente. Imagen de palto extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.14.2. Niveles críticos

Cuadro 26. Niveles críticos para Palto (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno var. Fuerte	N	%	< 1,6	1,6 - 2,0	> 2,0
Nitrógeno var. Hass	N	%	< 1,5	2,1 - 2,4	> 2,7
Nitrógeno otras variedades.	N	%	< 1,4	2,0 - 2,2	> 2,6
Fósforo	P	%	< 0,05	0,08 - 0,25	> 0,3
Potasio	K	%	0,35	0,75 - 2,0	> 3,0
Calcio	Ca	%	0,5	1,0 - 3,0	> 4,0
Magnesio	Mg	%	0,15	0,25 - 0,80	> 1,0
Azufre	S	%	0,05	0,20 - 0,60	> 1,0
Cinc	Zn	ppm	10 - 20	30 - 50	> 300
Manganeso	Mn	ppm	10 - 15	30 - 250	> 1000
Hierro	Fe	ppm	20 - 40	50 - 200	> 300
Boro	B	ppm	< 10	25 - 50	> 120
Cobre	Cu	ppm	2 - 3	5 - 15	> 20
Cloruro	Cl	%		0,07 - 0,23	> 0,25
Sodio	Na	%		0,01 - 0,06	> 0,25

4.14.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

La carencia de este elemento afecta el desarrollo, generando brotes cortos y delgados, las hojas nuevas toman un color anormalmente rojizo y brillante, el follaje adquiere un color verde pálido en verano y otoño, se producen una quemadura que avanza desde el ápice hasta la base de las hojas de "flush" de primavera y luego se caen (abscisan). Cuando la deficiencia es severa, las hojas se tornan amarillas.

La relación entre el rendimiento y el nitrógeno (N) sigue el patrón de la ecuación de Mitcherlich y se gráfica como sigue:



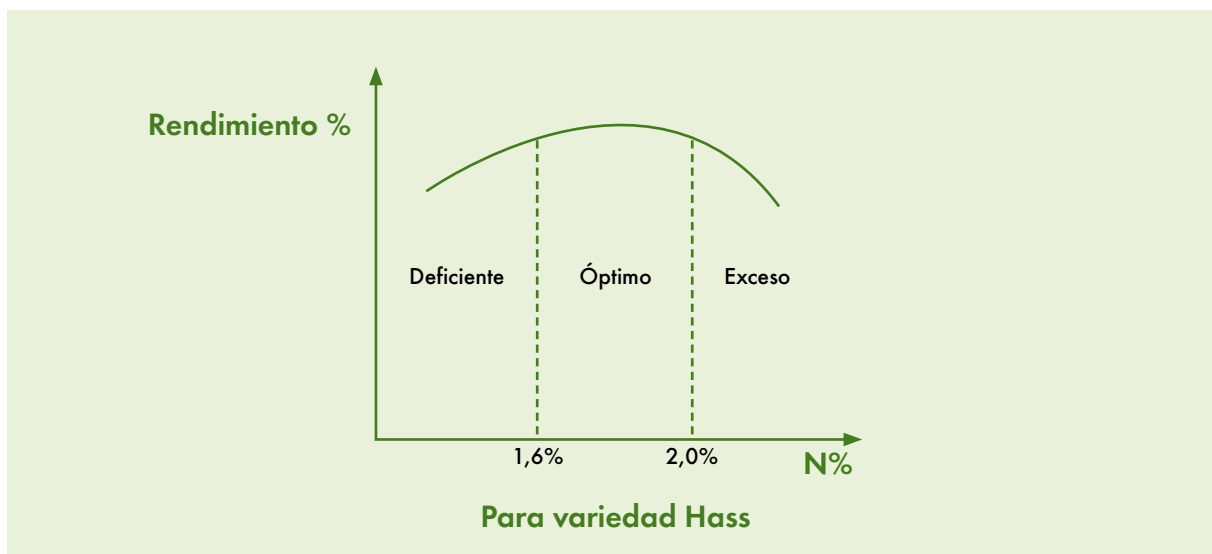


Figura 4. Curva de relación entre el rendimiento y el nitrógeno (N) que sigue el patrón de la ecuación de Mitcherlich.

De este gráfico se concluye que el rango para una mejor producción, está entre 1,6% y 2,0% de nitrógeno (N) total. Un exceso de nitrógeno (N) induce una disminución en la productividad (rendimiento), el que según sea este puede afectar la producción de los próximos años. Aparentemente, este índice nutricional se adapta a distintas variedades.

Asimismo, se ha comprobado que la alternancia en la producción de esta especie tiene directa relación con la época de cosecha. En las plantas cosechadas tempranamente, el nivel de nitrógeno (N) es más alto que en aquellas que se cosechan más tardíamente, ya que este fruto está compitiendo con la reserva de carbohidratos.

Las hojas de los árboles cosechados tempranamente acumulan más carbohidratos y habría un efecto de dilución sobre la concentración de nitrógeno (N).

El anillado produce más fruta y, luego, el contenido foliar de nitrógeno (N) disminuye en comparación con aquellos que no fueron sometidos a esta práctica.

Cuando se utiliza riego tecnificado, por lo general se produce una buena floración y cuaja. Posteriormente, se recomienda aumentar la dosis de nitrógeno (N), ya que en estas condiciones el crecimiento tiende a detenerse y al existir menor follaje, se pueden producir -durante el otoño- "quemaduras de sol".

Debe tenerse cuenta que el mayor requerimiento de nitrógeno (N) es en la época de floración y fructificación. Por esa razón, se recomienda que este nutriente se aplique antes de julio y agosto. Cabe señalar que las pulverizaciones con nitrógeno (N) no han demostrado ser eficientes.

Las hojas maduras son más pequeñas y de color verde amarillento; a medida que esta carencia se puede producir una quemadura desde el ápice a la base y luego se produce abscisión.

Esta carencia afecta negativamente el rendimiento. Es importante señalar que el exceso produce infertilidad, esto afecta seriamente el rendimiento.

Existe evidencia que las cosechas tardías inducen el añerismo.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando urea al suelo, como también a través del riego tecnificado con productos nitrogenados solubles tales como nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, especialmente en aquellos suelos con pH sobre 7, 0.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

La deficiencia de fósforo (P) se manifiesta por la reducción del crecimiento -con hojas de menor tamaño y redondeadas- que se tornan de un color verde pardo con quemaduras. No obstante, el fósforo (P) es de poco gasto, sus niveles críticos son de 0,08% a 0,2%, por lo que esta carencia es poco común en esta especie.

Se puede producir defoliación prematura y hay reducción del desarrollo radicular.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo un fertilizante portador de fósforo (P). También se puede inyectar ácido fosfórico (H_2PO_3), fosfato monoamónico, fosfato de urea o fosfato monopotásico al sistema de riego tecnificado.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

Esta deficiencia, al igual que la del fósforo (P), no es de común ocurrencia en el país. Cuando ocurre, el desarrollo del árbol y el tamaño de las hojas se reducen; hay clorosis y se produce la muerte de las ramillas ("die back"). En invierno, las nervaduras de las hojas maduras adquieren un color verde pardo y se producen quemaduras en los bordes.

Hay respuesta a la aplicación de potasio (K) cuando el contenido de este elemento, en las hojas próximas a los terminales, es de 0,6% a 2,5%.



Las hojas son más angostas y de menor tamaño, a finales del verano aparecen manchas de color pardo las que más avanzada la temporada evolucionan en manchas necróticas a lo largo del margen y/o el ápice. El árbol es de menor tamaño y el rendimiento se ve afectado.

Corrección de Deficiencia

En suelos con pH > 7,5 se corrige fertilizando con sulfato de potasio (K_2SO_4) y nitrato de potasio (KNO_3) si bien, agricultores en suelos con pH igual o menor a 7.0 aplican cloruro de potasio (KCl), se debe considerar que el palto es sensible a cloruros. Estos productos pueden ser incorporados al sistema de riego tecnificado.

- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

La carencia de calcio (Ca) es de rara ocurrencia y su déficit produce quemadura apical ("tip burn"). Los contenidos muy bajos o muy altos indican con seguridad que existe un desequilibrio con otros elementos. Esta carencia se evidencia por la presencia de quemadura apical ("tip burn").

Corrección de Deficiencia

Se corrige como enmienda con cal dolomita y/o yeso aplicado directamente al suelo con el propósito de nivelar la participación de este elemento en el complejo de intercambio del suelo, respecto a otros cationes tales como potasio (K), magnesio (Mg) y sodio (Na).

Se corrige también aplicando nitrato de calcio $Ca(NO_3)_2$ al sistema de riego tecnificado.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

Esta carencia puede producir una disminución del desarrollo del árbol y existe un menor vigor y clorosis en el follaje.

Desde primavera las hojas toman un color verde pálido y más avanzada la temporada la lámina entera es de color amarillento; sin embargo en invierno estas mismas hojas muestran zonas necróticas entre las venas y ocasionalmente en los márgenes. Algunos de estos síntomas pueden confundirse con la deficiencia de cinc (Zn) o manganeso (Mn).

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo sulfato de magnesio ($MgSO_4$) o nitrato de magnesio $Mg(NO_3)_2$. También se incorporan estos productos al riego tecnificado.

Alternativamente se puede pulverizar con nitrato de magnesio $(MgNO_3)_2$ al 2%, esto con brotes tiernos en primavera u otoño.

- **Azufre (S)**

Deficiencia

No existe evidencia de deficiencia o de exceso de azufre en paltos. En todo caso un exceso no tendría un efecto negativo.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

La deficiencia se manifiesta al producirse hojas de menor tamaño y de color verde pálido (clorosis). En su inicio hay zonas intervenales de color amarillento y cuando la deficiencia es severa, las ramillas se acortan y las hojas terminales se rosetean. Posteriormente aparecen puntos necróticos y se produce la muerte de las ramillas ("die back").

Los frutos son muy pequeños y susceptibles a las quemaduras de sol. Curiosamente, estos síntomas no se presentan igual en todas las ramas y varían de árbol en árbol. Las variedades que producen frutos con forma de pera (variedades Fuerte y Hass), adquieren una forma redondeada y de menor tamaño, lo que es muy característico y fácil de visualizar.

La translocación de cinc (Zn) de un tejido tanto joven como maduro, es muy improbable o nula.

En general esta carencia de cinc (Zn) no afecta el crecimiento del árbol, pero si a la calidad del fruto.

Corrección de Deficiencia

Aplicando sulfato de cinc ($ZnSO_4$) al suelo cuando este tiene un pH menor de 6,5.

Se corrige pulverizando con 1 kilo de sulfato de cinc por 1000 lt de agua, ambos neutralizados con una solución concentrada de hidróxido de sodio (30cc NaOH/100 lt). Las correcciones foliares son buenas alternativas, debido a esto se obtienen resultados en terrenos de difícil acceso a través aplicaciones hechas por avión o helicóptero. Además, estas pulverizaciones son más eficientes cuando se hacen con brotes tiernos y se agrega un adjuvante.

Las dosis propuestas para la aplicación de sulfato de cinc ($ZnSO_4$) al suelo de pH neutro a ácido son (Cuadro 27).



Cuadro 27. Aplicación de sulfato de cinc al suelo de pH neutro a ácido.

Edad de la planta	Kg / árbol
2	0,3
5	0,3 - 1,0
7	0,6 - 1,2
10	1,0 - 1,5
15	1,2 - 2,3
20	1,4 - 2,9

La aplicación de Zn- EDTA al sistema de riego ha dado buenos resultados (*).

(*): Se recomienda utilizar una tapa en el estanque de preparación solución madre debido a la degradación del quelato por efecto de la luz.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

Esta deficiencia se caracteriza por presentar puntos en las hojas con una ligera decoloración, los que pueden adquirir un color amarillento. Cuando es más severa, las nervaduras se mantienen de color verde y las ramillas son de menor tamaño, con hojas pequeñas y apretadas ("rosette"). La deficiencia severa provoca la muerte de las ramillas ("die back"). Estos síntomas son más severos a medida que avanza la temporada y se pueden confundir con la carencia de cinc (Zn) o magnesio (Mg). El palto es muy hábil para absorber el manganeso (Mn) del suelo, salvo cuando este es de pH alcalino.

En la lámina se aprecian manchas de color claro y a medida que esta carencia avanza se puede producir amarillamiento en general y hay caída de hojas. No se ha observado que esta tenga efecto sobre el desarrollo del árbol o calidad del fruto. Hojas con una ligera deficiencia pueden tener contenidos de 12-16 ppm y si esta es severa 5-8 ppm.

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando con sulfato de manganeso ($MnSO_4$), al 0,4% (400 gr/100 lt de agua), neutralizado con 30 cc/100 lt de solución concentrada de hidróxido de sodio (Na OH) en 100 lt de agua.

La aplicación de este producto al suelo es muy poco eficiente. También se puede acidificar el suelo mediante el uso de ácido sulfúrico (H_2SO_4) incorporado al sistema de riego, o bien azufre (S) aplicado al suelo.

Se puede usar un fungicida portador de este elemento, esto como complemento.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

Los síntomas de esta carencia son fáciles de distinguir: clorosis intervenal y hojas de menor tamaño y más delgadas, que pueden tomar un color amarillento claro. Si esta es severa, se produce una quemadura apical ("tip burn"), defoliación y muerte de las ramillas ("die back"). Esta carencia se observa en suelos de pH alcalino (sobre 8,0) y los síntomas también pueden estar asociados a problemas de aireación del suelo (mal drenaje o exceso de agua de riego). Sin embargo, en un huerto estos síntomas no se observan en todos los árboles. Además, cabe señalar que hay deficiencia cuando el contenido foliar es menor a 40 ppm.

Corrección de Deficiencia

A pesar de que el Fe es muy abundante en la corteza terrestre, este puede no estar disponible si se encuentra en estado férrico (Fe^{+3}) (Hierro no soluble).

Se corrige acidificando el suelo con azufre (S), incorporándolo directamente o aplicando ácido sulfúrico (H_2SO_4) en el sistema de riego. También se puede aplicar al suelo Fe- EDTA (0,4 kg/ árbol), o Fe- DTPA y FE- EDDHA dependiendo del pH del suelo y agua de riego. El sulfato ferroso ($FeSO_4$) aplicado al suelo no ha dado resultados satisfactorios.

- **Boro (B)**

Deficiencia

Los brotes son más cortos, las hojas de menor tamaño y de color verde amarillento, las hojas maduras presentan quemadura apical ("tip burn") y en los márgenes, los internudos son más cortos. Con contenidos sobre 20 ppm no debiera producirse deficiencia, la toxicidad se produce con contenidos sobre 100 ppm. La carencia afecta la floración y consecuentemente la fructificación; el crecimiento se retarda.

Las hojas nuevas se deforman y/o queman. La toxicidad produce puntos necróticos en la lámina y los bordes; sobre 100 ppm hay toxicidad.

En el país no se ha observado esta toxicidad pues las plantaciones existentes no están sobre suelos contaminados con boro (B).

Corrección de Deficiencia

Pulverizando en otoño y primavera (con brotes tiernos) con Solubor (1 kg /1000 lt. de agua), también puede pulverizar con bórax o ácido bórico o alternativamente con un producto comercial portador de boro (B).



- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

Esta deficiencia solo se ha observado en suelos ácidos y/o arenosos. En este caso, las hojas maduras toman un color verde oscuro y las nervaduras un color rojizo, el que a veces se extiende en la lámina. Si la carencia es grave, se produce exfoliación y muerte de las ramillas ("die back") y las yemas terminales colapsan. Esta deficiencia no se ha observado en el país.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando sulfato de cobre (CuSO_4) en suelos ácidos y orgánicos.

- **Cloruros (Cl)**

Deficiencia y Exceso

No se ha encontrado esta deficiencia en paltos, pero si es muy sensible al exceso de cloruros (Cl) y el síntoma más característico es la necrosis de apical ("tip burn") en las hojas maduras. Se ha comprobado que en estas hojas con contenido de cloruro (Cl), de más 0,75%, se produce necrosis en más de la mitad de la lámina. De ahí que el grado de necrosis entrega una idea de la intensidad de la contaminación.

Cuando esto ocurra, se debe tratar de lavar el suelo para lixiviar su contenido salino (la taza), lo que se recomienda hacer en invierno, procurando no mojar el cuello de la planta. Si se desea aplicar guano, este debe estar libre de cloruro (Cl); asimismo, hay que evitar el uso continuo de cloruro de potasio (KCl).

Esta deficiencia no se ha comprobado en paltos.

En casos extremos las hojas abscisan o caen prematuramente.

Hay una buena correlación entre el contenido de cloruros del suelo y el "tip burn".

La causa principal de este exceso está en el uso de aguas de riego contaminadas.

El exceso produce la quemadura del ápice ("tip burn ") en las hojas maduras; esto especialmente en verano, luego se produce abscisión.

En el valle de mallarauco, en verano, se presenta este síntoma.

