



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA

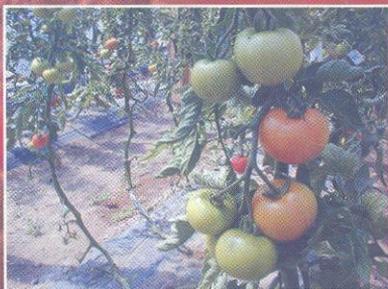


GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INDAP IV REGIÓN

BOLETIN INIA N° 97

ISSN: 0717 - 4829

FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS Y FRUTALES EN LA ZONA NORTE



Diagnóstico nutricional
y Guía práctica de
recomendaciones para:

- Papa
- Tomate en invernadero
- Cítricos
- Olivo
- Duraznero
- Vid Pisquera
- Palto

CARLOS SIERRA BERNAL
Ing. Agr. M.Sc.



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA INTIHUASI



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INDAP IV REGION

BOLETIN INIA N° 97

ISSN 0717 - 4829

FERTILIZACIÓN DE

CULTIVOS Y FRUTALES

EN LA ZONA NORTE

AUTOR:

Carlos Sierra Bernal
Ing. Agr. M.Sc.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Intihuasi
Chile, 2003

Autor: Carlos Sierra Bernal
Ingeniero Agrónomo M.Sc.
Centro Regional de Investigación Intihuasi

Director
Responsable: Alfonso Osorio Ulloa
Ingeniero Agrónomo M.Sc.
Centro Regional de Investigación Intihuasi

Comité Editor: Leoncio Martínez B., Ingeniero Agrónomo Ph.D.
Alfonso Osorio U., Ingeniero Agrónomo M.Sc.
Roberto Salinas Y., Ingeniero Agrónomo
Angélica Salvatierra G., Ingeniera Agrónoma Ph.D.
Denisse Avila R., Periodista
Centro Regional de Investigación Intihuasi

Boletín INIA N° 97, 72 páginas.

Este Boletín Técnico ha sido editado por el Centro Regional de Investigación Intihuasi, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Ministerio de Agricultura de Chile.

Financiamiento:

Esta publicación forma parte del convenio realizado por INDAP, proyecto PRODECOP IV Región año 2002.

Cita bibliográfica:

SIERRA, C. 2003 "Fertilización de cultivos y frutales en la zona norte". Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Centro Regional de Investigación Intihuasi (La Serena). Boletín INIA N° 97, 72 p.

Diseño y
diagramación: Binden Art Ltda.

Impresión: Grafic Suisse.

Cantidad de Ejemplares: 500.

La Serena, Chile, año 2003.

INDICE

PRESENTACIÓN	5
1. INTRODUCCIÓN	7
2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO NUTRICIONAL DE CULTIVOS Y FRUTALES	8
2.1 Sintomatología Visual de Deficiencias Nutricionales	9
2.1.1 Guía Práctica para Diagnosticar en Forma Visual el Estado Nutricional de las Plantas	9
2.1.1.1 Nitrógeno	9
2.1.1.2 Fósforo	10
2.1.1.3 Potasio	10
2.1.1.4 Calcio	11
2.1.1.5 Magnesio	11
2.1.1.6 Azufre	11
2.1.1.7 Hierro	11
2.1.1.8 Manganeseo	11
2.1.1.9 Zinc	12
2.1.1.10 Boro	12
2.1.1.11 Cobre	12
2.2 Diagnóstico Nutricional vía Análisis de Suelo	12
2.2.1 Diagnóstico de la Disponibilidad de Nitrógeno	13
2.2.1.1 Nitrógeno Mineral	13
2.2.1.2 Nitrógeno Total	13
2.2.2 Materia Orgánica	14
2.2.3 Fósforo	14
2.2.4 Potasio	15
2.3 Diagnóstico del Estado Nutricional Mediante Análisis Foliar	18
3 FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS	19
3.1 Fertilización del Cultivo de la Papa	19
3.1.1 Requerimiento de suelo	19
3.1.2 Requerimiento de nutrientes	19
3.1.3 Diagnóstico nutricional del cultivo	19
3.1.4 Recomendaciones de Fertilización para el cultivo de la Papa	21
3.1.5 Sintomatología visual de deficiencias en Papa	24
3.2 Fertilización de Cultivo del Tomate en Invernadero	25
3.2.1 Requerimiento de suelo	25
3.2.2 Requerimiento de nutrientes	25
3.2.3 Diagnóstico del estado nutricional	26
3.2.4 Recomendación de Fertilización para Tomate en Invernadero	27
3.2.5 Consideraciones sobre la forma de aplicación y la fuente fertilizante recomendada	29
3.2.6 Sintomatología visual de deficiencia en Tomate	31
4 FERTILIZACIÓN DE FRUTALES	32
4.1 Palto	32
4.1.1 Requerimientos de suelo	32
4.1.2 Requerimientos de nutrientes	32

4.1.3 Diagnóstico del estado nutricional de los huertos de palto	33
4.1.4 Recomendación de fertilización para el Palto	36
4.1.5 Fuente Fertilizante	37
4.1.6 Época de Fertilización	37
4.1.7 Fertilización con Zinc	38
4.1.8 Factores que afectan la cuaja de frutos	38
4.1.9 Sintomatología Visual de deficiencias en Palto	39
4.2 Cítricos	40
4.2.1 Requerimiento de suelo	40
4.2.2 Requerimiento de nutrientes	40
4.2.3 Diagnóstico del estado nutricional de huertos de Cítricos	40
4.2.4 Recomendación de fertilización para Cítricos	42
4.2.5 Fuente Fertilizante	43
4.2.6 Época de Fertilización	44
4.2.7 Sintomatología visual de deficiencias en Cítricos	44
4.3 Olivo	46
4.3.1 Requerimientos de Suelos	46
4.3.2 Requerimientos Nutricionales	46
4.3.3 Diagnóstico Nutricional de huertos de olivos vía análisis de Suelos y Foliar	46
4.3.4 Fertilización general recomendada para Olivo	48
4.3.5 Fuente Fertilizante	49
4.3.6 Epoca de Fertilización	49
4.3.7 Sintomatología visual de deficiencia en Olivo	50
4.4 Vid Pisquera	51
4.4.1 Requerimiento de suelo	51
4.4.2 Requerimiento de nutrientes	51
4.4.3 Diagnóstico Nutricional	52
4.4.4 Recomendación de fertilización para la Vid Pisquera	54
4.4.5 Fuente Fertilizante	55
4.4.6 Época de Fertilización	55
4.4.7 Sintomatología visual de deficiencia en la Vid	56
4.5 Duraznero	57
4.5.1 Requerimiento de suelo	57
4.5.2 Requerimiento de nutrientes	57
4.5.3 Diagnóstico Nutricional de huertos de durazneros vía análisis de Suelos y Foliar	57
4.5.4 Fertilización recomendada para Durazneros	59
4.5.5 Fuente Fertilizante	60
4.5.6 Época de Fertilización	60
4.5.7 Sintomatología visual de deficiencias en Duraznero	60
5 TECNOLOGÍA DE USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS	62
5.1 Enmiendas Orgánicas	62
5.2 Enmiendas Inorgánicas	63
6 FERTILIZACIÓN FOLIAR	65
6.1 Antecedentes Generales	65
7 LITERATURA CONSULTADA.....	69

PRESENTACIÓN

Este boletín Técnico es producto del interés manifestado por los pequeños agricultores atendidos a través del programa INDAP IV Región y PRODECOP en el sentido de disponer de una herramienta práctica que los oriente en el diagnóstico nutricional de sus cultivos y puedan, con una base técnica, aplicar las recomendaciones que en él se entregan.

El Centro Regional de Investigación Intihuasi del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, tomando como base los resultados de estudios efectuados en el período 1999 – 2001, financiados por INDAP IV Región, a través del programa PRODECOP asume el desafío de elaborar este Boletín, que tiene por título " Fertilización de cultivos y frutales en la Zona Norte".

Los antecedentes que esta publicación entrega, tienen el gran valor de estar basados en información de terreno, lograda en los predios de los propios agricultores; asociando aspectos nutricionales determinados en el diagnóstico foliar con el diagnóstico nutricional obtenido del análisis de los suelos, en las provincias de Limarí y Choapa.

Del análisis de estos resultados, surgen propuestas y recomendaciones prácticas de fertilización para cultivos como: paltos, cítricos, olivos, durazneros, papas y tomates.

A medida que el lector avanza por las paginas de este boletín, comprenderá que los conceptos y recomendaciones que en él se dan, resultan fundamentales para mejorar la productividad de los predios.

Tanto INDAP IV Región como INIA Intihuasi sienten que el entregar esta información a los pequeños agricultores, es una tarea relevante y el objetivo que ambas instituciones se habían propuesto sobre este tema se ha logrado; sin embargo, la tarea no estará totalmente cumplida, si los agricultores no aplican lo que con gran esfuerzo se plantea en esta publicación técnica.

En resumen, los pequeños agricultores, desde ahora tienen una **Guía Nutricional** denominada: " Fertilización de cultivos y frutales en la Zona Norte", la que debe ser una referencia fundamental para mejorar el manejo nutricional de los cultivos señalados y a través de esta herramienta alcanzar niveles productivos que se traduzcan en incremento de ingresos y en consecuencia, en una mejor calidad de vida.



José Mora Poblete
Director Regional INDAP IV Región



Alfonso Osorio Ulloa
Director Regional INIA CRI Intihuasi

1. INTRODUCCIÓN

La fertilización de cultivos y frutales es una de las prácticas agronómicas importantes junto al riego, ya que permite sustentar una producción alta y de calidad. Para lograr estos objetivos los programas de fertilización deben considerar, no sólo la aplicación de fertilizantes químicos sino además, en muchos casos, la incorporación de enmiendas, ya sea orgánicas o inorgánicas. La decisión de usar enmiendas dependerá del tipo de cultivo o frutal, en el caso de los olivos pueden no requerir su adición, mientras que en el caso del palto debe considerarse como una práctica obligada.

El pequeño agricultor, por razones económicas, no puede aspirar a mantener un programa anual de diagnóstico del estado nutricional de suelos y cultivos, por lo tanto una guía de fertilización para sus huertos y cultivos es importante de considerar.

En el caso de la agricultura campesina, la incorporación de materia orgánica puede ser subsidiada a través del Programa de Recuperación de Suelos Degradados (PRSD), ya sea a través del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) o el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

Las recomendaciones de fertilización y uso de enmiendas entregadas en el presente boletín, se basan en estudios de diagnóstico del estado nutricional de suelos y plantas realizados a través de los respectivos convenios suscritos con Prodecop, en los años 2000 y 2001, en diversas comunas de las provincias de Limarí y Choapa.

El objetivo de este boletín consiste en entregar una guía de diagnóstico nutricional y de fertilización, para los cultivos de papa, tomate en invernadero, cítricos, olivo, duraznero, vid pisquera y palto.

2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO NUTRICIONAL DE CULTIVOS Y FRUTALES

La recomendación de fertilización para cultivos y frutales, es una técnica difícil de precisar debido a que está afectada por las características intrínsecas del suelo y además por factores de manejo del suelo, del riego, de la planta y del clima.

La fertilización, no es una práctica muy cara, al considerarla como parte de la estructura de costos totales del cultivo o frutal. Sin embargo, recomendaciones inadecuadas en cuanto a tipo de fertilizantes a usar no sólo puede ser negativo para la planta si no además, en el mediano y largo plazo puede afectar algunas características del suelo. El caso más claro lo constituye el uso continuado de salitre y estiércol de cabra en los últimos 40 años, sin considerar su importante aporte de sodio, con el consiguiente incremento del pH y de otros efectos negativos para las condiciones físicas del suelo. Asimismo, la aplicación excesiva de fertilizantes y en particular de algún nutriente puede generar problemas de desbalance nutricional y lo que es más grave contaminación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas. Esto último ya se aprecia en el contenido moderadamente alto y sobre la norma internacional estipulada del nivel de nitrógeno nítrico (N-NO₃) en las aguas de pozos someros en el área de Pan de Azúcar.

Por otra parte, las recomendaciones de dosis de fertilizantes actualmente en uso por técnicos y agricultores son dispares y en muchos casos no obedecen a un requerimiento más real de los cultivos y frutales.

Para lograr un adecuado diagnóstico del estado nutricional de las plantas existen diferentes herramientas tecnológicas, como la sintomatología visual de deficiencias, el análisis de suelo y el análisis foliar. A continuación se analizan más detalladamente estas técnicas de diagnóstico nutricional.