- **Sodio (Na)**

Deficiencia

Este elemento no se considera un elemento esencial para el palto. También el sodio (Na) como el cloruro (Cl) proviene de agua de riego de mala calidad. El exceso se caracteriza por la presencia de pequeños puntos necróticos intervenales y/o en los márgenes de las hojas.

Este síntoma al igual que el exceso de cloruro (Cl) se presente en sectores del valle de Malla-rauco ya que las aguas de riego provienen del Río Mapocho y estas contienen este elemento, el que proviene de los detergentes que se usan en Santiago los que incorporan el hexametáfosfato de sodio que es un dispersante muy activo.

Para minimizar tanto el efecto de sodio como el de cloruro (Cl) es importante el manejo de riego.

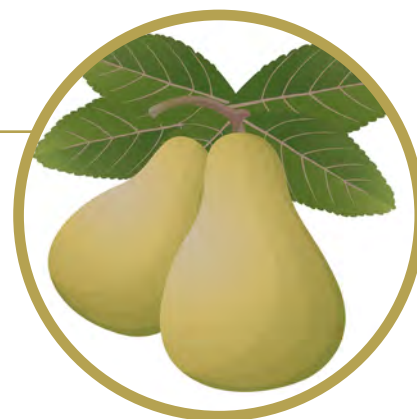
Fuente: (2) (5) (6) (17) (20) (28) (29) (35) (38) (39) (40) (45) (49) y (51).



4.15. PERAL

(*Pyrus comunis* L)

Esta especie tolera climas con temperaturas más altas que el manzano.



4.15.1. Tipo de tejido y época a muestrear

Hoja de dardo nuevo, del tercio medio del brote de la periferia, con o sin fruta (15 enero - febrero).

4.15.2. Niveles críticos

Los niveles críticos para el peral, que son muy similares a los del manzano, estos se presentan a continuación en Cuadro 28.

Cuadro 28. Niveles críticos para peral (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos		
			Deficiencia	Adecuado	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 1,8	2,0 - 3,0	
Fósforo	P	%	< 0,10	0,16 - 0,40	
Potasio	K	%	< 0,80	1,3 - 3,0	
Calcio	Ca	%	< 0,8	1,0 - 2,6	
Magnesio	Mg	%	< 0,20	0,25 - 0,4	
Cinc	Zn	ppm	< 15	15 - 70	
Manganeso	Mn	ppm	< 25	25 - 30	
Hierro	Fe	ppm	< 80	20 - 250	
Boro	B	ppm	< 16	20 - 60	> 90
Cobre	Cu	ppm	< 4	5 - 25	
Cloruro	Cl	ppm			> 0,3
Sodio	Na	ppm			> 0,25

Fuente. Imagen de pera extraída desde biblioteca de imágenes SQM.

4.15.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección.

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

La superficie foliar y el contenido de clorofila guardan una estrecha relación con el contenido de nitrógeno (N); mientras que la asimilación de CO₂ es disminuida por la interferencia de nitrógeno (N). Este elemento estimula el crecimiento y el rendimiento, aumentando el tamaño del fruto; sin embargo, el exceso retrasa la madurez, lo que es común en otras especies.

Los tejidos con alto contenido de nitrógeno (N) son más susceptibles al ataque de hongos, ya que los tejidos nuevos contienen más agua, creando un medio favorable a la infestación.

La mayor demanda por el nitrógeno (N) se produce en el período de floración, cuaja y el rápido desarrollo vegetativo (primavera y principios del verano).

Debilidad de los brotes y dardos, los que tienen pocas hojas las que son cloróticas y el desarrollo del árbol se ve disminuido.

Los niveles críticos son casi igual que para el manzano (2,0 a 2,5% b.p.s) medido este a mediados del verano.

Los frutos de árboles bien abastecidos de nitrógeno (N) son más productivos y el fruto es de mayor tamaño y la madurez se dilata.

Se presume que niveles de nitrógeno bajo 1,7% (b.p.s) debieran responder a la aplicación de este elemento.

Las aplicaciones de nitrógeno (N) en primavera han dado buenos resultados.

Las hojas muestran clorosis cuando hay carencia, además se reduce el crecimiento de las ramillas.

Corrección de Deficiencia

La carencia se corrige fertilizando con un portador de nitrógeno (N).

Las pulverizaciones con nitrato de potasio (KNO₃) solo se recomiendan cuando hay carencia de potasio (K).



- **Fósforo (P)**

Deficiencia

A diferencia de otros frutales, el peral es menos sensible a niveles bajos de fósforo (P) disponible en el suelo. La concentración de este elemento varía dentro de los mismos márgenes que en el manzano y su carencia produce quemadura marginal, disminuye el tamaño de las hojas y de los terminales del nuevo crecimiento. La fruta no madura uniformemente.

Algunas investigaciones señalan que el exceso de nitrógeno (N) deprime el contenido de fósforo (P) a pesar de que se haya fertilizado con este nutriente.

Se presume que el fósforo (P) mejora el rendimiento.

Esta carencia se manifiesta por la disminución del tamaño en las hojas y quemadura del ápice ("tip burn"), bajo crecimiento de los terminales "die back" de los brotes nuevos y problemas en la maduración del fruto.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo un fertilizante portador de fósforo (P) y/o incorporando ácido fosfórico (H_3PO_4) al sistema de riego tecnificado.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

La evolución del potasio (K) es similar a la del nitrógeno (N). Su deficiencia se manifiesta por quemaduras en las hojas, situación que es común en otras especies. La quemadura marginal aparece primero en las hojas maduras y en los brotes, mientras que las manchas necróticas son de color más oscuro que las que se presentan en los manzanos. En árboles deficientes se han encontrado niveles foliares de 0,5% de potasio (K) y menores, ya que el nivel de este elemento sobre 1% es considerado como normal. El contenido de potasio (K) disminuye con la aplicación de nitrógeno (N), magnesio (Mg) y calcio (Ca), aun cuando la suma de los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ se mantiene casi constante.

La deficiencia se produce bajo las mismas condiciones que para el manzano, esta afecta al desarrollo del árbol.

Se producen quemaduras en las hojas, en la base de los dados y brotes. Esta deficiencia influye en el calibre del fruto.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo cloruro o sulfato de potasio (KCl; K₂SO₄).

Alternativamente se puede pulverizar con nitrato de potasio (KNO₃) y/o incorporándolo al sistema de riego tecnificado.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

El síntoma de carencia es similar al del manzano, excepto porque en este caso, el área de necrosis se centra en el internudo de la hoja; la zona dañada es de color pardo oscuro a casi negro y tiene forma más elongada que en el manzano. Se ha demostrado que valores de 0,20% en las hojas afectadas, contrastan con valores de 0,26% en las hojas sanas de los terminales en la misma rama. En las hojas afectadas, el potasio (K) presenta valores altos comparados con el de las hojas sanas, donde este valor es menor ("antagonismo"). Las hojas sanas del peral presentan valores similares de magnesio (Mg) que las hojas sanas del manzano.

Corrección de Deficiencia

Se corrige aplicando al suelo una enmienda con cal dolomita o a través del fertirriego al aplicar sulfato de magnesio (MgSO₄). Alternativamente se puede usar nitrato de magnesio Mg(NO₃)₂ en el sistema de riego y/o pulverizando con este producto.

Es conveniente hacer un análisis foliar de potasio (K) y magnesio (Mg) ya que habría similitudes en los síntomas de carencia para estos elementos.

- **Manganeso (Mn) y Cinc (Zn)**

Deficiencia

La deficiencia de estos nutrientes se manifiesta por la clorosis y también puede producirse por toxicidad en suelos muy ácidos (pH 5,0 - 5,5), lo que se soluciona encalando de preferencia antes de plantar. Esta doble carencia afecta tanto al peral como al manzano, aunque el primero puede ser más susceptible que otras especies.

Es importante señalar que tanto el peral como el manzano se ven afectados cuando existen las mismas condiciones que inducen estas deficiencias.

Cuando este es de manganeso (Mn) hay clorosis intervenal. La toxicidad solo se produce en ciertas variedades cuando el suelo tiene pH 5,0 - 5,5. Las hojas pequeñas ("Little leaf"), rosetado y moteado son síntomas de deficiencia de cinc (Zn). Se ha sugerido que el peral es más sensible a esta carencia que otros frutales.



Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando con sulfato de cinc ($ZnSO_4$) cuando el árbol está en receso (invierno), con una dosis de 250 gr/100 litros de agua. Cuando se aplica a comienzos de temporada, hay que usar una concentración de 0,1%, la cual debe estar neutralizada con una solución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH) ya que de lo contrario se puede dañar el follaje. También, se ha obtenido buen resultado cuando se aplica un fungicida portador de manganeso (Mn), en caso que la deficiencia sea de cinc (Zn) y/o manganeso (Mn) la mezcla de 300 gr de ($ZnSO_4$) y 300 gr de ($MnSO_4$) en 100 lt de agua, neutralizada dicha mezcla con una 30 cc de una solución concentrada de hidróxido de sodio previamente preparada de 1000 kg de Soda Cáustica (NaOH) /1000 cc de agua.

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

La deficiencia de hierro (Fe) produce clorosis, síntoma común en otros frutales.

Aparece primero en las hojas nuevas terminales, donde la clorosis intervenal contrasta con el color verde de las nervaduras. A medida que esta carencia aumenta, la hoja se decolora, tomando un tono amarillento o casi blanco; luego se produce necrosis y las hojas abscisan tempranamente. Además, se puede producir muerte de las ramillas ("die back"). Según sea el patrón, hay diferencia en la susceptibilidad que tiene a esta carencia -relacionada con la presencia abundante de carbonatos- ya que en estas condiciones el hierro (Fe) del suelo es un ion férrico, casi insoluble. Esto también se produce cuando se riega con aguas calcáreas.

Los síntomas son parecidos a los del manzano.

El crecimiento de las ramillas puede ser delgado y escaso.

Es interesante destacar que cuando el potasio (K) es alto en las hojas cloróticas este puede inactivar al hierro (Fe) que en otras condiciones sería usado por la formación de clorofila y quizás el alto contenido de potasio (K) sería el responsable de la necrosis en hojas con severa deficiencia.

La clorosis inducida por el exceso de calcio (Ca) se presenta por la combinación de:

- a. Baja disponibilidad de hierro (Fe) en el suelo.
- b. La mineralización del hierro (Fe) en el árbol en formas que no son disponibles para la formación de clorofila.

Corrección de Deficiencia

En este caso se recomienda acidificar el suelo, aplicando azufre (S) o ácido sulfúrico en el sistema de riego porque ayuda a liberar el hierro (Fe). Este tratamiento permite también liberar el cinc (Zn) y el manganeso (Mn) que están insolubles en un medio alcalino.

- **Boro (B)**

Deficiencia

La deficiencia de boro (B) se manifiesta a través de ligeras depresiones en el fruto, especialmente en el extremo del cáliz. Cuando estas evolucionan se ve afectada la firmeza del fruto y bajo estas depresiones, se produce un tejido "corchoso". Esta malformación afecta a muchos frutos, las flores no cuajan, mientras que las ramillas son cortas y las hojas terminales son de menor tamaño, lo que afecta la calidad del fruto (partidura de la piel), con evidente consecuencia económica. Cabe destacar que en casos severos las ramillas pueden morir ("die back").

Corrección de Deficiencia

Se corrige con aplicaciones al suelo de bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7(\text{H}_2\text{O})_{10}$).

Las pulverizaciones con Solubor (1 kg/1000 lt de agua) en primavera, han dado buen resultado. La aplicación de ácido bórico en el sistema de riego tecnificado es recomendable.

- **Cobre (Cu)**

Deficiencia

La deficiencia de cobre (Cu) produce exantema (desorden) y muerte de las ramillas ("die back"), al igual que en el manzano. Las hojas terminales desarrollan lesiones necróticas en los márgenes y bandas paralelas a los bordes, de color pardo anaranjado; en casos severos el crecimiento terminal se detiene, las hojas son pequeñas y se limita la fructificación, en consecuencia se ve afectado el rendimiento. La muerte de las ramillas da un aspecto de "escoba de bruja" y su corteza se vuelve áspera.

Corrección de Deficiencia

Se controla con aplicaciones al suelo de sulfato de cobre (Cu SO_4) con 200 gr a 1 kg/árbol; o bien, pulverizaciones con Caldo Bordelés a comienzos de temporada. No se recomienda usar inyecciones en el tronco ya que las sales de cobre pueden producir severos daños.

Fuente: (6) (29) (35) (38) (39) (40) (45) (47) y (49).



4. 16. VIDES

(*Vitis vinífera* L)



4.16.1. Tejido y época a muestrear

Existen dos períodos de muestreo, durante floración y pinta.

Floración

Se utiliza el pecíolo de la hoja del tercio medio del cargador y opuesta al racimo, en plena flor. Otra opción es realizar el muestreo antes de floración (15 a 20 días), para poder detectar y anticipar cuando se produzca una carencia de nitrógeno (N) en época de flor y/o cuaja.

Pinta

Se utiliza hoja con pecíolo (enero en Zona Central).

4.16.2. Niveles críticos

Floración

Los niveles críticos correspondientes al muestreo foliar en flor, tanto para vides viníferas y uva de mesa se aprecian en Cuadros 29.

Cuadro 29. Niveles críticos para Vides Viníferas en pecíolo durante Floración (base peso seco). Y niveles críticos de nitrógeno para variedades de Uva de Mesa, pecíolo durante Floración (base peso seco).

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos				
			Deficiencia	Bajo	Adecuado	Alto	Exceso
Nitrógeno total ^{1/-}	N	%	< 0,6		0,7 - 0,8		> 0,9
Nitrógeno total ^{2/-}	N	%	< 1,0		1,3 - 1,5		> 1,5
N Nítrico ^{3/-}	N-NO ₃	ppm	< 350	350 - 500	500-1200	> 1200	> 2000
Nitrógeno total ^{4/-}	N	%	< 0,5	0,5 - 0,8	0,9 - 1,2		> 1,5
N Nítrico ^{5/-}	N-NO ₃	ppm	< 320	320 - 600	600 - 1100	> 1100	> 2000
Fósforo	P	%	< 0,10	0,10 - 0,14	0,15 - 0,30	> 0,40	
Potasio	K	%	< 1,0	1,0 - 1,4	1,5 - 2,5	> 3,0	
Calcio	Ca	%	< 0,75	0,75 - 1,4	1,5 - 2,5	> 3,0	
Magnesio	Mg	%	< 0,20		0,24 - 0,40		
Cinc	Zn	ppm	< 20	20 - 24	25 - 50	> 100	
Manganeso	Mn	ppm	< 20	20 - 24	25 - 300		
Hierro	Fe	ppm	< 15	15 - 49	50 - 100	> 100	
Boro	B	ppm	< 25	25 - 29	30 - 70	71 - 100	100 -150
Cobre	Cu	ppm	< 3,0	3,0 - 4,9	5,0 - 20	> 20	
Cloruro	Cl	%					> 0,5
Sodio	Na	%					> 0,5

Fuente: Razeto (2004), citado por Palma (2006), citado por Valdes, (2010 y 2012). Comunicación Personal.

- 1/ Nitrógeno total determinado bajo método Kjendahl para uvas viníferas en pecíolo durante plena floración.
- 2/ Nitrógeno total (Kjendahl) para uvas verdes como Thompson seedless y Sugaone seedless en pecíolo durante plena floración.
- 3/ Nitrógeno nítrico (N-NO₃) tradicional Lab. para variedad Thompson seedless, en pecíolo en floración.
- 4/ Nitrógeno total (Kjendahl) para uvas var. de color rojo como Flame seedless, Red S., Red Globe y Crimson S., en pecíolo en flor.
- 5/ Nitrógeno nítrico (N-NO₃) tradicional Lab. No se especifica variedad, en pecíolo en floración.

Nota: Pecíolo de hoja opuesta al primer racimo del brote, en la floración.



Pinta

Los niveles críticos correspondientes al muestreo foliar en pinta, para uva vinífera se aprecian en Cuadro 30 y para uva de mesa cuadro 31.

Cuadro 30. Niveles de referencia para análisis foliar en Vid Vinífera, muestreo de lámina al estado fenológico de Pinta (base peso seco) (*), valores corresponden a tejido de hoja madura.