2.1 Sintomatología Visual de Deficiencias Nutricionales.

La sintomatología visual de deficiencias se basa en que las plantas muestran síntomas característicos frente a una determinada deficiencia de un nutriente. Esta técnica es rápida y efectiva, pero requiere el ojo experto de una persona muy entrenada y con bastante experiencia agronómica de manejo de cultivos y/o frutales. En el caso de algunos nutrientes los mismos síntomas de deficiencia son producidos por diversas causas, haciendo aún más complicado el diagnóstico, impidiendo además establecer dosis adecuadas para un determinado cultivo o frutal.

2.1.1 Guía práctica para diagnosticar en forma visual el estado nutricional de las plantas.

2.1.1.1 Nitrógeno. Es un elemento móvil en la planta por lo tanto una deficiencia intensa se caracteriza por una clorosis o amarillez de las hojas viejas o basales, el cultivo o frutal muestra poco vigor, su área foliar se ve disminuida y su crecimiento es lento. Otros factores que pueden producir síntomas parecidos son el déficit hídrico, que en caso extremo obliga a la planta a translocar nitrógeno desde las hojas basales, debido a que no puede absorber el elemento desde el suelo, esto es común de observar en zonas de secano. El exceso de humedad igualmente produce clorosis (amarillamiento) de las hojas debido a la disminución de la actividad radicular por falta de oxígeno, lo que afecta la absorción de nutrientes. La falta de luz también produce clorosis debido a la falta de clorofila, que no es estimulada por esta fuente de energía. Esto ocurre, con frecuencia en cultivos con alta densidad de plantas y en parrones con un gran dosel. El exceso de nitrógeno, es otro aspecto importante a detectar, debido a que éste afecta muy negativamente la productividad y la calidad de los frutos cosechados. Este exceso en frutales y cultivos produce plantas sobrevigorizadas, de color verde muy oscuro y brillantes, de hojas muy grandes, la relación hoja/frutos aumenta, disminuye el crecimiento radicular, aumenta el riesgo de enfermedades como Botrytis y Oídio. En el caso de los tubérculos de papa, éstos se afectan en su calidad para la producción de chips. En parrones se puede producir fruta blanda y palo negro.

Un buen técnico debe reconocer el color verde típico de cada especie y variedad de planta cultivada.

2.1.1.2 Fósforo. La deficiencia moderada de este elemento produce plantas de color verde muy oscuro sin brillo, de crecimiento lento especialmente en épocas frías como fines de otoño y fines de invierno. La deficiencia intensa produce detención de crecimiento del ápice generando una coloración pardo rojiza característica, la que se debe a la acumulación de antocianinas, pigmentos que se expresan cuando la planta altera su tasa de crecimiento. Este mismo fenómeno se produce al bajar la temperatura después de algunos días de buen régimen térmico. Esta coloración es muy común que se produzca en el cambio de estación, por ejemplo en Agosto y Septiembre, si ésta coloración continúa en épocas de calor es muy probable que sea una deficiencia de fósforo, no se debe confundir con la misma coloración producida por antocianinas, en el ápice del crecimiento, que es normal en muchas especies de plantas, la diferencia con la deficiencia de fósforo es que ésta es más intensa. En variedades de vides de color rojo, el raquis presenta un color rojizo debido al efecto de la aparición de antocianinas. El efecto más importante de la deficiencia de fósforo en las plantas es que produce pobre fructificación, racimos de tamaño desuniforme y en general mala calidad de racimos. En el caso de parrones pisqueros de Moscatel rosada, se observó que al aplicar fósforo se incrementó notablemente el número de racimos al segundo año de experimentación en un suelo con niveles de fósforo disponible muy bajo. El exceso de fósforo puede inducir una deficiencia de zinc.

2.1.1.3 Potasio. La deficiencia intensa de este elemento produce en el caso de la papa un color bronceado de las hojas basales e intermedias. En vides y otros frutales produce una coloración similar y asociada además a necrosis del borde de la lámina de la hoja. El efecto más claro de la deficiencia marginal de potasio lo constituye el calibre de frutos. En tomate y pimiento en invernadero, al fertilizar con dosis altas de nitrógeno y fósforo, en suelos con niveles medios de potasio la no aplicación de este elemento, producirá fruta de bajo calibre, lo mismo ocurre en frutales y vides. La toxicidad por exceso de potasio no es un aspecto relevante, lo que si es común, especialmente en parrones es la aplicación excesiva de este elemento. El exceso de potasio, 250 Kg/ha de K_2O por año en un suelo franco arenoso puede inducir una clara deficiencia de calcio y magnesio en vides, intensificando la partidura de bayas en el caso de cultivares como Flame, debido a la menor absorción de calcio por el exceso de potasio aplicado durante 3 ó 4 años seguidos. Este efecto es más fácil de inducir en un suelo franco arenoso debido a la menor reserva de calcio y magnesio de éstos.

2.1.1.4 Calcio. La deficiencia de calcio no es común en suelos de zonas áridas, debido a que bajo estas condiciones el nivel de calcio del suelo en general es alto y además las aguas de riego aportan anualmente cantidades importantes. La deficiencia de calcio se manifiesta de diferentes formas en la parte aérea de las plantas, con una detención del crecimiento de los brotes en el caso extremo. Otras formas de deficiencia en la planta son por ejemplo la pudrición apical de los frutos, muy común en tomate y pimiento. Este desorden nutricional normalmente se debe en muchos casos a otros diversos factores que de manera indirecta afectan la absorción de calcio en el suelo, caso del exceso de sodio en los suelos de Copiapó, exceso de fertilización potásica, exceso de nitrógeno, etc.

2.1.1.5 Magnesio. La deficiencia de este elemento es muy característica, es medianamente móvil en la planta y su deficiencia intensa se manifiesta con una clorosis internerval de las hojas viejas o intermedias. La clorosis es muy localizada entre las nervaduras a diferencia del nitrógeno que es generalizada en la lámina. Su deficiencia se produce a media estación del crecimiento en las vides de mesa, bajo las condiciones de nuestra región. En algunas especies produce una clorosis más extendida en la lámina. En vides y cítricos es frecuente su deficiencia.

2.1.1.6 Azufre. La sintomatología visual de deficiencia del azufre se caracteriza por una clorosis suave y generalizada de la planta, hojas nuevas y viejas, la planta se torna color ceniza. El crecimiento de las plantas es lento y de escaso vigor. La deficiencia de este elemento no es común que ocurra en la zona bajo riego, debido al aporte importante de sulfatos que hace el agua de riego. Sin embargo, bajo condiciones de secano y/o riego eventual, existen altas probabilidades de respuesta a la aplicación de azufre, debido al escaso nivel de materia orgánica de estos suelos, (el mayor reservorio de azufre de los suelos se encuentra en la fracción orgánica).