Niveles de Referencia para análisis foliar en Vid Vinífera. Muestreo de Lámina al estado fenológico de Pinta				
Nutriente	Unidad	Niveles		
		Deficiencia	Adecuado	Excesivo
N	%	< 1,0	1,5 - 2,8	> 4,0
P	%	< 0,1	0,16 - 0,25	> 2,6
K	%	< 0,8	1,1 - 1,6	> 4,0
Ca	%	< 1,2	2,0 - 4,0	> 0,8
Mg	%	< 0,15	0,2 - 0,5	> 0,5
S	%	< 0,1	0,2 - 0,4	> 0,25
Na	%	< 0,02	0,05 - 0,12	> 0,3
Cl	%	< 0,1	0,15 - 0,3	> 0,6
Fe	mg*kg ⁻¹	< 35	40 - 100	450
Mn	mg*kg ⁻¹	< 20	40 - 100	300
Zn	mg*kg ⁻¹	< 20	25 - 40	100
Cu	mg*kg ⁻¹	< 4	18 - 34	300
B	mg*kg ⁻¹	< 25	30 - 50	

Fuente: Adaptado de Clarke et al (1986; 1997), citado por Razeto 2011

(*): Se estima que estos niveles críticos son válidos para diversos patrones en la época de pinta.

En el Cuadro 31 se aprecia la interpretación de análisis de lámina al momento de pinta en uva de mesa.

Cuadro 31. Interpretación de análisis de hoja madura durante Pinta en Uva de Mesa.

Elemento	Símbolo	Unidad	Niveles Críticos				
			Deficiencia	Bajo	Adecuado	Alto	Exceso
Nitrógeno	N	%	< 1,6	1,6 - 1,9	1,9 - 2,5	2,5 - 3,2	> 3,2
Fósforo	P	%	< 0,13	0,13 - 0,16	0,16 - 0,35	> 0,40	
Potasio	K	%	< 0,7	0,7 - 0,9	1,0 - 1,8	> 1,8	
Calcio	Ca	%		< 1,8	1,8 - 3,5	> 3,5	
Magnesio	Mg	%	< 0,22	0,22 - 0,25	0,25 - 0,50	> 0,6	
Cinc	Zn	ppm	< 18	18 - 28	28 - 150	> 150	
Manganeso	Mn	ppm	< 20	20 - 30	30 - 250	> 300	
Hierro	Fe	ppm	< 40	40 - 60	60 - 250	> 250	
Boro	B	ppm	< 15	16 - 25	30 - 80		> 200
Cobre	Cu	ppm	< 3,5	4,0 - 4,5	5,0 - 20	> 20	
Cloruro	Cl	%					> 0,6
Sodio	Na	%					> 0,3

Fuente: Razeto, 2004, citado por Palma (2006), adaptado por Valdes (2012). Comunicación Personal.

4.16.3. Síntomas de deficiencia y exceso de los principales nutrientes y recomendaciones para su corrección

- **Nitrógeno (N)**

Deficiencia

Este nutriente es el de mayor consumo, tanto en la vid como en los otros frutales y la relación con el fósforo (P) es de 1/8 en vides de mesa y 1/4 en vides viníferas.

La planta usa el nitrógeno (N) para formar proteínas, las que constituyen la base de la formación celular (protoplasma). Además, es un importante constituyente de los aminoácidos y de la clorofila, por los que su carencia afecta seriamente el desarrollo de la planta y, consecuentemente, su rendimiento.

Para la mejor estrategia de control, es importante considerar que el requerimiento de nitrógeno (N) es crítico durante el período de rápido crecimiento de los brotes y el desarrollo de las bayas, por lo que se sugiere tener incorporado este nutriente antes del inicio de la brotación, lo cual se logra con una buena estrategia nutricional de postcosecha.



Se reduce el rendimiento. La palidez de la hoja no es fácil de detectar por lo tanto es el análisis foliar el que daría la pauta de la existencia de esta carencia. Los brotes y pecíolos presentan color rosado a rojo. Además, existe el "test" para determinar el contenido de nitratos, en terreno, se hace con el reactivo de difenilamina (0,2 gr de difenilamina/100 cc de ácido sulfúrico concentrado). Se aplica una gota en un pecíolo partido en sentido vertical y, de acuerdo a la intensidad del color azul, se estima si hay o no la presencia de nitrato en contenido suficiente. Si la coloración azul es débil o no se hace presente, hay carencia de nitrógeno (N) y por lo tanto, procede su aplicación.

El exceso tiene síntomas más definidos que los de carencia y esto puede afectar el rendimiento; el follaje toma un color verde oscuro intenso y el vigor es exagerado, donde los internudos son alargados, los cargadores no maduran (infertilidad de yema) y esto reduce la cantidad de madera frutal. En casos extremos hay exudación y las hojas se ponen de color pardo y mueren. El exceso afecta la calidad del vino al producir sabor herbáceo.

Dado a que el nitrógeno (N) es bastante móvil en la planta, desde un órgano a otro. Aproximadamente un 50% del nitrógeno (N) presente en las hojas es devuelto a los tejidos de reserva antes de su caída en el otoño.

Corrección de Deficiencia

La dosis a aplicar depende de la edad patron o portainjerto, la fertilización anterior, el resultado del análisis foliar, el estado del desarrollo vegetativo y las características que se esperan del fruto. Esta información requiere ser evaluada por el especialista. Asimismo, debe tenerse presente que el fertilizante aplicado vía riego por goteo incrementa su eficiencia en relación al aplicado en surco.

- **Fósforo (P)**

Deficiencia

La extracción de fósforo (P) de este cultivo es mucho menor que la de otros nutrientes como el nitrógeno (N), potasio (K) y calcio (Ca), siendo las relaciones recomendadas tales como $N/P = 1/8$ a $1/10$ y $K/P = 1/7$ a $1/10$.

La planta es hábil para extraer el fósforo (P) del suelo y la movilidad dentro de ella explica que en general no se detecte una carencia en las vides. Antes de plantar, es importante el análisis del suelo, ya que permite conocer su potencial de fósforo (P).

No se conocen los síntomas externos de esta carencia en Chile, sin embargo cuando existen deficiencias puntuales se manifiestan aumentando su pigmentación roja en hoja y baya.

El P es un nutriente de alta movilidad en la planta, una vez metabolizado. Un 50 a 60% del P acumulado en el follaje es retransportado hacia los tejidos de reserva.

Corrección de Deficiencia

La incorporación de ácido fosfórico al sistema de riego es efectiva. Alternativamente la aplicación de fertilizantes granulados tales como fosfato diamónico, superfosfato triple y fosfato monoamónico son usados en riego tradicional.

- **Potasio (K)**

Deficiencia

El requerimiento de potasio (K) de una vid es comparable al del nitrógeno (N). La fuente de potasio (K) en el suelo proviene mayoritariamente de la mica y feldspatos los que al meteorizarse son gradualmente solubilizados. Así el potasio queda disponible para las plantas como ion potasio (K), adsorbido a la arcilla y/o a la materia orgánica. El suelo tiene una gran cantidad de potasio (K) relativamente insoluble, por lo que la determinación de su contenido debe ser para el potasio (K) disponible. Una parte del fertilizante se fija y es lentamente disponible; y esta fijación es proporcional a la cantidad y tipo de coloide del suelo, siendo esta mayor en suelos de textura fina y menor en suelos de textura gruesa. En riego tecnificado se determina el potasio soluble a través del análisis del extracto de saturación de suelo.

El potasio (K) es necesario para la formación de azúcar y almidones; para la síntesis de proteínas y la división celular; neutraliza los ácidos orgánicos y regula la actividad de los nutrientes minerales; y activa ciertas enzimas, ayudando a ajustar la relación con el agua en la planta. Su demanda es más alta en verano, cuando una gran cantidad de este elemento se acumula en el fruto que madura. Su deficiencia temporal está asociada, además, con producciones excesivas.

La deficiencia de potasio (K) se manifiesta a través de síntomas que varían entre clorosis marginal, en un inicio, hasta la reducción del desarrollo. Cuando ésta es severa, puede traducirse en fallas en el color, bayas de menor tamaño, colapso de la parte inferior del racimo, caída prematura del follaje y menor rendimiento. Estos síntomas pueden confundirse con el de un "stress hídrico".

El síntoma aparece en todas las hojas antes de la floración. En el caso de la variedad Thompson Seedless la parte baja del racimo puede colapsar a fines del verano.

Es importante tener en cuenta que cualquier daño en el sistema radicular induce una deficiencia de potasio (K), como nematodos, margarodes, presencia del nivel freático o daño mecánico.

El potasio (K), a pesar de ser móvil en la planta, su redistribución hacia los tejidos de reserva es inferior que en nitrógeno (N) y fósforo (P). Aproximadamente un 30%.

Corrección de Deficiencia

Se corrige con la aplicación de fertilizantes potásicos como cloruro de potasio (KCl); sulfato de potasio (K_2SO_4), nitrato de potasio (KNO_3) y fosfato monopotásico (KH_2PO_4) en el sistema de riego tecnificado.



- **Calcio (Ca)**

Deficiencia

Esta deficiencia no se ha detectado en el país en forma generalizada, sin embargo pueden presentarse síntomas en plantas nuevas y es más prevalente en suelos ácidos. Un exceso de potasio (K), sodio (Na) o amonio (NH_4), igualmente podrían debilitar hasta cierto punto la absorción del calcio (Ca).

La deficiencia de calcio (Ca) se manifiesta como una necrosis que avanza hacia el centro de la hoja y aparecen puntos café oscuro en la corteza de los brotes. Además en la fruta se genera partidura asociada en su conjunto a las carencias de calcio (Ca), potasio (K) y boro (B).

El calcio (Ca) es de nula movilidad en el floema.

- **Magnesio (Mg)**

Deficiencia

La deficiencia de magnesio (Mg) no es común en Chile. Pueden presentarse síntomas en plantas nuevas y es más prevalente en suelos arenosos de baja C.I.C., con bajo contenido de materia orgánica; o bien, en suelos calcáreos, es decir, con alto contenido de carbonato de calcio (CaCO_3).

Su importancia radica en que es un componente de la clorofila, que a su vez es esencial para la fotosíntesis; y al mismo tiempo, activa las enzimas que actúan en el desarrollo de la planta. Esta deficiencia debe ser verificada con un análisis foliar, ya que se puede confundir con la falta de potasio (K).

La deficiencia de magnesio (Mg) se manifiesta con una clorosis, a la cuál le sigue la quemadura de los bordes; en las variedades de uva negra, se produce un borde rojizo al lado de la quemadura. La clorosis puede producir una clorosis blanco cremosa y luego se queman los bordes. Esta deficiencia de magnesio (Mg) puede inducir a la presencia de palo negro ("Bunch Stem Necrosis").

Corrección de Deficiencia

Usando sulfato de magnesio (MgSO_4) aplicado al suelo o bien en nitrato de magnesio (MgNO_3) incorporado al sistema de riego (fertirriego). Existen productos altamente solubles portadores de este elemento, para uso vía pulverización.

- **Cinc (Zn)**

Deficiencia

Esta es una carencia relativamente común en vides de mesa y en menor grado en vides viníferas. El cinc (Zn) es un nutriente importante, necesario para la formación de auxinas, (promotor del aminoácido triptófano, el cuál es responsable de producción de auxinas), la elongación de los internudos, la formación de cloroplastos y almidón. Además, es indispensable para el normal desarrollo de las hojas, formación del polen, menor crecimiento del fruto (corredura del racimo) y elongación radicular. Lo anterior es requisito para la absorción de otros nutrientes.

La deficiencia de cinc (Zn) se presenta en una amplia gama de tipos de suelos. Esto tanto en suelo de pH alcalino como ácido. Terrenos ocupados anteriormente por corrales de animales presentan esta carencia. La deficiencia también puede ser inducida o agravada por un exceso de fertilización fosfatada, por el encalado de suelos ácidos o por la adición de guano de gallina en altas dosis. Cualquier práctica, como la nivelación o la labranza profunda, que obligue al desarrollo de las raíces en la parte inferior del perfil del suelo, también puede atentar contra un normal abastecimiento de cinc (Zn), debido a que éste, por lo general, se encuentra en mayor cantidad hacia la superficie. Este elemento es altamente dependiente del pH del suelo, ya que disminuye su disponibilidad a pH más altos.

Un síntoma característico es la presencia del "Little leaf" u hoja pequeña. Esta puede estar relacionada con la baja disponibilidad de este elemento en el suelo más que el contenido total de este.

Se pueden producir moteados en la lámina a principios del verano; el seno basal es abierto a diferencia de las hojas normales donde el seno es angosto. Además se produce corredura del racimo en forma indirecta ya que se ve afectada la fecundación y en forma directa a través del efecto hormonal y fallas en otros procesos como cuaja (enzimas y proteínas).

El cinc (Zn) es un nutriente de muy baja movilidad una vez metabolizado.

Corrección de Deficiencia

Se corrige pulverizando antes de la floración (2 a 3 semanas) con fertilizantes foliares a base a cinc (Zn), tales como sulfato de cinc al 0,2%, neutralizándolo con una solución concentrada de hidróxido de sodio como precaución obligatoria. También se puede usar el "daubing", que consiste en pintar los cortes de poda con una solución de sulfato de cinc (Zn) antes de que transcurran entre 8 y 10 horas. Es aconsejable aplicar un colorante para controlar esta labor en terreno.

Las aplicaciones al suelo no han dado buenos resultados, no así la acidulación del agua de riego en el sistema de goteo, con ácido sulfúrico (H_2SO_4) o ácido fosfórico (H_3PO_4).



Generalmente se usan aspersiones al follaje en la variedad Thompson Seedless, estas reemplazan al "daubing", las cuales se deben aplicar 2 a 3 semanas antes de flor. Alternativamente a pesar de su mayor costo, se pueden usar productos comerciales portadores de este elemento como quelatos de cinc (Zn) en el sistema de riego (fertirriego). Cabe señalar que la disponibilidad de cinc (Zn) en el suelo es pH dependiente.

- **Manganeso (Mn)**

Deficiencia

La carencia de manganeso (Mn) aparece preferentemente en suelos calcáreos y/o de pH alto, ya que su disponibilidad depende de este parámetro. En consecuencia, hay más disponibilidad en los suelos de pH bajo (ácidos) y su deficiencia tiene poca influencia sobre el rendimiento de la vid. A partir de pH = 6,5 y a medida que este valor va subiendo, los iones divalentes de este elemento, que son asimilables, van siendo oxidados a formas tri o tetravalentes de baja asimilación. Esta transformación es favorecida por la falta de agua en el suelo, pues la excesiva aereación que se produce facilita la oxidación. Junto a esto, muchos suelos poseen un bajo contenido de manganeso fácilmente reducible (menos de 200 ppm). También contribuyen a la carencia de este elemento el encalado o la aplicación reiterada de guano de ave. Ambas prácticas disminuyen la disponibilidad de este elemento.

Este elemento cumple el rol de activador de enzimas de desarrollo y complementariamente, incide en la formación de la clorofila. De ahí que su carencia produzca clorosis.

Los síntomas pueden aparecer antes de la floración, estos no deben confundirse con los de cinc (Zn), hierro (Fe) o magnesio (Mg) los que aparecen primero en los brotes nuevos. Estos aparecen a mediados y finales de verano. Destaca un tipo de mosaico de zonas amarillas unidas por venas finas en el área intervenal.

Recordar que el manganeso (Mn) es un nutriente de mediana movilidad en los tejidos.

Corrección de Deficiencia

Se corrige con pulverizaciones al follaje de sulfato de manganeso en dosis de 2,5 kg/1000 lt de agua, vale decir al 2,5%. Alternativamente se puede pulverizar en época temprana, post brotación con productos comerciales portadores de manganeso (Mn), o también con aplicaciones de quelatos de manganeso (Mn) en el sistema de riego (fertirriego).

- **Hierro (Fe)**

Deficiencia

No todas las variedades son susceptibles a esta carencia, pero las plantas con sistemas radiculares debilitados son susceptibles a presentar clorosis férrica, particularmente cuando tienen altas producciones. Esta deficiencia se debe, principalmente, a condiciones del suelo que limitan su absorción, aun cuando el contenido total de hierro (Fe) del suelo sea suficiente. Esto es de común ocurrencia en suelos con un alto contenido de fósforo (P), en suelos calcáreos y/o en suelos salinos ya habilitados. En estos casos, se habla de "deficiencia de hierro inducida". Los suelos mal drenados son susceptibles a presentar esta carencia y lo mismo se produce en primavera con bajas temperaturas o muy calurosas, condición que promueve un rápido crecimiento. Los síntomas asociados a problemas climáticos, se recuperan en un corto plazo.

El rol del hierro (Fe) es activar algunos sistemas enzimáticos y su carencia limita la producción de clorofila y se produce una clorosis. El hierro (Fe) se combina con proteínas, formando un complejo orgánico. Recordar que este elemento es poco móvil en la planta y su carencia se aprecia primero en hojas nuevas y recién expandidas.

Después de la deficiencia de cinc (Zn) y boro (B) esta puede ser importante. Se produce un amarillamiento intervenal que luego se expande a toda la hoja, las venas se mantienen verdes. Si esta es severa, las hojas inicialmente toman color marfil y luego blanco; estas se necrosan; el desarrollo de los brotes y flores se reducen. Diagnosticar esta carencia basada en el análisis de suelo puede inducir a un error. Por otro lado existen patrones los cuales son altamente dependientes de este elemento, ya que manifiestan tempranamente esta deficiencia en terreno. Existe un comportamiento diferente en los diversos portainjertos frente a la clorosis férrica (Cuadro 32).