2.1.1.7 Hierro. La deficiencia de hierro se produce en los ápices de crecimiento, en hojas nuevas, debido a que es un nutriente muy poco móvil en la planta. Cuando es aguda se caracteriza por una clorosis muy intensa y en muchos casos muy localizada; en el caso de cítricos y vides, se producen ramilletes de hojas prácticamente blancas. Es común su ocurrencia en épocas frías de cambio de estación como Agosto y Septiembre.

2.1.1.8 Manganeso. Produce una clorosis de las hojas nuevas, pero menos intensa y más extendida en la lámina de la hoja.

2.1.1.9 Zinc. La deficiencia de zinc es muy característica debido a que produce entrenudos cortos y se expresa en los ápices del crecimiento de la planta, formando la denominada «escoba de bruja», síntoma muy típico de esta deficiencia. En cultivos de primor, cultivados en épocas frías, puede manifestarse una deficiencia velada de zinc, debido a que en suelos fríos su disponibilidad disminuye ostensiblemente. Un crecimiento lento de estos cultivos en invierno puede deberse a una carencia estacional de zinc.

2.1.1.10 Boro. La deficiencia aguda de boro produce ramillas secas que puede confundirse con enfermedades en los frutales, particularmente en el olivo que es una especie sensible a la deficiencia de este elemento, en la papa puede producir tubérculos huecos y en el tomate partiduras o mal llenado de las bayas en el área de inserción del pedicelo. La deficiencia de este elemento produce efectos negativos en floración y cuaja especialmente en algunos frutales como palto y olivo. Una mala floración y cuaja puede ser síntoma de falta de boro. Otro síntoma que produce la deficiencia de boro es el necrosado interno de los tallos.

2.1.1.11 Cobre. La deficiencia de este micronutriente que no es común en la región, produce en las plantas marchitez, escaso vigor y también afecta la calidad de la floración.

2.2 Diagnóstico Nutricional vía Análisis de Suelo.

La técnica del análisis químico de suelo se recomienda preferentemente para cultivos anuales, aún cuando en frutales es igualmente recomendable su empleo, pero en este caso se debe priorizar el análisis foliar. En **cultivos anuales** la técnica del análisis de suelo permite predecir en buena medida el comportamiento de las plantas frente a la disponibilidad detectada por el análisis químico, especialmente en el caso de fósforo y potasio, el diagnóstico de la disponibilidad de nitrógeno es menos preciso, debido a la compleja dinámica bioquímica de este nutriente en el suelo. En el **caso de frutales**, los nutrientes disponibles en el suelo y la respuesta de la planta a su aplicación no presenta una clara relación, especialmente de un año a otro y en árboles o vides en producción debido a las reservas de nutrientes que poseen los frutales y además a la gran capacidad de exploración del suelo que puede hacer un frutal. Sin embargo, a niveles extremos de disponibilidad, es decir contenidos muy bajos o muy altos de un nutriente, el análisis químico del suelo se relaciona mucho mejor con el nivel nutricional de la planta. Para mejorar más aún el diagnóstico del nivel de fertilidad de un suelo es importante considerar un estudio agrológico del mismo es decir, conocer profundidad efecti-

va del suelo, textura, distribución de horizontes, retención de humedad, características del subsuelo, etc.

2.2.1 Diagnóstico de la disponibilidad de nitrógeno.

El diagnóstico de la disponibilidad de nitrógeno, como se señaló, es difícil de precisar, debido a que éste obedece a una dinámica muy activa y que depende de diversos factores como: la cantidad de materia orgánica, cantidad de nitrógeno total, relación carbono nitrógeno (C/N), contenido de nitrógeno mineral, temperatura y contenido de humedad del suelo. El conocimiento del contenido de nitrógeno total del suelo y/o de la materia orgánica puede orientar en buena medida la fertilización nitrogenada.

2.2.1.1 Nitrógeno Mineral. El contenido de nitrógeno mineral $N-NO(3)$ y $N-NH(4)$ es muy variable debido a que la cantidad presente en la solución del suelo está gobernada por la actividad de los microorganismos o biomasa microbiana, la cual está atacando continuamente la materia orgánica y liberando nitrógeno mineralizado. Este proceso como se señaló, es dependiente de la temperatura y humedad del suelo, por lo tanto durante el invierno la mineralización de nitrógeno será menor y máxima en verano. La principal limitante de este índice es que solamente indica lo mineralizado hasta el momento del muestreo, y no permite estimar la capacidad del suelo de seguir mineralizando nitrógeno. Por lo tanto, este parámetro es poco útil para diagnóstico en cultivos anuales y menos en frutales. Sin embargo, puede orientar y se relaciona bien con el nivel de materia orgánica y nitrógeno total, a mayor contenido de ambos, más alto contenido de nitrógeno mineral. En el **Cuadro 1** se aprecian los rangos y categorías de nitrógeno mineral.

2.2.1.2 Nitrógeno Total. Este corresponde a la reserva total del elemento en el suelo, y más del 95 % se encuentra en estado orgánico, el cual debe ser mineralizado por acción microbiana para quedar disponible para las plantas. Se concentra en los primeros 20 cm. de suelo, formando parte de la materia orgánica. A mayor contenido de carbono en el suelo más cantidad de nitrógeno total. En zonas semiáridas se mineraliza anualmente el 6% del nitrógeno total presente, y en zonas húmedas y frías como el sur del país se mineraliza sólo un 2%. Además, se estima que la eficiencia de recuperación por parte de la planta del nitrógeno nativo mineralizado sería de un 50% igual a la eficiencia del N aplicado, esto para un suelo de condiciones físicas normales, de textura media, etc. En el **Cuadro 2** se presentan los rangos y categorías de contenidos de nitrógeno total en suelos de zonas semiáridas.

2.2.2 Materia orgánica. El sustrato orgánico del suelo está constituido por carbono (40 %), además de oxígeno e hidrógeno que corresponde principalmente a residuos de plantas y en menor medida de animales, reciclados e incorporados al suelo durante cientos o miles de años. Esta fase orgánica es fundamental para alcanzar una óptima fertilidad del suelo, no sólo química sino física y biológica. Sus beneficios son múltiples y se pueden agrupar de la siguiente forma:

- **Físicos.** Mejora la estructura del suelo por acción microbiológica. Esto favorece aireación, infiltración, disminuye impedancia mecánica para el crecimiento radicular, favoreciendo el desarrollo radical. Aumenta retención de humedad aprovechable, e incrementa el régimen térmico del suelo.
- **Biológicos.** Incrementa la biomasa microbiana y la mesofauna del suelo aumentando los predadores naturales que controlan nemátodos y mejoran el control natural de enfermedades del suelo como, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Phytium*, *Rizoctonia* etc.
- **Químicos.** Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC). Regula y mantiene el ciclo del nitrógeno, azufre, fósforo y boro, evitando su pérdida por lixiviación e incrementando su disponibilidad. Mantiene un pH moderadamente ácido por acción de ácidos orgánicos. Mejora la disponibilidad de micronutrientes, por acción quelante de los compuestos orgánicos.

En el **Cuadro 3** se presentan los rangos y categorías del contenido de materia orgánica en los suelos de la zona norte. En estas zonas semiáridas los tenores de carbono son bajos debido a que naturalmente estos ecosistemas han acumulado escasos residuos vegetales aportados por una sábana compuesta principalmente por *Acacia cavens* (espino) y otras especies nativas arbustivas, en un ambiente de precipitaciones muy variables y escasas.

2.2.3 Fósforo. El diagnóstico de la disponibilidad de fósforo se verifica mediante la técnica de Olsen, que consiste en la extracción con una solución de bicarbonato de sodio a pH 8,5. La interpretación del resultado analítico debe considerar el pH del suelo. Niveles altos de fósforo en suelos con pH mayor de 8, significa que su disponibilidad real está siendo afectada por este factor y que idealmente, bajo esta condición se debe disminuir el pH para favorecer la absorción del fósforo presente en el suelo. La textura también afecta la disponibilidad del fósforo, **suelos muy arcillosos** requieren aplicaciones mayores de fertilizante fosfatado, debido a su mayor capacidad de retención de este anión. Por el contrario, **suelos franco arenosos** incrementarán rápidamente

te su disponibilidad al aplicar dosis moderadas de este nutriente. En **suelos con alto contenido de materia orgánica**, la participación del fósforo orgánico será importante, sin embargo, esta forma de fósforo no es detectada por el análisis de P-disponible Olsen. En el **Cuadro 4** se aprecia los rangos y categorías de P-disponible para cultivos y frutales.

2.2.4 Potasio. El análisis químico del suelo determina el contenido de potasio intercambiable, que corresponde a la reserva activa de K y en equilibrio con el potasio de la solución del suelo, desde donde lo extraen las raíces de las plantas. Toda la dinámica del potasio está asociada a la fracción inorgánica del suelo, es decir al contenido y tipo de arcilla. Suelos arcillosos, requieren una mayor concentración de potasio intercambiable que suelos arenosos, debido a que los primeros presentan más carga eléctrica que debe ser satisfecha por cationes; Una mayor proporción de este potasio intercambiable se encuentra retenido por el coloide. Por el contrario, en suelos franco arenosos de menor carga, a igual concentración de K que uno arcilloso, la disponibilidad o concentración en la solución del arenoso será mucho mayor.

Esto significa que en la interpretación del resultado del análisis de K de intercambio es importante considerar la textura del suelo. La aplicación de dosis muy altas en suelos arenosos especialmente en riego localizado, puede inducir fácilmente una deficiencia de calcio y magnesio. Este mismo efecto es menos probable de inducir en suelo arcilloso, debido a la mayor reserva de calcio y magnesio que poseen. La fertilización con potasio de suelos arenosos debe ser moderada pero frecuente, mientras que la dosificación en suelos arcillosos debe ser mayor. La situación más extrema corresponde a un suelo muy arcilloso y muy pobre en potasio. En este caso se debe hacer una fertilización de corrección con altas dosis, 350 a 450 kg/ha de K_2O , y se debe verificar el nivel de calcio y magnesio del suelo antes de hacer esta aplicación. En el **Cuadro 5** se presentan los rangos y categorías de potasio en el suelo.

Cuadro 1. Rangos y categorías de contenidos de Nitrógeno Mineral en suelos de zonas semiáridas.

Nitrógeno mineral (ppm)	Categoría	Observaciones
0-10	Muy bajo	Alta probabilidad de respuesta a la aplicación de N en cultivos anuales para rendimientos medios y altos, bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno total.
11-20	Bajo	Probabilidad igualmente alta de respuesta a la aplicación de N en cultivos de rendimiento esperado medio a alto.
21-40	Medio	Probabilidad alta de respuesta moderada a la aplicación de N, en cultivos de rendimiento esperado alto.
41-90	Alto	Baja respuesta a la aplicación de N, se debe aplicar una dosis de mantención, la cantidad aplicada dependerá del rendimiento esperado. Suelo con alto contenido de materia orgánica.
+ 90	Muy alto	Muy baja probabilidad de respuesta a la aplicación de N, fertilizar solamente de mantención y con rendimientos esperados muy altos.

Cuadro 2. Rangos y categorías de contenidos de Nitrógeno Total en suelos de zonas semiáridas.

Nitrógeno Total %	Categoría	Observaciones
Menor de 0,05	Muy bajo	Muy bajo poder de suministro para cultivos y frutales de alto rendimiento.
0.06-0,1	Bajo	Bajo poder de suministro para cultivos, en caso de vides y frutales de rendimiento medio, permite asegurar un aporte de N adecuado.
0,15-0,24	Medio	Suministro de N medio para cultivos anuales, para vides y frutales alto suministro de N.
0,25-0,35	Alto	Alto suministro para cultivos anuales, frutales y vides.
+0,36	Muy alto	Alto aporte de N por el suelo para cultivos y frutales.

Cuadro 3. Rangos y categorías de contenidos de Materia Orgánica en suelos de zonas semiáridas.

Materia Orgánica %	Categoría	Observaciones
Menos de 1,5	Muy bajo	Muy bajo contenido de N total, y muy pobre condición física y biológica del suelo.
1,6-3,0	Bajo	Bajo contenido de N total, y pobre condición física y biológica del suelo.
3,1-4,5	Medio	Contenido medio de N total, mejor condición física y biológica del suelo sin ser óptima.
4,6-8,0	Alto	Contenido moderadamente alto de N total, buena condición física y biológica del suelo, buen arraigamiento de cultivos y frutales.
+8,1	Muy alto	Alto contenido de N total, buena condición física del suelo, estructurado, de buena aireación e infiltración y muy buen arraigamiento de cultivos y frutales.