Cuadro 32. Comportamiento de diversos portainjertos frente a la clorosis férrica (Tagliavini y Rombola, 1995, citado por Razeto, 2011).

VID	
Especie/Portainjendo	Grado de susceptibilidad
V. berlandieri	Tolerante
Híbridos V. berlandieri x V. riparia	
225 Ruggeri	Moderadamente tolerante
SO4	Moderadamente tolerante
Híbridos V. berlandieri x V. rupestri	
775 Paulsen	Moderadamente tolerante
775 Paulsen	Tolerante
110 Richter	Moderadamente tolerante
V. riparia	Muy susceptible
V. rupestri	Moderadamente susceptible
V. vinífera	Muy tolerante



Corrección de Deficiencia

Su corrección es quizás una de las más difíciles de solucionar al igual que en otras especies. Como se ha señalado, en muchos casos ésta es de tipo breve y, por lo tanto, se recupera en la temporada. Si la clorosis es persistente, hay que pulverizar con algún producto portador de hierro (Fe), como también considerar ciertas condiciones de manejo del cultivo, si así fuera el caso, se recomienda drenar y controlar el riego (exceso). Presencia de altos niveles de bicarbonatos en las aguas de riego condicionan que aparezca esta deficiencia.

En el caso de suelos con pH sobre 8,0, se podría incorporar ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido fosfórico (H_2PO_4) en el sistema de riego.

El sistema de "daubing" (pintar los cortes de poda), se prepara con 140 gr de ácido cítrico en 3,8 lt de agua, al que se agregan 900 gr de sulfato ferroso (Fe_2SO_4), Fórmula Proton - Vidal. Se puede agregar un colorante latex al agua para controlar la labor.

También son efectivas, a pesar de su mayor costo las aplicaciones de quelatos de hierro (Fe) en el sistema de riego (fertirriego) a través de los productos Fe- EDTA (Ácido Etilén - Diamino-Tetraacético); Fe- DTPA (Ácido Dietilén-Triamino-Pentaacético); Fe- HEEDTA (Ácido Hidroxi - Etilén - Diamino-Triacético) o, o Fe- EDDHA (Ácido Etilén - Diamino-Di-orto-Hidroxi-fenil-acético); o, p Fe- EDDHA (Ácido Etilén - Diamino-N-(orto-Hidroxi-fenil-acético)-N'(p - hidroxifenilacético); Fe- EDDHMA (Ácido Etilén - Diamino Di-orto-Hidroxi-para-Metil-fenil-acético) y Fe-EDDHSA (Ácido Etilén - Diamino-Di (2-Hidroxi-5-Sulfofenilacético).

- **Boro (B)**

Deficiencia

Este elemento presenta un rango estrecho entre deficiencia y exceso (toxicidad).

El rol del boro (B) es actuar sobre la diferenciación de nuevas células, regula el metabolismo de los carbohidratos, limita la germinación del polen y el normal desarrollo del tubo polínico. Por lo tanto, su carencia produce la aparición de racimos con bayas de distinto tamaño ("shot berries") y reducción de la cuaja.

Raíces deformes (tipo coral) y ápices necróticos.

Un síntoma típico es la forma de zig - zag que toma el cargador. El boro (B) se acumula en los márgenes de las hojas. Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas como una decoloración pardo oscura a negra o bien necrosis de los márgenes de la lámina.

Si hay exceso las hojas toman una forma de copa y se arrugan, no se debe plantar en suelos contaminados o cuando el agua de riego tenga 1 ppm (1 mg/l) de boro (B) o más. Como señalan algunos autores en estos casos se recomienda lavar el suelo hasta que el suelo tenga menos de 1 ppm (1 mg/kg) de boro (B). Es importante que el suelo sea permeable para que este tratamiento sea efectivo.

Recordar que este elemento es muy poco móvil en el floema de algunas especies frutales, sin embargo para el caso de vid es móvil en el floema.

Corrección de Deficiencia

Aplicación al suelo de boro granulado (Qrop® Boronat o Borax), esto para plantaciones de poca extensión; si estas son de mayor superficie se recomienda pulverizar el suelo próximo a la planta en la zona de riego, dirigiendo la aplicación de boro soluble (ácido bórico).

Al follaje se pueden realizar diferentes tratamientos con productos portadores de boro (B) tales como ácido bórico, mono etanol amina y/o octoborato de sodio (Solubor). De realizar pulverización postfloración se debe verificar la eficiencia del tratamiento, a través del análisis foliar en pinta.

4.16.4. Toxicidades

Toxicidad de boro (B) en el suelo

El exceso de boro (B) en el suelo produce toxicidad (Cuadro 33).

Cuadro 33. Valores generales para estimar la sensibilidad de la vid al contenido de boro (B) en el extracto saturado de suelo.

B en suelo (ppm)	Síntomas y Efectos
0 a 0,5	No hay síntomas
0,7 a 1,0	Muy ligeros
1,0 a 1,5	Ligeros
1,5 a 2,5	Moderado
2,5 a 4,0	Severos
Mayor a 4,0	Muy Severos

Fuente: (7)

Toxicidad por boro (B) en tejidos

La sintomatología producida por la toxicidad se manifiesta por una clorosis intervenal, acompañada de necrosis a lo largo de todo el borde de la hoja. Las hojas aún creciendo, se encorvan hacia arriba o hacia abajo, debido a que dejan de crecer por los bordes pero no por el interior.

Los síntomas son parecidos con aquellos que provocan una toxicidad por cloruros.



Toxicidad por cloruro (Cl) en tejidos

El exceso de cloruro (Cl) en el agua de riego produce toxicidad, la que se manifiesta, junto con la de sodio (Na) por quemadura del follaje, esto sucede en zonas del Valle del Río Copiapó.

El cloruro es el principal constituyente de un suelo salino. La presencia de este elemento produce quemadura en los márgenes de las hojas basales, esto después de la floración; se reduce el crecimiento y el rendimiento, esto cuando en el pecíolo hay de 1,7 a 2% de cloruro (Cl).

Se manifiestan problemas con contenidos de cloruros (Cl) de 0,8% en pecíolos, siendo necesario de confirmar lo anterior a través de un análisis en lámina. Problemas probablemente tóxicos se presentan en niveles superiores de 0,5% en flor y tóxicos de 1,0 a 1,5% y más a mediados de verano y sobre 0,5% en la lámina (pinta).

Un contenido de cloruro (Cl) en el extracto saturado de suelo de 10 a 25 meq/l produce daño en algunas variedades de vides. En el Valle del Río Copiapó la variedad de uva de mesa Crimson Seedless se ha demostrado más tolerante.

Los factores que contribuyen a un exceso de cloruros son:

- a. Agua de riego sobre 4 meq Cl/l.
- b. Salinidad total alta del suelo.
- c. Manejo deficiente del riego.
- d. Mala infiltración del agua por una limitante física del suelo como estratas impermeables.

Se corrige este efecto lavando el suelo. Previamente verificar que el suelo tiene las condiciones de infiltración adecuada.

Los síntomas producen una quemazón en el borde de la hoja. El comienzo de una necrosis apical, coincide con cada riego. También este síntoma puede confundirse con deficiencia de potasio y toxicidad de nutrientes causadas por boro (B) y nitrógeno (N).

La toxicidad de cloruros a menudo aparece asociada a altos niveles de sodio (Na), pudiendo venir estos niveles altos en el agua de riego.

Toxicidad por Sodio (Na) en tejidos

El sodio (Na) es otro componente común en un suelo salino. Los síntomas son similares al exceso de cloruro (Cl); además a medida que la contaminación avanza desde el margen, la hoja toma un color pardo y se ha detenido el crecimiento y algunas hojas pueden morir. Problemas de salinidad se manifiestan sobre 0,5% en la lámina.

Toxicidad por Nitrógeno (N) en tejidos

La sintomatología detectada por toxicidad destacan por un exceso de nitrógeno (N) que produce un parrón muy vigoroso (emboscado) y con problemas de fertilidad de yemas, muy propenso a presentar enfermedades fungosas como botrytis en brotes y racimos y ataque de plagas como trips y pulgones. Se aprecian los márgenes con necrosis debido por el exceso de contenido de nitrógeno (N).

La falta de luminosidad y aereación producen bajas en el rendimiento, calidad y condición de la fruta. El exceso de nitrógeno (N) afecta negativamente a la calidad del vino y uva de mesa.

Contenido Total de Sales

Se recomienda evaluar el contenido total de sales en el suelo mediante la conductividad eléctrica del extracto saturado (dS/m), esto da un buen índice de las sales totales del suelo en la zona radicular. Cuadro 34.

Cuadro 34. Efecto del contenido de sales totales en vides.

Conductividad Eléctrica en el Extracto Saturado Suelo (dS/m)	Observaciones
Menos de 2,5 dS/m	Las vides generalmente no acusan problemas.
2,5 - 4,1	El crecimiento se ve afectado y puede producirse una baja en el rendimiento estimado en un 10 a 25%.
4,1 - 6,7	Hay una severa reducción del rendimiento y hay quemaduras en las hojas. El rendimiento baja del 25 al 60%, según la variedad.
6,7 y más	Se producen síntomas severos con quemaduras de las hojas y posible muerte de la planta.

Fuente: (7).

4.16.5. Características de algunos portainjertos de vides

La relativa diversidad de portainjertos disponibles da la posibilidad de encontrar una combinación patrón-variedad que se adapte a la mayoría de los suelos. La vid se reproduce por semilla y se multiplica o propaga por yema, estaca, mugrón e injerto como también a través de la injertación de la variedad comercial sobre patrones, estos pueden ser provenientes de plantas en bolsa de 3 meses; plantas en bolsa de un año o plantas a raíz desnuda. Los patrones o portainjertos normales que existen en el mercado son Freedom; Harmony; Ramsey (Salt Creek); Paulsen 1103; 1613; SO4; Richter 99; Ruggeri 140 y 101-14. Estos patrones entregan tolerancia a problemas de salinidad; pH del suelo; carbonatos; sequía y/o anoxia radicular; vigor; Phytophthora spp.; nematodos, filoxera, condiciones de replante, baja fertilidad y condiciones de suelos (Cuadro 35).



Los factores que favorecen la presencia de nematodos son: suelos de textura gruesa, variedades sensibles, humedad, cultivos previos y plantas infestadas de vivero.

Cuadro 35. Comportamiento de portainjertos de uva frente a las condiciones de suelos (Voor GroenberG SA, 2003; (+) Walker et al, 1993; (#) Hidalgo 1993; (^) Archer, 2002; (*) Phylloxera & Grape Industry Board Australia, 2000, citado por Ljubetic, 2004), citado por Palma, 2006 (44).

Portainjerto	Acidez	Salinidad	Carbonatos	Sequía	Asfixia
Richter 110	2	2	3	4	2*~/3
101 - 14	1	3	1	1	1*~/3
Ramsey	2	3	2	3	1*/4
Paulsen 1103	2	4*/1/2 - 3+	3	3*/2	2*/3
Ruggeri	4	4*/1 - 2	4	4	1
SO ₄	1	1 - 2	4	1*/2	2*/3
3309	1	1*/1 - 2	2	1	1/2
5BB Teleki	1	1	4	1*/2#	1
Vitis Vinifera	2	1	3/4	2	2

Nota: 1= susceptible; 2= resistencia media; 3= resistente; 4= muy resistente.

4.16.5.1 Características de los Patrones según el Vigor, Tolerancia a Nematodos y Salinidad.

A continuación se señalan las características de los portainjertos disponibles a la fecha, para ser usados en plantaciones de vides. Se indicará su vigor, tolerancia a nematodos y salinidad (Cuadros 35, 36 y 37).

Richter 99: Patrón de vigor medio a alto; tolerancia a los nematodos; baja tolerancia a la salinidad.

Salt Creek (Ramsey): Patrón muy vigoroso; de alta tolerancia a los nematodos y alta a la salinidad.

Freedom: Patrón vigoroso; de alta tolerancia a los nematodos y moderada a la salinidad

Harmony: Patrón vigoroso: moderada a alta tolerancia a los nematodos y moderada a la salinidad.

Paulsen: Patrón vigoroso: baja tolerancia a los nematodos y media a alta a la salinidad.

101 - 14: Patrón vigoroso: resistente a nematodos y resistente a sales.

Los estándares nutricionales según variedades (Cuadros 29 y 31) no sufren modificaciones a pesar del patrón sobre el cual se encuentran. Debe tenerse presente que en el caso de un patrón vigoroso deberá ajustarse el programa de fertilización dada la mayor eficiencia de este portainjerto.

Cuadro 36. Comportamiento de portainjetos de uva en el control de *Meloidogyne* spp. (McKenry, 1992; Hidalgo, 1993, citado por Ljubetic, 2004), citado por Palma, 2006 (44).

Meloidogyne spp.		
Portainjerto	Voor Groenberg S.A. (Sud-africa, 2003)	Phylloxera & Grape Ind. Board Australia (2002)
Richter 110	O	O
101 - 14	R	O
Ramsey (Salt Creek)	MR	MR
Paulsen 1103	R/O	O
Ruggeri 140	O/S	O
SO ₄	R/MR	MR
3309 C	S	S
Vitis Vinifera	MS/S	MS/S

4.16.5.2. Absorción de nutrientes

La absorción de algunos elementos en forma diferenciada por diversos patrones se aprecia en el Cuadro 37, según Ljubetic (2007), citado por Palma (2006) (44).

Cuadro 37. Absorción de Nutrientes en diferentes Patrones.

Patrones	Absorción de N	Absorción de Fósforo	Resistencia a la falta de Potasio	Resistencia a la falta de Magnesio	Absorción de Cinc
Richter 99			Bajo	Bajo	
Richter 110	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio
101 - 140 Mgt	Medio	Bajo		Medio a Bajo	Medio
Ramsey	Muy Alto	Alto	Bajo		Bajo
1103 Paulsen	Medio	Alto	Bajo	Very Alto	Medio
Ruggeri 140	Medio		Alto	Alto	
SO ₄	Bajo		Medio a Alto	Bajo	
3309 Couderc	Medio	Bajo	Bajo	Medio a Alto	Medio
Teleki 5C	Bajo	Medio	Medio a Alto	Bajo	Medio
St George	Alto	Alto	Bajo	Alto	
Schwarzmann	Medio	Medio		Bajo	
Kober 5 BB	Medio	Medio	Medio	Bajo	Medio
Freedom	Muy Alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
Harmony	Muy Alto	Alto	Bajo		Bajo

Fuente: (5) (7) (9) (11) (19) (22) (30) (38) (40) (44) (45) (46) (47) (49) (50) (51) (52) y (53).



5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LAS REGIONES DONDE SE DESARROLLA LA FRUTICULTURA EN CHILE

Los suelos en la Región de Arica y Parinacota (Valle del Río Lluta; Valle de Azapa; Quebrada de Vitor), son geológicamente recientes y presentan como características la variable presencia de sales y especialmente boro (B) esto particularmente en el Valle del Río Lluta, en donde el frutal que se cultiva es el tomate^{1/}. Esta es una variedad local, que es la única que se adapta a los altos contenidos de boro (B) de las aguas de riego.

En cuanto a la fruticultura de esta Región se puede señalar lo siguiente: en el Valle del Río Lluta no hay huertos frutales, en cambio en el de Azapa el olivo es el frutal que lo distingue, ya que sus aceitunas lo han hecho famoso; en este caso es un cultivo centenario, además el tomate es el cultivo más importante del valle. En la Quebrada de Vitor, al sur, de Arica hay olivos, mangos y paltos, todos de ellos en pequeñas extensiones dado el tamaño de esta quebrada. En la parte alta de esta localidad de Codpa, hay olivos, higueras, durazneros principalmente, esto en propiedades de tipo familiar y en terrazas que son de la época de los Incas.

Al Oriente de Iquique y próximo a las primeras estribaciones de la Cordillera de los Andes están los oasis de Pica y Matilla, en donde el frutal que lo distingue son los cítricos, también hay mangos y guayabos. Durante la colonia, en Matilla existió la primera viña vinífera de Chile, cuyo vino se exportaba a Arequipa y Potosí (1560).

En las quebradas como Aroma - Tarapacá y otras de menor envergadura no hay huertos frutales propiamente tales, sólo higueras y olivos a nivel doméstico.

En la Segunda Región y en San Pedro de Atacama no hay huertos, pero si en Toconao, en donde en terrazas y propiedades de muy poca extensión donde hay perales, higueras, damascos, durazneros y algunas hortalizas, principalmente.

Se está implementando un proyecto de plantación de vides viníferas (llamado "AYLLU"), esto bajo el patrocinio de Sociedad Química y Minera de Chile (SOQUIMICH), con el objetivo de producción de vinos en altura a 2.400 metros sobre el nivel del mar.