Cuadro 4. Rangos y categorías de contenidos de Fósforo Disponible en suelos de la zona norte.

Fósforo disponible ppm	Categoría	Observaciones
Menos de 4	Muy bajo	Alta probabilidad de respuesta con aumento de producción en cultivos, frutales y vides.
5-10	Bajo	Alta probabilidad de respuesta a la fertilización con fósforo en cultivos anuales, en frutales y vides respuesta en calidad de frutos cosechados.
11-25	Medio	En cultivos anuales mayor probabilidad de respuesta a la aplicación de P, especialmente para alto rendimiento. En frutales menor respuesta, especialmente en riego localizado.
26-50	Alto	Muy baja probabilidad de respuesta en cultivos anuales, en frutales aplicar pequeñas dosis de mantención. o cada 2 años.
+51	Muy alto	No fertilizar con fósforo, verificar disponibilidad de zinc en suelos y plantas.

Cuadro 5. Rangos y categorías de contenidos de potasio intercambiable en suelos de la zona norte.

Potasio Intercambiable ppm	Categoría	Observaciones
Menor de 50	Muy bajo	Muy alta probabilidad de respuesta en cultivos anuales, frutales y vides.
51-120	Bajo	Alta probabilidad de respuesta en cultivos anuales, frutales y vides.
121-240	Medio	Moderada probabilidad de respuesta en cultivos anuales, frutales y vides. Efecto principalmente sobre el calibre de los frutos cosechados.
241-400	Alto	Muy baja probabilidad de respuesta a la aplicación de potasio, se debe aplicar de mantención.
+401	Muy alto	Aplicar en dosis bajas de mantención, dosis altas pueden inducir deficiencia de calcio y magnesio.

2.3 Diagnóstico del estado nutricional mediante Análisis Foliar.

El análisis foliar es la técnica de diagnóstico más recomendada para frutales y vides. Cada especie posee su época y tipo de tejido más adecuado para ser analizado. Los resultados analíticos deben ser interpretados considerando la variedad, la edad de plantación, los rendimientos del huerto, el historial de fertilización y todas las prácticas de manejo realizadas, durante por lo menos los últimos dos años. Especial consideración merecen el método de riego, los tiempos de riego y el programa sanitario aplicado.

En frutales o viñedos el programa ideal de diagnóstico del estado nutricional de las plantas consiste en hacer inicialmente un análisis de suelo y análisis foliar durante 3 ó 4 años seguidos para lograr un adecuado ajuste de la fertilización en las plantas.

El mejor diagnóstico del estado nutricional de un cultivo, huerto o parrón debe considerar idealmente todas las técnicas señaladas, es decir análisis químico y físico del suelo, análisis foliar y sintomatología visual de deficiencia.

3. FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS.

3.1 Fertilización del cultivo de la Papa.

3.1.1 Requerimiento de suelo.

La papa es exigente en cuanto a suelos, prefiere suelos sueltos de textura franca a franca-arenosa y ricos en materia orgánica.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos; sin embargo, se debe preferir un suelo con pH ligeramente ácido que son poco comunes en la zona. Se recomiendan suelos con pH menor de 7,7, es decir, ligeramente alcalinos se deben evitar los suelos con mal drenaje.

3.1.2 Requerimiento de nutrientes.

La papa, es un cultivo exigente en fertilidad, debido a que presenta un sistema radicular naturalmente poco explorador del suelo y además es una planta de rápido crecimiento en sus primeros estados de desarrollo. Desde plantación a floración el cultivo demora 70 días y en variedades más precoces como Rosara, puede hacerlo en 55 días.

3.1.3 Diagnóstico nutricional del cultivo.

El diagnóstico nutricional de los suelos cultivados con papa en el área de la comuna de Canela permite señalar que los suelos presentan contenidos moderadamente altos de materia orgánica y niveles de salinidad ligeramente altos, debido al uso frecuente de estiércol de cabra. Por lo mismo los contenidos de sodio de intercambio son moderadamente altos, como consecuencia los pH son moderadamente alcalinos. El contenido de nitrógeno total es medio y el nivel de fósforo disponible es muy variable pero en general medio. La disponibilidad de potasio y magnesio es alta. Las condiciones físicas de estos suelos no es la más adecuada para el cultivo de la papa, pues presentan texturas arcillosas y arcillo-arenosas.

Mediante análisis peciolar se mejoró el diagnóstico nutricional. A continuación en el **Cuadro 6** se resume el estado nutricional de acuerdo al nivel de cada elemento evaluado en 14 muestras peciolaras.

El contenido de nitrógeno nítrico peciolar, en el 57,1% de las muestras analizadas, presentó un nivel bajo, a pesar de esto el contenido de nitrógeno total es adecuado en el 65% de los casos. El nivel de fósforo peciolar al igual que el contenido de potasio,

calcio y magnesio se presenta en niveles adecuados. El zinc, es el único micronutriente que presenta niveles marginales en el 36% de las muestras analizadas. En el **Cuadro 7** se presentan los rangos de concentración de nutrientes en pecíolos de papa.

Cuadro 6. Contenido peciolar de nutrientes, en 14 cultivos de papa en la comuna de Canela.

N Nítrico ppm	N Total %	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Sodio %
5855	2,69	0,58	12,15	0,90	0,41	37	23	10	0,032
15541	2,33	0,72	14,58	0,83	0,35	35	28	15	0,048
7123	2,89	0,76	12,34	0,73	0,41	42	25	7	0,034
17194	3,42	0,76	11,28	0,88	0,50	37	22	12	0,051
357	1,41	0,44	13,23	1,20	0,43	92	12	35	0,067
399	1,33	0,28	9,54	1,10	1,02	42	11	7	0,035
651	1,65	0,38	9,41	0,93	0,47	52	15	5	0,048
560	1,46	0,53	13,75	1,15	0,38	60	18	7	0,025
203	1,53	0,20	11,38	1,17	0,64	22	28	7	0,047
8152	3,34	0,75	10,44	0,83	0,39	40	39	12	0,047
6709	3,20	0,34	6,99	0,70	0,39	37	23	10	0,025
8628	2,76	0,53	11,23	0,53	0,24	30	25	5	0,024
8957	2,94	0,34	9,38	0,77	0,30	27	16	5	0,020
10906	2,79	0,64	10,85	0,75	0,36	47	29	7	0,027
Nivel Mínimo adecuado									
Adec. = 10.000	2,5	0,25	8,0	0,6	0,30	30	30	4	0,3

Cuadro 7. Rango de concentración de nutrientes en pecíolos de papa.