En la Región de Atacama, los suelos del Valle Del Río Copiapó, también son recientes, de origen aluvial. Las lluvias son muy escasas y las aguas de riego, tanto del Río como las de los pozos profundos presentan contenidos variables de sales y/o boro, por esta razón es común como parte del manejo (parronales), es el lavado de los suelos y el uso de una enmienda como el yeso agrícola y/o ácido sulfúrico el que se incorpora al riego tecnificado. Desde Piedra Colgada al poniente, los parronales son escasos y el frutal dominante es el olivo (tolerante a la salinidad).

Nota: Tomate^{1/}: las zonas de producción fresco e industrial) están preferentemente ubicadas desde la IV a VII Región.

En esta Región se destaca el Valle del Río Huasco, aquí la situación es muy distinta ya que sólo hay suelos salinos de Freirina a Huasco Bajo. A pesar de ello no se aprecia que esto afecte seriamente al cultivo dominante que es el olivo.

De Freirina hacia el oriente, Vallenar - Alto del Carmen y los valles de los Ríos El Tránsito y San Félix presentan aguas de buena calidad y los cultivos de frutales tales como paltos, viñas (viníferas y de mesa) y hortalizas se desarrollan sin problemas.

Entre Freirina y Vallenar, prácticamente no hay terrazas aluviales, solo a una altura importante sobre el nivel del Río hay terrazas remanentes. Estas terrazas están sobre un substrato de origen aluvial antiguo; en algunas de las terrazas del lado sur del Río se presenta un subsuelo rico en calcio (Ca), el que cementa el substratum, este recibe el nombre de "tertel". Su presencia llega por el oriente hasta el aeropuerto de Vallenar. Los suelos no presentan problemas para el cultivo de parronales, paltos, frutos de nuez y horticultura.

En la Región de Coquimbo están los Valles del Río Elqui y más al sur el del Río Limari con sus afluentes.

El Valle de Elqui presenta al norte del Río terrazas en Altovalsol - Las Rojas; al sur de la Serena y al oriente de Coquimbo está el sector de Pan de Azúcar. Estos suelos presentan evolución, con presencia de un horizonte B. Desde Vicuña al oriente (Rivadavia - Paiguano) las terrazas aluviales son de poca extensión y hay viñedos de uva pisquera preferentemente.

Las aguas que riegan estos sectores no presentan problemas para su uso y se cultivan hortalizas y frutales como el palto - mango - papayo - chirimoyo - vides de mesa y pisquera.

El valle del Río Limarí presenta algunas particularidades en materia de suelo ya que de Socos a Ovalle existe una amplia peniplanicie que esta topográficamente mucho más alta que las terrazas aluviales; aquí los suelos se cultivan con praderas, vides viníferas y de mesa, además de olivos, almendros, cítricos y paltos. En menor escala hay maíz y hortalizas. Estos suelos no presentan contaminación de sales pues las aguas del Río Limarí y las que provienen de los embalses Paloma, Recoleta y Cogoti son de buena calidad. Desde Ovalle a Punitaqui se extiende también esta peniplanicie, la que en sectores presenta en el contacto con el substratum carbonato de calcio (Ca) que actúa como cementante de las gravas redondeadas que lo forman, este es de gran firmeza; se le llama "mazacote".

Desde Socos a Ovalle (La Chimba) y hacia el embalse Paloma hay terrazas aluviales recientes y por tanto los suelos no presentan evolución (son estratificados). Desde Monte Patria al interior (El Palqui - Tranque Cogoti) las terrazas aluviales tienen poca expresión. El frutal de mayor importancia es la uva de mesa.



En la parte sur de esta Región están los valles de los Ríos Illapel y Choapa (Salamanca). Los suelos no presentan contaminación salina pues las aguas son de buena calidad, esto permite el cultivo de frutales como el palto, nogal, almendro, damasco, vides de mesa y pisquera. Secundariamente se cultivan el trigo, alfalfa y hortalizas. Los suelos de las terrazas aluviales son estratificados y bien drenados.

En el área costera al norte y sur de Huentelauquen (Mincha) hay terrazas marinas antiguas con suelos arcillosos, lo que unido a un clima con temperaturas bajas y alta nubosidad están dedicados al pastoreo de temporada ya que son de secano y con serias limitaciones (suelo y clima).

En la Región de Valparaíso, en su parte Norte están los valles del Río Petorca y del Río Ligua con los pueblos del mismo nombre, además de Cabildo.

Estos presentan suelos recientes, preferentemente estratificados y permeables, de tal manera que las buenas condiciones climáticas - de suelo y calidad del agua, permiten el cultivo de paltos que cubren la mayor superficie en estos valles, donde también los cítricos son un cultivo de importancia y en menor extensión los nogales y almendros.

El valle del Río Aconcagua, es sin duda el más importante de esta Región. Presenta terrazas amplias con suelos de muy buenas características agrológicas, particularmente entre Los Andes y San Felipe, lo mismo en el Valle de Putaendo. En esta área los frutales que ocupan las mayores extensiones son la vid de mesa, viníferas, paltos, nogales y cítricos ya que además de las buenas características agrológicas de sus suelos, el clima y la calidad del agua así lo permiten. De Palomar a Chagres hay sectores de mal drenaje los que presentan horizontes orgánicos, estos hasta la localidad de Lo Campo. Desde Llaillay a Hijuelas, La Calera, La Cruz y Quillota los suelos permiten el cultivo del palto, chirimoyos, tomates, flores y hortalizas.

En el área próxima a Quillota como San Pedro hay suelos de origen lacustrino y son arcillosos donde no hay frutales sólo cultivos hortícolas y flores. Hacia el poniente el valle se angosta y las terrazas aluviales son de poca extensión, en estas prácticamente no hay fruticultura.

En el valle de Casablanca que esta al sur de esta Región, los suelos pueden separarse en dos categorías de acuerdo a su génesis; los hay de origen lacustrino que son de color negro y de textura arcillosa (Serie Casablanca) y los de origen granítico.

El auge de esta zona se debe a la viticultura con cepas finas. Hay plantaciones de poca extensión de manzanos y perales.

Aquí tanto los suelos como las aguas de pozo y tranque (Tranque Perales) no presentan contaminación.

En la Región Metropolitana hay suelos de muy distinto origen y características.

Los suelos que están regados por el Río Maipo, presentan suelos de muy buena calidad (Serie Maipo). Al norte de la ciudad de Santiago esta la cuenca de Batuco con suelos muy arcillosos (Vertisoles) y que presentan un variado nivel de contaminación salina, estos no presentan condiciones para la fruticultura.

En esta zona se inicia la presencia de suelos derivados de pumicita (Serie Alhue), los que son de muy baja fertilidad natural y poco aptos para la fruticultura.

Los depósitos de los diferentes ríos que existen en esta Región han creado una variedad de suelos con diferentes características y aptitudes, por ejemplo los de los Ríos Colina, Mapocho, Puangue y Alhué.

Generalizando, los suelos formados por estos ríos son de buena calidad, como los del Puangue desde Caren (Curacaví) hasta la confluencia con el Río Maipo.

En esta Región hay una amplia gama de cultivos frutales como nogales, paltos, vides tanto de mesa como vinífera, kiwi, arándanos, almendros, perales y olivos, granados y tunas.

El agua del Río Maipo es de regular calidad [alta conductividad eléctrica (CE)] y alto pH, aún así no es lo suficiente dañina para provocar problemas a los cultivos ya mencionados. EL Ministerio de Obras Públicas (MOP) tiene los análisis completos de esta agua en las 4 Secciones del río.

La Región del Libertador General Bernardo O´Higgins, esta regada por el Río Cachapoal y el Río Tinguiririca los que confluyen para formar el Lago Rapel.

Tanto al norte de Rancagua como al sur de esta ciudad hay una amplia variedad de suelos, mayoritariamente de muy buenas características y aptitud agrícola (frutícola). destacándose las Series Rancagua y Olivar.

También está presente la Serie Alhue la que se inicia desde “La Angostura de Paine” y se hace más extensa al poniente de Santa Cruz, en Colchagua (Peralillo).

Tanto las aguas y suelos de la Provincia de O´Higgins como los de Colchagua, no presentan contaminación de allí que la fruticultura es representada por una amplia gama de frutales, donde se destacan: vides viníferas y de mesa, almendros, nogales, nectarinos, ciruelos, durazneros, cítricos, kiwi, arándanos, manzanos y perales, principalmente.

Sólo en dos sectores en la provincia de O´Higgins hay suelos orgánicos: al sur poniente de Requínoa (de poca extensión) y los de la “Laguna de San Vicente de Tagua - Tagua”, los que se usan para cultivos de maíz, sandías, melones y zapallos, preferentemente.

Como se puede apreciar la fruticultura en esta Región representa el rubro de mayor importancia económica.



En la Región del Maule están las ciudades de Curicó, Talca y Linares. En la provincia de Curicó los mejores suelos se encuentran en las localidades de Rauco y en las terrazas del Río Mataquito en Sagrada Familia, la Huerta, Hualañe y de Licanten a Lora, en este último sector esta terraza es particularmente buena. Los suelos no presentan contaminación, pues las aguas del Mataquito son de buena calidad. En esta Provincia se destaca el cultivo de la vid que en su mayor extensión es vinífera y secundariamente de mesa. Otro frutal que la identifica, es el cerezo en Romeral, también es interesante el kiwi, arándano, frutilla, manzano y peral.

En la Provincia de Talca los mejores suelos están al oriente de Talca (Series Talca y San Clemente). En el área de Bramadero, se puede señalar que aquí se da inicio a los "trumaos" de la precordillera, los que se extienden hasta la Región de la Araucanía.

Entre los sectores de Camarico, San Rafael y Panguilemo, domina la presencia de mantos de toba de origen volcánico de gran potencia, lo que es fácil de observar en los cortes de la carretera. Esta formación da origen a suelos delgados que presentan una tosca silícica de gran dureza (Serie San Rafael). En estos suelos se cultivan preferentemente praderas tolerantes y/o arroz.

El Río Maule desde el embalse Colbún hacia Curtiduría presenta terrazas de variada aptitud agrológica, siendo las de mejor aptitud las que enfrentan al área del valle de Pencahue (en el lado norte del Río). Hacia Constitución estas terrazas o son inexistentes o bien de muy escasa significación donde hay plantaciones de vides viníferas, preferentemente.

En la Provincia de Linares y al oriente de la carretera Panamericana, se da el inicio por el Norte, a la Serie Arrayán la que representa a un suelo derivado de cenizas volcánicas, el que por sus características es el mejor suelo de la zona. Este suelo en similar ubicación alcanza hasta la Provincia de Cautín, por el sur. Esta Serie está al Sur oriente de las localidades de Longaví, Retiro y Parral.

Desde el poniente de Retiro y Parral se abre una amplia zona de topografía plana, la que está representada por la Serie Quella, que es de origen sedimentario lacustrino, que descansa sobre una toba de gran potencia. Es un suelo de arcilla densa y estructura prismática; tradicionalmente se ha cultivado con arroz; recientemente y en menor escala, se están plantando algunos viñedos y maíz. Las praderas son establecidas con pastos tolerantes a las condiciones de este suelo.

El Río Perquilauquen, prácticamente rodea esta formación y da origen a terrazas que ocupan una posición naturalmente más baja que la de la Serie Quella, estas terrazas presentan excelentes características agrológicas y por tanto son aptas para todos los cultivos de la zona y frutales.

Desde Cauquenes al poniente, está presente la Cordillera de la Costa en donde domina la Asociación Cauquenes que deriva de materiales graníticos y metamórficos. Los suelos de la Asociación Cauquenes, son de color rojizo debido a la naturaleza del material generador, siendo

principalmente de aptitud forestal. En el sector oriente de esta, hay plantaciones de viñedos de cepa país. Recientemente se han establecido viñedos de grandes empresas vitivinícolas con la introducción de cepas finas.

Al oriente de Parral y en posición de "Ceja de Montaña" se da inicio a la Asociación Santa Bárbara que se prolonga hasta la provincia de Cautín.

La fruticultura en esta Región está representada por la vid vinífera, frambueso, kiwi, arándano principalmente y nogales, en Longaví.

En la Región del Bío - Bío se encuentran las ciudades de San Carlos - Chillán, Bulnes y Los Ángeles por el sur y Concepción al poniente.

En la Cordillera de la Costa están Ninhue - Florida - Yumbel y en la Provincia de Arauco: Coronel - Arauco - Lebu - Cañete y Tirúa.

Al sur de la Provincia de Arauco entre Lebu y Cañete, hay terrazas litorales sobre sedimentos marinos. En este sector no hay huertos frutales, pero si hay cultivo de cereales y ganadería. La Cordillera de la Costa se extiende desde el sur de Concepción hasta Chiloé.

De San Carlos, al poniente, esta la Serie Quella que es la que también está al norte del Río Perquilauquén. La conformación de suelos en el área Chillán - Bulnes, es compleja dada su topografía y las Series que la componen, se encuentran tanto en suelos aluviales como sobre toba. Tal como en la Región del Maule y hacia el oriente de la Carretera Panamericana se presenta la Serie Arrayán, que es un "Trumao" de muy buena calidad ("Trumao" es un vocablo de origen araucano que significa "amontonamiento de cenizas"). A este respecto debe señalarse que este es un suelo derivado de cenizas volcánicas de origen andesítico - basáltico. Para un cultivo como la remolacha azucarera que se hace desde Linares a Llanquihue preferentemente, se hace indispensable el uso de un fertilizante fosfatado para garantizar el éxito de este cultivo, el que es muy demandante de este elemento.

Esto se debe a su alto contenido de óxidos hidratados de hierro y aluminio ya que el componente arcilloso dominante es el alofán con una alta proporción de alúmina de intercambio. En estos "Trumaos" (Andosoles) la capacidad de intercambio catiónica es alta al igual que la aniónica - presentan una densidad aparente (Db) baja (0,6 - 0,8 gr/cc), también una alta capacidad de retención de humedad, entre otras características como una buena permeabilidad. La fruticultura de esta Región está representada por la vid vinífera, castaño europeo, frambueso, arándano y kiwi, preferentemente.



El área entre el Salto del Laja, Cabrero y Los Ángeles se presentan amplios sectores con arenas de tipo basáltico provenientes del volcán Antuco y se extienden hasta localidades como Negrete y Renaico, hacia el poniente. Hay plantaciones de nogales en estas arenas, al poniente de Los Ángeles.

Desde Curanipe por el norte y en el Departamento de Coronel por el Ssr; la formación de la Cordillera de la Costa esta sobre rocas metamórficas (Cordillera de Nahuelbuta). En esta cordillera predomina el rubro forestal y algo de ganadería.

La fruticultura de esta Región está representada por las siguientes especies: manzanos, vides viníferas, kiwis, castaño europeo, frambuesos, arándanos y nogales, preferentemente.

En la Región de la Araucanía, se encuentran las ciudades de Angol, Collipulli, Traiguén, Victoria, Galvarino, Temuco, Gorbea y Loncoche por el Sur.

Al Oriente de Temuco termina la presencia de la Asociación Santa Bárbara, siempre en posición de "Ceja de Montaña". Esta Región tiene un gran potencial frutícola ya que se están extendiendo las plantaciones de arándanos, castaño europeo, vides y manzanos, preferentemente, regados en su mayoría con riego tecnificado. También es importante señalar que en Quino existe la plantación más grande de menta del país.

En esta Región está bien representada la Serie Collipulli, que se inicia, con poca representatividad, en la Provincia de Ñuble. Este es un suelo relicto sobre material volcánico fuertemente meteorizado, es quizás el suelo más antiguo de Chile, originado antes del período del Cuaternario. Se distingue por su color rojo. No presenta condiciones adecuadas para la fruticultura; los cultivos más importantes en este suelo son el raps y los cereales. Otro suelo muy antiguo es la Serie Padre Las Casas, al oriente de la ciudad de Temuco.

Los ríos del área, como Cautín presentan terrazas con suelos de cenizas volcánicas.

Al oriente están los lagos Villarica y Caburgua, cuyo entorno se dedica principalmente a la ganadería. Todos los suelos son de origen volcánico.

En la Región de Los Ríos están los Lagos Calafquén, Puyehue, Rupanco, Ranco y Llanquihue. En materia de suelos la más destacable es la Serie Trumao Osorno, cuya presencia se inicia a la altura de San Pablo y termina al oriente de Purranque. Este es el mejor suelo de esta Región, es profundo y tiene una topografía suavemente ondulada.

En este suelo se han llevado a cabo varias investigaciones como la determinación radioquímica de la fijación de fósforo y el estudio de las arcillas mediante la difracción de rayos X y el térmico diferencial (ATD) e integral (ATI), además de la fotometría infraroja (IR).

En los suelos volcánicos de Chile domina el alofán, además de óxidos cristalinos de hierro (Fe) y aluminio (Al) e imogolita y en los Rojos Arcillosos como la serie Collipulli predominan los minerales caoliniticos y algo de alofán.

En la Región de los Lagos se presenta la mayor extensión de suelos “ñadi” (vocablo araucano que implica una condición “de drenaje impedido”). Estos presentan una cubierta de cenizas volcánicas sobre un substratum, que es de origen fluvio-glacial y presentan, tanto en la zona de contacto con el substratum como en la matriz de gravas la presencia de “fierrillo” que impide el paso del agua. Esta es una cementación con sílice, hierro y manganeso.

Por ser estos suelos “ñadi” derivados de cenizas volcánicas, las características físico-químicas son similares a la de los “trumaos”. Estos “ñadis” también se hacen presentes en la isla de Chiloé. En estos suelos no hay fruticultura.

Originalmente todo el sector de suelos “ñadi” estaba cubierto por bosques de los cuales, quedan bosquetes escasos, próximos a esteros.

Al anegarse, el hierro y el manganeso se reducen en invierno y aumentan su solubilidad; esto, además, por la presencia de abundante materia orgánica; luego el hierro (Fe) y manganeso (Mn) reducidos son oxidados y precipitan formando el “fierrillo”. Estos suelos son de pH ácido (4,5 a 5,5).

Hacia el poniente de este suelo y en posición más alta, esta la Serie Fresia que se extiende por las Provincias de Osorno y Llanquihue, adosado a las formaciones precordilleranas de la costa; esta tiene topografía de lomajes con algunos sectores planos. Este suelo está sobre tobas volcánicas y conglomerados de composición mixta. Se dedica a la crianza, lechería (empastadas) y cereales, preferentemente. Debe mencionarse la existencia de la Serie Corte Alto la que está asociada a la Serie Fresia.

En esta Región la fruticultura está representada principalmente por kiwi, avellano europeo, arándano y manzano.

En los cultivos de frutales de varias Regiones se han encontrado, que en ciertas zonas se presentan carencias de micronutrientes como boro (B), hierro (Fe), cinc (Zn) y manganeso (Mn), principalmente. El diagnóstico foliar es la herramienta adecuada para detectar y corregir esta y otras posibles deficiencias.



6. ENMIENDAS Y FERTILIZANTES DE USO CORRIENTE PARA SISTEMAS DE RIEGOS TRADICIONALES Y TECNIFICADOS

Ácido Bórico, (H_3BO_3) (17% B).

Ácido Fosfórico 85-100% (H_3PO_4), 61-73% P_2O_5 .

Ácido Sulfúrico (H_2SO_4).

Ácido Nítrico 100% (HNO_3), 22% nitrógeno (N).

Azufre (S), 1 kg equivale a 2,7 kg de ácido sulfúrico.

Bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) * 10 H_2O (11% B).

Borato de Sodio (octaborato de sodio) ($\text{Na}_2\text{B}_6\text{O}_{13}$ * 4 H_2O) (20% B).

Boronat 32 GF, (NaCaB_5O_9 * 8 H_2O), 10% B, Grado Forestal.

Boronat 32 GA, (NaCaB_5O_9 * 8 H_2O), 10% B, Grado Agrícola.

Caldo Bórdeles [6 kg de sulfato de cobre (CuSO_4) y 6 kg. de cal espuma (CaO)].

Cloruro de Calcio (CaCl_2), existen diferentes formulaciones.

Cloruro de Potasio (Muriato de potasio) (KCl) (60% K_2O).

Fosfato Monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), (12% N; 61% P_2O_5).

Fosfato Monopotásico (KH_2PO_4), (52% P_2O_5 ; 34% K_2O).

Fosfato de Urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ * H_3PO_4], (17% N; 44% P_2O_5).

Molibdato de Sodio (Na_2MoO_4 * H_2O) (39% Mo).

Nitrato de Amonio (NH_4NO_3) (34% N).

Nitrato de Calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) (15% N; 26% CaO).

Nitrato de Calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ * 4 H_2O) (11,9% N; 24% CaO).

Nitrato de Magnesio (MgNO_3 * 6 H_2O) (11% N; 16% MgO).

Nitrato de potasio (KNO_3) (13,5% N; 44-45% K_2O).

Oxido de Cinc (ZnO) (75% Zn).

Quelato de Calcio (Ca- EDTA), EDTA (Ácido Etilén Diamino-Tetracético) ; 3-10% Ca.

Quelato de Cinc (Zn- EDTA), EDTA (Ácido Etilén Diamino-Tetracético) ; 6-9-14% Zn.

Quelato de Cobre (Cu- EDTA), EDTA (Ácido Etilén Diamino-Tetracético); 8-9-14% Cu.

Quelato de Hierro (Fe- EDTA), EDTA (Ácido Etilén Diamino-Tetracético); 5-14% Fe.

Quelato de Hierro (Fe- DTPA), DTPA (Ácido Dietilen-Triamino-Pentaacético); 3-11% Fe.

Quelato de Hierro EDDHA o,o (Fe- EDDHA), (Ácido Etilén Diamino-Di-orto-Hidroxi-fenil-acético); 5-6% Fe).

Quelato de Hierro EDDHA o,p (Fe- EDDHA), (Ácido Etilén Diamino-N-(orto-Hidroxi-fenil-acético)-N'' (p-hidroxifenilacético); 5-6% Fe).

Quelato de Hierro EDDHMA (Fe- EDDHMA), (Ácido Etilén Diamino-Di-orto-Hidroxi-para-Metil-fenil-acético); 6,5% Fe.

Quelato de Hierro EDDCMA (Fe- EDDCHA), (Ácido Etilén Diamino-Di-2-Hidroxi-4-Carboxi-fenil-acético).

Quelato de Hierro EDDHSA (Fe- EDDHSA), (Ácido Etilén Diamino-Di-(2-Hidroxi-5-Sulfofenilacético).

Quelato de Magnesio EDTA (Mg- EDTA), (Ácido Etilén Diamino-Tetracético) ; 2-6% Mg.

Quelato de Manganeso EDTA (Mn- EDTA), (Ácido Etilén Diamino-Tetracético); 6-10-15% Mn.

Nitrato de Cinc $[Zn(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O]$ (22% Zn).

Nitrato de potasio Prilado (NPP), (KNO_3) (13,5% N; 44% K_2O).

Nitrato de potasio Magnesico Prilado (NPPMg), (KNO_3) (14% N; 40% K_2O ; 4% MgO).

Nitrato de potasio Cristalizado (NPC-A), (KNO_3) (13,5% N; 45% K_2O), Grado Agrícola.

Nitrato de potasio Cristalizado Técnico Hidropónico (NPC-T), (KNO_3) (13,5% N; 46% K_2O), Grado técnico.

Nitrato de Sodio $(NaNO_3)$ (16% N; 0,03% B; 26% Na) [Salitre Sódico Agrícola].

Nitrato de Sodio $(NaNO_3)$ (16% N; 0,2% B; 26% Na) [Salitre Sódico Bórico Agrícola].

Nitrato de Sodio $(NaNO_3)$ (15% N; 14% K_2O ; 0,03% B; 18% Na)[Salitre Potásico Prilado].

Supernitro Monograno (SPN), (25% N; 0,2% K_2O ; 18% Na).

Sulfato de Amonio $[(NH_4)_2SO_4 \cdot 5 H_2O]$ (21 % N; 22% S).

Sulfato Amonico Ferroso $(NH_4)_2SO_4FeSO_6 \cdot 6 H_2O$ (14% Fe).

Sulfato de Calcio $(CaSO_4)$ (yeso) $(CaSO_4 \cdot 2 H_2O)$ (Gypsum).



Sulfato de Zinc Heptahidratado ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) (23% Zn).

Sulfato de Zinc Monohidratado ($\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (34% Zn).

Sulfato de Cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) (25% Cu).

Sulfato Férrico [$\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$] (20% Fe) (23% Fe).

Sulfato Ferroso ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) (20% Fe).

Sulfato de Potasio (K_2SO_4) (50 - 52% K_2O).

Sulfato de Magnesio (Sal de Epsom) ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) (13% S; 16% MgO).

Sulfato de Manganeso Monohidratado ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (32% Mn).

Sulfato de Manganeso tetrahidratado ($\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) (36% Mn).

Sulfato de Zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$); (23% Zn).

Superfosfato Normal [$\text{CaH}_4 (\text{PO}_4)_2$] (18% P_2O_5).

Superfosfato Triple [$\text{Ca H}_4 (\text{PO}_4)_2$] (46% P_2O_5).

Urea [$\text{CO} (\text{NH}_2)_2$], (46% N).

Otros Fertilizantes NPK Granulados para Riego Tradicional y Solubles cristalizados para Fertirriego.

Neutralizante

Solución concentrada de hidróxido de sodio (NaOH) se prepara con: 1 kg de soda cáustica (NaOH)/ 1 litro de agua; de aquí se toman 30 cc. (solución concentrada), para 100 lt de agua (ejemplo, de tener una pulverización de 1000 lt de agua de capacidad, se agregan 300 cc de la solución neutralizante).



7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Amaro, S. 1996. Evolución estacional de nutrientes en Arándano Ojo de Conejo (*Vaccinium ashei* R.). Memoria de Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción, Chillán. Chile. 58p.
2. Bingham, F. 1961. Seasonal Trends in Nutrient Composition of Hass Avocado Trees, Proc. Amer Soc. Hort Sci 78: 149-160.
3. Bouat, A. P. Renaud, et S. Dulac. S. 1958. Etude sur la, Physiologie de la Nutrition del Olivier. Ann. Agron. Serie A9:193-215.
4. Burgos, A. 1999. Evolución Estacional y Demanda Nutricional en Frambueso. CV. Heritage. Memoria Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Chillán, Chile. 68p.
5. Chapman, H. 1960. Criteria for the Diagnosis of Nutrition Status and Guidance of Fertilization and Soil Management Practices. Div. of Agricultural Sciences, University of California, Riverside, USA. 793p.
6. Childers, N (Editor). 1966. Temperate to Tropical Fruit Nutrition. Rutgers State University, New Brunswick. N. J, USA. 88p.
7. Christensen, P., A. Konmatis and F, Jensen. 1978. Grapevine Nutrition and Fertilization in the San Joaquin Valley. Div. of Agr. Sciences - University of California Publ 4087: 40p.
8. Coggins, C. and H. Hield 1958. Gibberelin on Orange Fruit. California Agriculture. University of California, Davis. California, USA. 12p.
9. Cook, S. and W. Wheeler. 1990. Use of Tissue Analysis in Viticulture, Div. Agr. Sci . University of California. Bulletin 1879. Reisenauer, H (Editor). USA. 10p.
10. Demetriades, S., N. Gavalas y C. Holveaz. 1960. Deficiencias de Boro en Plantaciones de Olivos en la Isla de Lesbos. Ann, Inst. Phytopath, Benaki, N.S. N° 3:24.
11. Embleton, T., and W. Jones. 1959. Magnesium Nitrate. California Agriculture. University of California, Davis. 6p.
12. Embleton, T., W. Jones and A. Page. 1967. Potassium and Phosphorous Effects on Deficient Eureka Lemon Trees and some Salinity problems - Riverside University of California. American Society for Agricultural Service. Vol, II:14p.
13. Embleton, T., et al. 1973. Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. University of California. Div. Agr. Sciences, Berkeley. The Citrus Industry 3 :183-195.

14. Embleton, T., H. Reitz and W. Jones. 1973. Citrus Fertilization. Reuther, W (ed). University of California Div. of Agr. Sciences, University of California, Berkeley. The Citrus Industry 3: 122 – 182.
15. Embleton, T. et al. 1974. Potassium/Nutrition and Deficiency in Citrus. University of California, Davis. California Agriculture. 5p.
16. Embleton, T., W. Jones and R. Platt. 1990- Leaf Analysis as a Guide to Citrus Fertilization. Div. of Agr. Science. University of California. Bulletin 1879: 7p.
17. Embleton, T.,W. Jones. 1990. Leaf Analysis as a Guide to Avocado Fertilization. Div. Agr. Sciences. University of California. Bulletin 1879. Reisenauer (Ed). 7p.
18. Embleton, T. et al. 1998- Citrus Zinc and Manganese Nutrition Revisited. University of California. Riverside. Proc Int, Soc. Citriculture 1990: 5p.
19. Gonzalez, C. 1973. Determinación analítica de nutrientes en viña y su relación. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, España. 374p.
20. Goodall, G. and T. Embleton. 1981. Avocado Fertilization. University of California. Div of Agr. Sciences. Publ. 2024: 24p.
21. Gretchend, A. et al. 1977. Strawberry Production in California. Leaf 2959, Div. Agr. Sciences. University of California, Berkeley. 14p.
22. Hanson, E. 1995. Calcio en Berries y Vides. In Symposium Internacional de nutrición. 17 y 18 de Octubre, Universidad de Talca. Talca, Chile. 141-148.
23. Hartman, H. And S. Brown. 1983. The Effect of Certain Mineral. Deficiencies on Growth, Leaf Appearance, and Mineral Content of Young Tree. University of California, Berkeley. Hilgardia, Vol 22 N° 3: 22p.
24. Jacob, A. y Von Uexküll. 1961. Fertilización. Internatiolle Handelmaattschappij voor Mestsstoffen N.V. Amsterdam. 625p.
25. Johanson, F. 1982. Hunger in Strawberries. Kalid H. Printers, Inc, Everett, Washington. USA. 25p.
26. Kou, R. (Editor). 1986. Recomendado Fertilizers and Nutritional Sprays for Citrus. USDA University of Florida, Gainesville, USA. 35p.
27. Lachica, M y C. González. 1985. Nutrición Vegetal, Algunos Aspectos Químicos y Biológicos. Estación Experimental del Zaidin, España. 54p.
28. Lalatta, F. 1992. Fertilización de Árboles Frutales. Ediciones Ceac. 65p.



29. Loue, A. 1988. Los Microelementos en Agricultura, Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 353p.
30. Marschner, P. 2012. Marschner's Mineral Nutritional of Higher Plants. 3rd ed. Academic Press of Elsevier Ltd., San Diego, California, EEUU. 651p.
31. Matt, J., H. Daubengh and F. Mc Elroy. 1990. Influence of Sampling Time on Element Nutrition of Strawberry Leaves and Petioles. Amer. Soc Hort Sci 19w: (5):517-531.
32. Micke, W. (Editor). 1981. Almond Orchard Management. University of California. Davis. Publ. N° 4092: 150p.
33. Murray, C. 1985. Nutrición de la Frambuesa. Scohish. Coop Research Institute. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N°22. 28p.
34. Piatt, R. 1972. Micronutrient Deficiencies of Citrus. Div of Agr. Sciences, University of California. Leaflet 2115. 10p.
35. Ralston, D., et al. 1981. Applying Nutrients and Other Chemicals to Trickle Irrigated Crops. Div. of Agr. Science, University of California. Bulletin 1983. 12p.
36. Ramos, D (Editor). 1980. Prune Orchard Management. University of California, Davis. Publ. N° 3269. 153p.
37. Ramos, D (Editor). 1985. Walnut Orchard Management. University of California, Davis. Publ N° 21410. 178p.
38. Razeto, B. 1993. La Nutrición Mineral de los Frutales. Deficiencias y Excesos. Publicación de SQM S.A. Editorial Evers S.A. 105p.
39. Razeto, B. (Editor). 2006. Para entender la fruticultura. Cuarta Edición. ISBN/IS SN: 956-310-174-X. Editorial Bruno Razeto, Edición y comercialización de libros. Impresos por Salesianos S.A. 518p.
40. Reisenauer, H. 1978. Soil and Plant Tissue Testing in California. Div. of Agr. Sciences, University of California. Bulletin 1879. 16p.
41. Retamales, S. 1998. Fisiología y Nutrición de Arándanos. INIA, Estación Experimental Carillanca, Temuco. Chile. 28p.
42. Retamales, S. y Arredondo, G. 1995. Calcio en el Arándano. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca. 12p.
43. Retamales, S. 1991. Fisiología y Nutrición del Arándano. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca. 14p.