ELEMENTO	BAJO	MEDIO	ALTO
Nitrógeno nítrico ppm	Menos de 10.000	10.000-15.000	+ de 15.000
Fosforo %	0,17	0,17-0,22	+ de 0,22
Potasio%	Menos de 7,0	7,0-8,0	+ de 8,0
Calcio%	Menos de 0,4	0,4-0,6	+ de 0,6
Magnesio %	Menos de 0,15	0,15-0,30	+ de 0,30
Azufre %	Menos de 0,15	0,15-0,2	+ de 0,2
Zinc ppm	Menos de 10	10-20	+ de 20
Boro ppm	Menos de 10	10-20	+ de 20
Manganeso ppm	Menos de 20	20-30	+ de 30
Hierro ppm	Menos de 20	20-50	+ de 50
Cobre ppm	Menos de 2	3-4	+ de 4

Fuente: Rowe C. Randall (1993) Potato Health Management.

3.1.4 Recomendación de Fertilización para el cultivo de la papa.

La mayor respuesta del cultivo a la fertilización se logra con semilla de buena calidad. Esta corresponde a aquella recién traída desde el sur o sembrada una vez en la zona. Este material de buena calidad sanitaria debe fertilizarse con dosis altas, porque posee mayor potencial de producción. Semillas de regular calidad deben fertilizarse con el 60 % de la dosis recomendada. Además se debe considerar que la semilla de papa requiere un período de reposo entre cosecha y siembra de por lo menos 3 meses. La papa que llega desde el sur en Julio y Agosto, normalmente cumple con este tiempo de reposo porque ha sido cosechada en Marzo o Abril. En el **Cuadro 8** se indica la recomendación de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, para el establecimiento y aporca del cultivo.

Cuadro 8. Recomendación de fertilización para el cultivo de papa (kg/ha), sin uso de análisis de suelo.

Nutriente	Establecimiento	Aporca	Total
Nitrógeno	100	50	150
Fósforo	130	—	130
Potasio	100	50	150

Fuente de nutrientes y Forma de Aplicación.

Nitrógeno: Aplicar nitrógeno como urea, incorporada con la última labor de preparación del suelo.

A la aporca, aplicar 50 kg/ha de nitrógeno como urea y 50 kg/ha de K_2O como sulfato de potasio.

Fósforo: Aplicar fósforo como fosfato monoamónico o superfosfato triple localizado en banda a unos 10 cm. al lado y bajo de la semilla.

Potasio: Aplicar potasio localizado en banda y mezclado con el fosfato, usando como fuente sulfato de potasio.

Zinc: Si el suelo no presenta historial de fertilización con zinc, aplicar 40 kg/ha de sulfato de zinc, localizado en banda mezclado con el sulfato de potasio y el fosfato.

El uso de enmienda orgánica como estiércol de cabra, no es lo más recomendable debido al nivel moderadamente salino de este material. Lo ideal sería lavar y compostar este material antes de aplicarlo. Si se decide usarlo, incorporarlo al suelo con rastrajes, evitar colocarlo junto a la semilla, por el problema de salinidad. En relación a fuentes fertilizantes evitar el uso de salitres y muriato de potasio. En los **Cuadros 9, 10 y 11** se entregan recomendaciones de macronutrientes considerando el uso de análisis de suelo. En relación a la forma y momento de aplicación considerar lo recomendado anteriormente.

Cuadro 9. Recomendación de fertilización nitrogenada, a partir del contenido de materia orgánica del suelo considerando el análisis de suelo.

Contenido de materia orgánica %	Fertilización de cultivo con semilla de regular calidad dosis de N kg/ha	Fertilización de cultivo con semilla de buena calidad dosis de N kg/ha.
Menor de 3,0	90-110	180-200
3,1 - 5,0	70-80	150-170
+ 5,1	50-60	110-130

Cuadro 10. Recomendación de fertilización fosfatada, considerando el uso de análisis de suelo.

Contenido de Fósforo disponible ppm	Fertilización de cultivo con semilla de regular calidad dosis de P205 kg/ha	Fertilización de cultivo con semilla de buena calidad dosis de P205 kg/ha.
Menor de 10	90-100	150-170
11-24	70-80	130-140
25-35	50-60	100-120
+36	30-40	70-90

Cuadro 11. Recomendación de fertilización potásica, considerando el uso de análisis de suelo.

Contenido de Potasio intercambiable ppm	Fertilización de cultivo con semilla de regular calidad dosis de K ₂ O kg/ha	Fertilización de cultivo con semilla de buena calidad dosis de K ₂ O kg/ha.
Menor de 60	90-100	160-180
61-120	80-90	140-150
121-240	60-70	120-130
+241	40-50	90-110

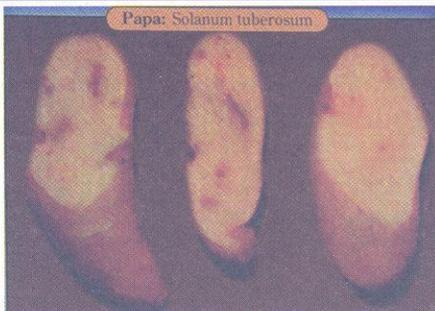
3.1.5 Sintomatología visual de deficiencias en papa.

En las fotografías adjuntas se aprecia la sintomatología visual de deficiencia de nitrógeno, fósforo, magnesio y boro, en el cultivo de la papa. La deficiencia de magnesio muestra una clorosis intensa en hojas. La carencia de boro produce tubérculos interiormente manchados. Las plantas sin nitrógeno aplicado muestran menos desarrollo, con un menor cubrimiento de la entre hilera. El mismo efecto produce una carencia de fósforo en el suelo.

Fotografías que muestran deficiencias nutricionales en papa.



Deficiencia de Magnesio en papa.