44. SQM S.A. 2006. Guía de manejo **Nutrición Vegetal de Especialidad (NVE)**. CropKit uva de mesa. Serie de ediciones técnicas, material de apoyo en presentaciones. 135p.
45. SQM S.A. 2010. NutrientKit. Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad. Boro. En Publicaciones Técnicas Departamento de Unidad de Desarrollo de Nuevos Negocios SQM Industrial S.A. 169p.
46. Smith, G., C. Asher and C. Clark. 1987. Kiwifruit Nutrition. Ministry of Agriculture and Fisheries, Hamilton, New Zealand. XXp.
47. Tisdale, S and W. Nelson. 1970. Soil Fertility and Fertilizers. The Mc Millan Co., New York. USA. 760p.
48. Ulrich, A., M. Mostafa and W. Allen. 1999. Strawberry Deficiency Symptoms. Div. of Agr. Sciences, University of California. Berkeley. Publication N° 4098. 58p.
49. Valdés, A. 1982. El Análisis Foliar como Guía para Establecer una Fertilización Equilibrada. Santiago, Chile. Revista Aconex N° 2: 10-11.
50. Valdés, A. y M.A. Sadsawka. 1987. Manganeso y Cinc en Vides Regadas por Goteo en el Valle de Copiapó. Curico, Chile. Revista Frutícola 8 (3): 86-87.
51. Valdés, A. 1991. El Diagnóstico de Problemas Radiculares en Frutales a Través del Análisis Foliar de Potasio. Santiago, Chile. Revista Aconex N° 32: 11-13.
52. Valdés, A. 1992. Perspectivas Agrícolas del Valle deí Río Lluta y Calidad de sus Aguas de Riego. Santiago, Chile, Revista Aconex N° 37: 20-28.
53. Valdés, A. 1998. Efecto de los nutrientes en vides de mesa y viníferas desde prefloración a cosecha, con énfasis en el nitrógeno. Santiago, Chile, Revista Aconex N° 58: 25-28.
54. Voth, V., E. Proebsting and R. Bringhgurt. 1990. Response of Strawberries to Nitrogen in Southern California. Dept. Pomology. University of California, Davis. 9p.
55. Washington State University, Oregon State University. 1970. Commercial Red Raspberry Production. 26p.
56. Yáñez, S. y Lachica, M. 1971. El Olivar. Anales de Edafología y Agrobiología, Madrid, España. Tomo III, N° 7 y 8).



8. ANEXOS Y GLOSARIO

- a. Significado de Algunos Conceptos y Términos Usados en la Nutrición Vegetal (Absorción; Adsorción; Almacenamiento; Balance Nutricional e Interpretación; Capacidad de intercambio catiónico; Clorosis; Disponibilidad y Solubilidad; Extracto saturación de suelo; Fijación; Formación de Protoplasma; Lixiviación; Metabolismo de la Planta; Quelato; Reacción del Suelo; Sink; Respiración; Translocación; Transpiración y Volatilización).
- b. Formas de Expresar los Contenidos de los Elementos Presentes en Suelos, Agua y Tejidos Vegetales.
- c. Métodos Cuantitativos en Diagnóstico Foliar:
 - ci) Método de desviación del óptimo porcentual (DOP) y breve comentario al método sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS).
 - cii) Corrección de dosis de fertilización según análisis foliar.
- d. Problemas de Salinidad.
- e. Test Rápido para el Diagnóstico de Deficiencias de Nitrógeno (N) y Hierro (Fe).
 - ei) Nitrógeno (N) en Vides y Frutillas.
 - eii) Hierro (Fe) en Kiwi - Perales - Manzanos y Frutos de Carozo.
 - eiii) Deficiencia de Magnesio (Mg) y Potasio (K) en Kiwi.

a. Significado de algunos términos usados en la Nutrición Vegetal

Absorción

Algunas especies de plantas presentan la habilidad para absorber ciertos nutrientes más que otros. También las plantas difieren en composición cuando crecen en condiciones de abastecimientos "normal" de nutrientes.

El aparente alto requerimiento y tolerancia a un exceso de un nutriente o bien la falta de tolerancia a un exceso tiene una explicación bioquímica en la composición de la planta. La tolerancia a un exceso varía según la especie y/o cultivar.

La absorción puede ser explicada como un proceso osmótico de los iones que se mueven desde una alta concentración a un medio de baja concentración (desde el suelo hacia la planta). Las plantas pueden absorber los nutrientes a través del proceso de intercambio de iones entre la raíz y el coloide del suelo. Esto procede cuando la raíz emite iones de hidrógeno y absorbe otro ion. En consecuencia la abundante exploración radicular favorece la absorción de elementos como el potasio (K) a pesar de que este ion este en contenido bajo en el suelo. Lo mismo sucede con el nitrógeno (N).

En algunos casos la planta absorbe nutrientes como el nitrato, el cuál al ser incorporado debe ser transformado a su forma orgánica a través de la acción de la enzima nitrato reductasa, permitiéndose con esto la absorción osmótica del nitrógeno. Esta transformación explica que se observe, comúnmente que en plantas de tronco leñoso no hay una correlación entre la concentración de un nutriente en el suelo con la concentración de este en la planta.

Adsorción

Adhesión de moléculas o de iones a la superficie de las partículas coloidales.

Almacenamiento

Almacenaje de productos de reserva en varios órganos y tejidos.

Balance nutricional e interrelaciones

De acuerdo con la teoría, todos los nutrientes deben estar presentes en una proporción balanceada a fin de obtener el desarrollo y producción deseada.

Los excesos de algún elemento, por lo general, producen situaciones de toxicidad tales como boro (B), manganeso (Mn); sodio (Na), cloro (Cl); molibdeno (Mo). y/o antagonismos tales como la relación P/Zn; P/N; Ca/Mg; K/Mg; Ca/Zn, Ca/Mn.

La interrelación es un término que se usa para referirse al efecto que produce la variación del contenido de un elemento sobre el nivel de otro, por ejemplo en la relación Fe/Mn implica que un exceso de hierro (Fe) produce una deficiencia de manganeso (Mn) y viceversa; el exceso de calcio (Ca) induce una disminución de la disponibilidad de los elementos menores cinc (Zn), hierro (Fe) y manganeso (Mn) y deprime la absorción del magnesio (Mg). Desde luego el pH influye sobre la disponibilidad de algunos elementos.

Lo anterior está íntimamente relacionado con dos conceptos, intensidad y calidad, este último se refiere al equilibrio o proporción en que estos deben encontrarse en la planta y la intensidad es la cantidad absoluta existente en cada elemento.

Capacidad de intercambio catiónico [CIC]

Cantidad total de cationes (+) que un suelo puede adsorber en las partículas de carga negativa, usualmente se expresa en meq/100 gr o $\text{cmol}^{(+)} / \text{kg}$; esta es alta en las arcillas y baja en las arenas.



Clorosis

Pérdida de color o amarillez de las partes verdes de una planta, particularmente de las hojas.

Disponibilidad y solubilidad

La solubilidad se refiere a la habilidad del nutriente a entrar en la solución a pesar de su forma iónica la que es dependiente de la temperatura y humedad del suelo y su composición química. La disponibilidad depende de la forma iónica del elemento ya que algún elemento como el fósforo (Fe) esta como fosfato, el nitrógeno (N) como nitrato, el hierro (Fe) en estado ferroso, el manganeso (Mn) como manganeso, es decir preferentemente en esta forma. En algunos casos el elemento no esta en forma químicamente disponible cuando se aplica al suelo y luego debe transformarse a una forma disponible iónica. Un buen ejemplo es el uso de nitrógeno amoniacal el que es fijado por los coloides del suelo y no es soluble hasta que el amonio se convierte a nitratos a través de la nitrificación, la que depende de la aereación, disponibilidad de agua, temperatura, actividad biológica de bacterias nitrificantes (presencia de calcio y magnesio), pH y materia orgánica.

Extracto saturación de suelo

Es la solución que se extrae del suelo cuando este es saturado con agua (aproximadamente el doble de la capacidad de campo).

Fijación

Es un término general que describe como algunos nutrientes especialmente el potasio (K), cinc (Zn) y fósforo (P) no se hacen disponibles o son fijados en el suelo.

Formación de protoplasma

Protoplasma es el material vivo de la planta, constituido principalmente por proteína, compuestos complejos de nitrógeno producidos por la planta desde la forma o compuesto más simple de este elemento.

Lixiviación

Es el movimiento en profundidad de las sales solubles debido a la aplicación de agua en la superficie del suelo.

Metabolismo de la planta

Durante el crecimiento hay continuos procesos de producción de compuestos complejos de carbono y nitrógeno y separación de estos en sustancias simples, en las cuales el agua y oxígeno están íntimamente relacionados. Estos procesos juntos comprenden el metabolismo de la planta.

En el curso de los procesos metabólicos innumerables sustancias son formadas, tales como azúcares, almidón, celulosa, ácidos, lignina, taninos, amino ácidos, proteínas, amidas, etc y muchas plantas también producen compuestos especiales, como por ejemplo nicotina en plantas de tabaco.

Para el normal funcionamiento de la planta y de sus procesos fisiológicos propiamente tales debe ocurrir una adecuada absorción de agua por la planta en orden de mantener la célula de planta en una menor o mayor condición de turgencia; a partir de que el agua está siendo continuamente consumida a una tasa variable por la planta, la absorción y movimiento dentro del tejido de la planta debería ser capaz de dejar listo el ajuste a estos cambios.

Como resultado de esta actividad metabólica, la planta desarrolla órganos especiales de crecimiento y reproducción, cada uno de los cuales tiene especiales características y demandas particulares sobre los nutrientes provistos de las plantas.

Quelato

Componentes orgánicos que rodean metales y mantienen a ellos en una forma disponible y soluble en agua.

Reacción del suelo

La mayoría de las plantas se desarrollan mejor en condiciones de pH ligeramente ácido, a pesar de que hay plantas que tienen tolerancia a condiciones de alcalinidad y/o acidez. Cuando el pH sube se produce un cambio en la disponibilidad de los nutrientes, en general nitrógeno (N) - fósforo (P) - potasio (K) - calcio (Ca) - magnesio (Mg) se hacen más disponibles, por el contrario cuando el pH es menor se favorece la absorción de micronutrientes.

Diagnosis: es una discriminación científica, de condiciones distintivas, marcas, síntomas y evidencias. Para el caso de la diagnosis en la nutrición vegetal, esta se basa en especulaciones más que un método científico, esto se basa en síntomas que son conocidos o bien se basan en la observación de anomalías. Lo anterior hace que hay que ser cauto y tomar este solo como un antecedente a investigar o dilucidar.

Interpretación: es el acto de explicar lo que es inteligible, no entendido o bien no es obvio a otros. La información sobre la composición del tejido, se usa para establecer el balance nutricional basado en la determinación de los valores críticos tomados estos de los parámetros establecidos para evaluar los contenidos como: deficientes, adecuados o excesivos.

Prescripción: es la recomendación de un tratamiento para solucionar o, remediar una enfermedad o desorden, recomendando los ingredientes y método de aplicación.

El diagnóstico, interpretación o la prescripción deben estar basadas en la "deducción científica".

Hay que estar atento a la especulación de los "agentes vendedores" de productos, ya que estos pueden inducir a algunos productores al uso innecesario de estos, con el consiguiente perjuicio económico, además de que esto puede producir un desbalance nutricional y/o en algunos casos toxicidad.



Respiración

La combinación de oxígeno con varios sustancias sintetizadas de alimento para la planta, especialmente azúcares, donde se produce energía para los posteriores procesos fisiológicos necesarios para la planta.

Sink

Es el punto de mayor atracción de agua y nutrientes durante el proceso productivo.

Translocación

El movimiento de elementos o compuestos dentro de la planta.

Transpiración

Pérdida de agua desde la planta principalmente desde las hojas.

Volatilización

Es la evaporación o cambio de una sustancia de líquido a vapor.

b. Formas de Expresar los Contenidos de los Elementos Presentes en Suelos, Agua y Tejidos Vegetales

En distintas publicaciones hay variaciones para expresar estos contenidos, lo anterior no modifica estas determinaciones ya que las unidades son equivalentes.

bi) Agua

Miliequivalentes por litro (me/L) o (meq/L)

Aniones y Cationes solubles (meq /L) o (mmol/L)

Conductividad Eléctrica (mmhos/cm) o (ds/m)

Partes por millón (ppm) esto equivale a miligramos por L (mg/l)

Cloruro % o ppm (mg/l)

Sodio % o ppm (mg/l)

Boro ppm (mg/l)

bii) Suelo

Bases extraíbles o intercambiables (meq/100gr) o (cmol⁽⁺⁾/kg)

Cationes solubles (meq/L) o mmol⁽⁺⁾/L)

Aniones solubles (meq/L) o mmol⁽⁺⁾/L)

Conductividad eléctrica (mmhos/cm) o ds/m

B-Cu-Zn disponibles (mg/kg) o ppm

Aluminio Intercambiable (cmol⁽⁺⁾/Kg) o meq/100gr)

biii) Tejidos Vegetales

Los siguientes elementos se expresan de la siguiente manera:

- Nitrógeno (N) (%) (base peso seco - b.p.s) o ppm (base peso seco - b.p.s).
- Fósforo % (base peso seco - b.p.s) o ppm (base peso seco - b.p.s).
- Calcio-Potasio-Magnesio % (base peso seco - b.p.s).
- Cinc mg/100gr. (base peso seco - b.p.s) o (ppm en base peso seco - b.p.s)..
- Manganeso (ppm en base peso seco - b.p.s).
- Cobre (ppm en base peso seco - b.p.s).
- Boro (ppm en base peso seco - b.p.s).
- Cloruro (%) (base peso seco .b.p.s).
- Sodio (%) (base peso seco .b.p.s).

c. Métodos cuantitativos en diagnóstico foliar

ci) El método de Desviación del Óptimo Porcentual (D.O.P)

También considerado un método estático, usa la comparación de la concentración del nutriente respecto del estándar, pero en una expresión porcentual, vale decir, cuantifica la cantidad en que un nutriente se desvía de esa norma individual. De esta manera se puede tener una clasificación u ordenamiento de los nutrientes en función de su efecto limitante. El sumatorio de los valores absolutos de los índices representa el balance nutritivo total de la planta y puede ser relacionado con el rendimiento o productividad. Este es un método que hace más evidente los contenidos de deficiencia, exceso o adecuado (óptimo) de un nutriente. A continuación la fórmula y un ejemplo del método DOP.

Fórmula → $DOP = (C * 100 / C \text{ referencia}) - 100$

Donde:

C = Concentración obtenida en el análisis foliar.

C referencia = Concentración del promedio del rango adecuado.

Si el resultado da un valor negativo hay déficit y si es positivo es exceso, cuando el valor obtenido es 0 está en un óptimo.

Ejemplo → Vides en floración:

Entonces tenemos:

C = 1% de K y C referencia = 1,5% de K

Luego según fórmula, $DOP = (1 * 100 / 1,5) - 100 = -34$ (deficiencia)



También existen otros métodos, como el **DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System)** que considera la materia seca como otro componente para ser utilizado en las relaciones de nutrientes. Este método **DRIS** ha recibido muchas críticas y modificaciones, uno de los problemas encontrados es que hay pocas normas (una buena recopilación de las normas DRIS es la publicada por Beverly (1991)) y sólo para algunos elementos y especies (Lucena (1997), citado por Cadahia (2005)).

cii) El método de corrección de dosis de fertilización según análisis foliar.

Este sistema de corrección considera los conceptos de índice de relación entre la producción de materia seca en hojas y frutos en diferentes especies frutales y en vides (cuadro 38).

Donde:

MSF, corresponde a la concentración de materia seca en frutos o racimos.

IRHF, corresponde al índice de relación de producción de materia seca entre hojas y frutos.

Fórmulas:

$$\text{MSF (kg/ha)} = \text{Rendimiento (kg/ha)} * [\% \text{MSF}] / 100$$

$$\text{MSH (kg/ha)} = \text{MSF (kg/ha)} * \text{IRHF}$$

Entonces para corregir la dosis a aplicar o descontar en la estrategia nutricional como recomendación, se aplica las siguientes multiplicaciones según se trate de un déficit o exceso que presenta el contenido del nutriente que se está midiendo:

Luego para Corregir dosis:

$$\text{Déficit (kg/ha)} = \text{MSH (kg/ha)} * [(\% \text{Foliar adecuado} - \% \text{Foliar actual}) / 100]$$

$$\text{Exceso (kg/ha)} = \text{MSH (kg/ha)} * [(\% \text{Foliar actual} - \% \text{Foliar adecuado}) / 100]$$

Cuadro 38. Índice de relación entre la producción de materia seca en hoja y frutos en diferentes especies frutales y en vides.

Especie	MSF (%)	IRHF
Arándano	16	1,0
Cerezo	20	1,2
Duraznero y Nectarino	16	0,4
Damasco	17	1,0
Frambueso	12	2,1
Kiwi	16	0,6
Manzano	16	0,7
Naranja y Limonero	22	0,5
Peral	17	0,4
Uva de Mesa	22	0,6
Vid Vinífera	25	0,8

Fuente: Adaptado de Gil-Albert et al. (1979); Smith et al. (1988); Baghdadi y Sadowski (1988); McGlone y Kawano (1998); AGusti (2004); Rincón et al. (2004); Kowalenco (2005); Stassen y North (2005); Boaretto et al. (2006); Roversi y Monteforte (2006); Schreiner et al. (2006), citado por Razeto (2011), en Cátedra de Nutrición Mineral de Frutales, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

Ejemplo para análisis del contenido de potasio (K) foliar en uva de mesa durante floración:

- Contenido de potasio (K) foliar, durante floración en uva de mesa igual a $K = 1,2\%$.
- Contenido de potasio (K) foliar adecuado según estándar en uva de mesa durante floración según libro → rango de 1,5 - 2,5, lo que señala un promedio de $K = 2,0\%$.
- MSF, que corresponde a la concentración de materia seca en frutos o racimos es igual a $MSF = 22$ (Ver cuadro).
- IRHF, que corresponde al índice de relación de producción de materia seca entre hojas y frutos es igual a $IRHF = 0,6$ (ver cuadro).

Tenemos entonces al aplicar las formulas recién enunciadas: (Uva de mesa durante floración).

$$MSF \text{ (kg/ha)} = 25000 \text{ kg/ha} * [22/100]$$

$$MSF \text{ (kg/ha)} = 5500 \text{ kg K/ha.}$$

Luego;

$$MSH \text{ (kg/ha)} = 5500 \text{ kg K/ha} * [0,6].$$

$$MSH \text{ (kg/ha)} = 3300 \text{ kg K/ha.}$$

Luego, calculamos el déficit ya que el valor obtenido de potasio foliar es menor que el rango adecuado, entonces:

- Déficit (kg/ha) = $MSH \text{ (kg/ha)} * [(\%Foliar \text{ adecuado} - \%Foliar \text{ actual})/100]$.
- Déficit (kg/ha) = $3300 * [(2,0 - 1,2)/100]$.
- Déficit (kg/ha) = 26,4 kg K/ha o 31,7 kg K_2O /ha.



En consecuencia **se debe corregir agregando** a la dosis normal utilizada durante el ciclo anterior de la temporada en 31,7 kg K₂O/ha al suelo.

Finalmente, existen otros métodos de cálculo de dosis de reposición según rendimiento esperado donde se aplica la fórmula siguiente considerando el contenido mineral de fruta (mg/100 gr de fruta fresca) para las diferentes especies y el valor del factor F que corresponde a la relación de extracción anual entre los frutos y el resto del árbol de cada nutriente (Razeto, 2011, Comunicación Personal).

Dosis (kg/ha) = Rdto Esperado (t/ha) * kg de Nutriente/ton X F

d. Problemas de Salinidad

Cloruro y Sodio (como elemento acompañante del cloruro): Pueden producir quemaduras en la lámina.

Las sales de cloruros generalmente son constituyentes de la salinidad del suelo; según su cantidad producen efectos negativos sobre el crecimiento. La reducción del desarrollo está ligada al efecto osmótico, el que dificulta la absorción del agua.

La predominancia de cloruros en el complejo salino puede producir quemaduras severas dependiendo de la especie y variedad; un contenido de cloruros de 10 a 25 meq/l en el extracto de saturación es suficiente para producir síntomas.

La calidad del agua de riego es un aspecto a considerar como importante sobre todo cuando los niveles de cloruros están sobre 4 meq/l y particularmente cuando estos son superiores a 15 meq/l.

Una condición que favorece al exceso de los suelos con cloruros es el manejo deficiente del riego y la mala penetración del agua provocada por compactación u estratas que la restringen (presencia de sodio que actúa como dispersante de los coloides) y presencia de nivel freático.

Dentro de las especies tolerantes a la salinidad se encuentran el olivo, la palma datilera, la higuera y el granado.

La presencia de salinidad se manifiesta con quemaduras en el margen de la lámina, las que en condiciones severas, se aprecian a principio de primavera, afectando su crecimiento hasta llegar a producirse la muerte de los brotes. Las quemaduras de las hojas avanzan desde el margen y se produce un pardeamiento. Para su diagnóstico el método más eficiente es el análisis de agua, foliar y el estudio del perfil del suelo.

E. Test Rápido para el Diagnóstico de las Deficiencias de Nitrógeno (N)

Magnesio (Mg) y Hierro (Fe) en Vides, Frutillas, Kiwis, Perales, Manzanos y Carozos.

ei) Test Rápido para Vides nitrógeno (N)

Para el diagnóstico de la carencia de nitrógeno (N) en vides y frutillas, se usa el test de la difenilamina el que se prepara disolviendo 0,2 gr de difenilamina en 100cc de ácido sulfúrico concentrado, de alta pureza.

Para el caso de la vid se toman unos 20 pecíolos de las hojas opuestas al racimo cuando se ha producido la floración. Se hace un corte de unos 2 cm de la zona bulbosa de la base de pecíolo. Si 15 o más de los 20 pecíolos toman rápidamente el color azul hay un exceso de nitrógeno (N), si este es incoloro o bien pálido hay carencia.

Es importante hacer esta determinación en el menor tiempo después de haber colectado los pecíolos.

eii) Test Rápido para Frutillas (Nitratos) - (N-NO₃) (Nitrógeno nítrico)

Se cortan pecíolos de las hojas totalmente expandidas. Si al aplicar el reactivo (1 gota) el color azul se desarrolla inmediatamente, el nivel de nitratos es superior a 500 ppm y la planta está en un nivel adecuado de nitrógeno (N) en el momento que se hace este test. Si al aplicar la gota de reactivo no aparece la coloración azul o bien el tejido demora en tomar este color, el contenido de nitratos es inferior a 500 ppm y luego hay deficiencias de nitrógeno (N) en el momento que se hace este test. Para el nitrógeno total (b.p.s.), menos de 2,8% se está en carencia.

Precaución

Esta solución es altamente cáustica; evitar el contacto con la piel y ropa. En caso de contacto con la piel lavar inmediato con abundante agua y bicarbonato de sodio. Debe mantenerse este reactivo en lugar oscuro (fotosensible).

eiii) Test Rápido para carencia de Hierro (Fe) en Kiwi, Perales, Manzanos y Frutales de Carozo.

Para confirmar el diagnóstico visual de deficiencia de Fe, además del análisis foliar, se puede pintar con un pincel fino algunas hojas afectadas por esa clorosis con el reactivo. Se pintan algunas hojas con una solución de sulfato de amonio ferroso al 0,5% y si al menos de 10 días el tejido se pone verde esto corrobora el diagnóstico.

eiv) Test Rápido para Diagnóstico de carencia de Magnesio (Mg) en Kiwi.

Para diferenciar en Kiwi entre la carencia de magnesio (Mg) de la de potasio (K) (ya que en sus inicios tienen en esta especie, síntomas similares), se pintan hojas que presentan esta clorosis con una solución de nitrato de magnesio (MgNO₃)₂ al 3%.



Si a los \pm 10 días la hoja se pone verde, la deficiencia es de magnesio (Mg), en caso contrario esta es de potasio (K).

Lo anterior evita hacer aplicaciones equivocadas, esto tiene importancia económica.

Si se desea tener rápidamente un resultado para dilucidar en Kiwi si la carencia es por falta de potasio (K) o magnesio (Mg) y/o identificar la carencia de hierro (Fe) en esta especie como en Perales - Manzanos y frutales de carozo, se recomienda hacer un **análisis foliar "diferencial"**. Este consiste en comparar el análisis de las hojas "sanas" con el de hojas con clorosis, en ambos casos las muestras deben ser tomadas en igual posición en las plantas que se han muestreado.



9. GALERÍA DE FOTOS

VISIÓN GENERAL DEL VALLE DE COPIAPÓ



Figura 5. Visión general de un parron del Valle de Copiapó en brotación.

DEFICIENCIAS DE CINCO (Zn)



Figura 6. Deficiencia de cinc (Zn) en cítricos afectando severamente al follaje y madera.



Figura 7. Deficiencia de cinc (Zn) y manganeso (Mn) en naranjo afectando al follaje.



Figura 8. Deficiencia de cinc (Zn) en naranjo afectando al follaje y calibre de fruta.





Figura 9. Deficiencia de cinc (Zn) en palto afectando al follaje y calibre de fruta.

DEFICIENCIAS DE HIERRO (Fe)



Figura 10. Deficiencia de hierro (Fe) en Kiwi afectando al follaje como una clorosis.



Figura 11. Deficiencia de hierro (Fe) y manganeso (Mn) en duraznero afectando al follaje como una clorosis general e intervenal respectivamente.

DEFICIENCIAS DE MAGNESIO (Mg)



Figura 12. Deficiencia de magnesio (Mg) en patron Harmony de Vid.



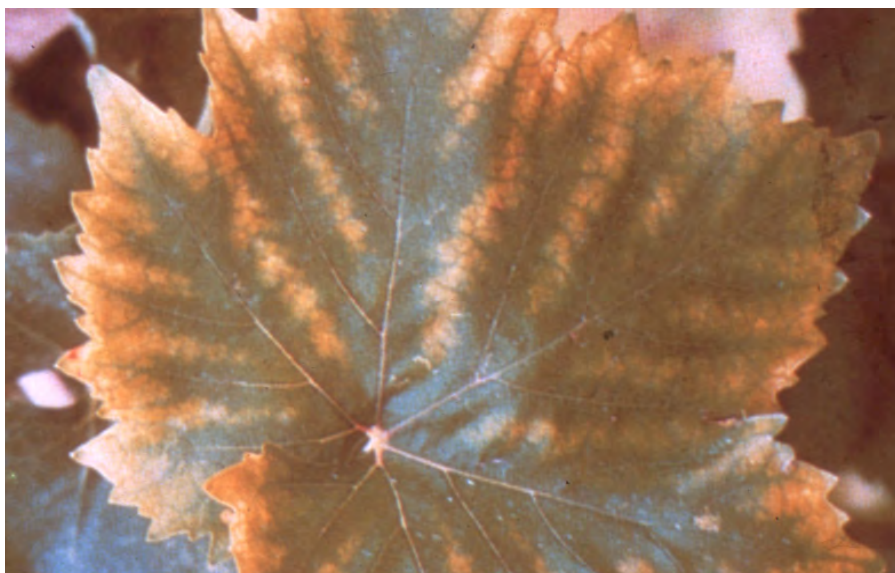


Figura 13. Deficiencia de magnesio (Mg) en vid de mesa con clorosis en el margen.

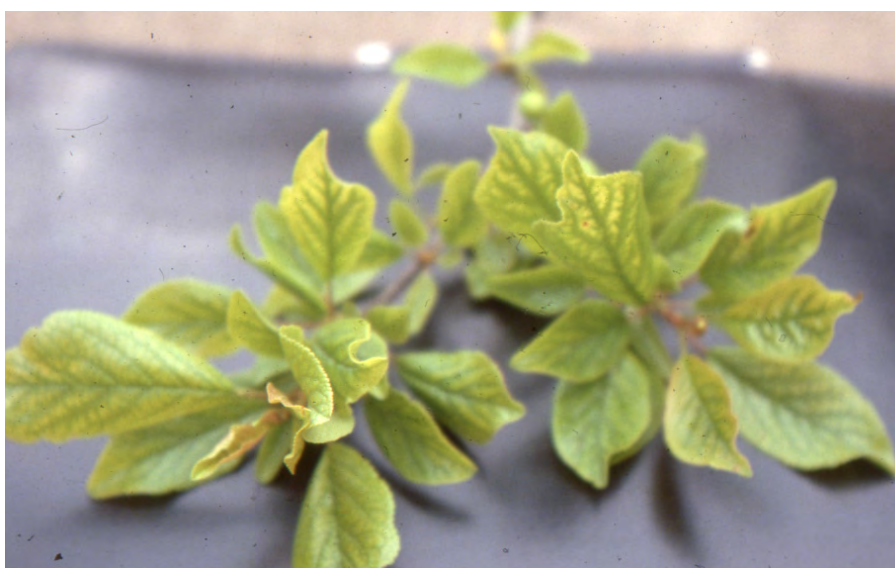


Figura 14. Deficiencia de magnesio (Mg) y hierro (Fe) en ciruelo.



Figura 15. Deficiencia de magnesio (Mg) progresiva en limonero. Estado 1 representa hoja normal a estado 5 donde se observa carencia severa de magnesio (Mg).

DEFICIENCIA DE POTASIO



Figura 16. Deficiencia de potasio (K) en vid.



EXCESOS Y/O TOXICIDADES



Figura 17. Exceso de boro (B) y nitrógeno (N) en vid con necrosis y deformación marginal de la lámina.



Figura 18. Exceso de manganeso (Mn) y cloruro (Cl) en palto con necrosis marginal de la lámina.



Figura 19. Exceso y/o toxicidad de boro (B) en vid con deformación severa de la lámina.



Figura 20. Exceso de sales cloruros (Cl) en vid con necrosis.



SÍNTOMAS NO NUTRICIONALES



Figura 21. Margarodes en raíces de duraznero.



Figura 22. Quemadura general en lámina de palto.

SUELOS



Figura 23. Estructura prismática, Serie Padre las Casas. Provincia de Cautín.



Figura 24. Suelo Trumao, Serie Arrayán, Provincia del Bío – Bío.





Figura 25. Perfil de Serie Alhue sobre pumicita. Provincia de Colchagua.



Figura 26. Perfil de Serie Maipo, provincia de Santiago.



Figura 27. Perfil de suelo "ñadi" de la serie Frutillar.



Figura 28. Perfil de suelo Trumao de la serie Osorno, Provincia de Llanquihue.





Figura 29. Topografía suavemente ondulada de suelo Trumao de la Serie Osorno, Provincia de Llanquihue.



Figura 30. Suelo Trumao aluvial en Serie Temuco, Provincia de Cautín.





Alberto Julio Valdés Fabres

Nació en 1931 en Santiago de Chile. En 1954 se graduó como Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile y en 1960, como master de ciencias en suelo de la Universidad de California, Davis. Consejero del Colegio de Ingenieros Agrónomos en 3 períodos. Por Rectoría de la Universidad de Chile, fue nombrado profesor titular de la Catedra de Agrología de esta casa de estudios y fue jefe Departamento de suelos de la Facultad de Agronomía entre 1965 a 1968. Durante los años 1966 a 1971 fue Jefe del Departamento de Agrología del Ministerio de Agricultura de Chile - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Fue Director Nacional del proyecto de Estudio y Reconocimiento de Suelos FAO/PNUD desde 1966 a 1971. Fue cogerente del proyecto de suelos SAG-ONU-FAO donde se clasificaron diversas zonas a lo largo de Chile. En 1956, fue Socio fundador de la Asociación de Especialistas de suelos de Chile. En adición a numeros artículos científicos, fue Director de Tesis de Grado Escuela de Agronomía U. de Chile, revistas técnicas y presentaciones a congresos nacionales e internacionales, asesor de empresas agrícolas en Chile, Argentina y Perú en suelos y fertilidad de frutales, donde destacan publicaciones tales como "Índice para evaluación de los suelos" (1977), "Distribución Geográfica y Características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Chile" (1969), coautor de diversos reconocimientos de suelos como fue en el valle de Llutu (1958), valle de Huasco (1962), valle de Copiapó (1963) y Provincia de O'Higgins (1957). El profesor Valdés al egresar recibió el Premio Desiderio Lemus por haber obtenido las más altas calificaciones de su promoción, junto con Diploma del Centro de Alumnos de la Facultad de Agronomía U. de Chile, al mejor profesor de la Facultad. Actualmente es miembro de la Academia Chilena de Agronomía.



Juan Francisco Palma Mendoza

Nació en 1962 en Santiago de Chile, En 1989 se graduó como Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile, (mención fruticultura) y en 2000 como master en manejo de fertilizantes y medio ambiente del Departamento de Química Agrícola de la Universidad Autónoma de Madrid. Continuó sus estudios de post grado como Magister en Suelos y Agua de la Universidad de Chile (2014) obteniéndolo con distinción máxima. Fue Jefe Técnico de Post Cosecha durante el período de 1989 a 1995 en la Compañía Exportadora de fruta United Trading Company (UTC S.A.) y actualmente como Gerente de Mercado y Desarrollo en Nutrición Vegetal de Especialidad (SPN) de SQM en líneas Ultrasol® y Speedfol®, en los países como Perú, Brasil, Argentina, Paraguay, México, Guatemala, Colombia, Ecuador y Chile. Ha colaborado como especialista en fertirriego en los países antes nombrados, junto a países del Medio Este como Egipto y Turquía. Ha sido organizador, expositor y oyente en seminarios nacionales e internacionales relacionado al fertirriego en Latinoamérica, Europa, Medio Este y Sudáfrica. En publicaciones de SQM ha sido colaborador de "libro azul" (2002), autor en Crop Kit de uva de mesa (2006) y Manual del uso del boro (2010). Ha permanecido en Casa matriz SQM desde 1998 y actualmente también es el encargado del desarrollo de las Aplicaciones SQM para Biblioteca agronómica (publicaciones y productos) y de Calculadoras de aguas, suelos, foliares, demanda NPK y recomendación Ultrasoles WSNPK, temas desarrollados en conjunto al Departamento de Marketing de SQM Industrial S.A. Ha publicado en Red Agrícola (2014, 2015), Chileriego (2008) y Congreso Internacional de manejo de riego y suelo de INIA (2005).





THE WORLDWIDE
BUSINESS FORMULA