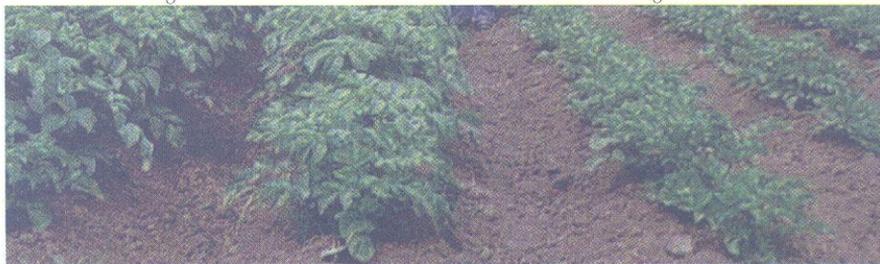


Deficiencia de boro en papa.



Sin nitrógeno.

Con nitrógeno.



Con fósforo.

Sin fósforo.

3.2 Fertilización del cultivo del Tomate en invernadero.

3.2.1 Requerimiento de suelo.

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelo, aceptando una gran variedad de ellos siempre y cuando no tengan restricciones de drenaje. Prefiere suelos sueltos de textura franca a franca-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos, se debe preferir un suelo con pH menor de 7,7, es decir ligeramente alcalino.

Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad, tanto del suelo como del agua de riego, registrándose como medianamente tolerante a la salinidad; sin embargo niveles mayores de 3,5 dS/m de conductividad eléctrica no son recomendables.

3.2.2 Requerimiento de nutrientes.

El tomate es una especie que requiere cantidades altas de nutrientes, sobretodo si se desea obtener altos rendimientos en invernadero. En el **Cuadro 12** se aprecia el nivel de extracción de nutrientes según el rendimiento esperado.

Cuadro 12. Extracción de nutrientes en tomate bajo invernadero

Autor	Origen	Rdto Ton.	N	P	K	Ca	Mg
			Kg/ha				
RINCÓN (1991)	Murcia (España)	135	411	52	560	335	120
VÁSQUEZ (1994)	Quillota (Chile)	135	241	72	418	-	-
BRAVO (1994)	Quillota (Chile)	153	236	40	375	-	-

3.2.3 Diagnóstico del estado nutricional.

El análisis de suelos de cinco invernaderos, con más de 3 años en la comuna de Monte Patria permite señalar lo siguiente; los suelos presentan un alto contenido de fósforo, potasio y niveles moderadamente altos de nitrógeno nítrico, y total, además de contenidos medios y altos de materia orgánica, producto de la aplicación de estiércol de cabra; el pH es moderadamente alcalino, mayor de 7,9 y la salinidad es alta debido al exceso de fertilizantes y al estiércol de cabra aplicados. De acuerdo a la información precedente los suelos bajo invernadero deberían lavarse para eliminar el exceso de sales. La condición física de estos suelos para el tomate es más adecuada pues corresponde a suelos franco-arcillosos y franco arcillo-arenosos

Además del análisis de suelos, los cultivos de los invernaderos fueron monitoreados a nivel peciolar, al estado de cosecha. En el **Cuadro 13** se presentan el estado nutricional de 5 cultivos de tomate bajo invernadero. El contenido de nitrógeno total es ligeramente bajo al igual que el contenido de nitrógeno nítrico. Se considera adecuado un nivel de nitrógeno nítrico superior a 8000 ppm. El contenido de fósforo es adecuado en el promedio, sólo una muestra presenta niveles considerados marginales. El potasio foliar es moderadamente alto, mientras que el contenido de calcio es ligeramente bajo, al igual que el nivel de magnesio. El nivel de manganeso es adecuado en la mayoría de las muestras. En el caso del zinc, es ligeramente más bajo, tres de las cinco muestras analizadas presentan contenidos marginales. Es probable que los altos contenidos de fósforo aplicado al suelo estén bloqueando la absorción de zinc. El contenido de cobre foliar es variable y ligeramente bajo. En el **Cuadro 14** se muestra los rangos y niveles críticos de nutrientes en tomate.

Cuadro 13. Contenido peciolar de nutrientes de tomate cultivado bajo invernadero, en la comuna de Monte Patria.

	N %	N Nítrico	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm
	2,10	4935	0,33	5,88	1,33	0,26	42	17	7
	2,32	7169	0,40	5,29	1,73	0,34	65	15	62
	2,31	9585	0,35	8,55	1,40	0,35	37	20	7
	2,57	5187	0,36	5,64	1,42	0,35	55	28	15
	2,05	4003	0,25	5,84	1,72	0,35	100	19	7
				Nivel Min.					
Adecuado =	4,5	8000	0,3	4,0	2,9	0,3	70	21	5

Cuadro 14. Categorías y niveles críticos de nutrientes foliares en tomate.

ELEMENTO	DEFICIENTE	BAJO	ADECUADO	ALTO	MUY ALTO
N%	<2.49	2.50 - 4.49	4.5 - 5.59	5.60 - 6.19	>6.2
P%	0.10 - 0.18	0.19 - 0.29	0.3 - 0.59	0.6 - 0.90	>0.91
K%	0.96 - 1.2	1.21 - 1.59	1.60 - 3.6	3.7 - 5.5	>5.6
Ca%	<0.59	0.6 - 2.8	2.9 - 5.5	5.6 - 8.0	>8.1
Mg%	<0.099	0.10 - 0.24	0.25 - 0.45	0.46 - 0.69	>0.70
Fe ppm	<100	101 - 140	141 - 250	251 - 359	>360
Mn ppm	<4.9	5.0 - 69.9	70 - 390	400 - 699	>700
Zn ppm	<9.9	10 - 20	21 - 30	31 - 60	>61
Cu ppm	<1.9	2.0 - 4.9	5.0 - 12.9	13.0 - 40	>41
B ppm	<20.9	21.0-33.9	34-150	151-499	>500

Fuente: Chapman, 1973 Diagnostic criteria for plants and soils. Universidad de California.

3.2.4 Recomendación de Fertilización para tomate en invernadero.

Al establecer un cultivo de tomate en invernadero se debe corregir el nivel de fertilidad del suelo para aspirar a un alto rendimiento. Se debe calcular la dosis de fertilización para la superficie de las mesas. Es recomendable una incorporación de enmienda orgánica en dosis de 30 ton/ha, mejor si es compostada. Al usar estiércol de cabra, lavarlo previamente para disminuir su contenido salino.

Como se señaló, los análisis de suelos realizados a invernaderos de 3 o más años, han demostrado una clara salinización de éstos y además en muchos casos niveles excesivos de fósforo y potasio.

Estos invernaderos deben lavarse después de la cosecha, ya sea con riego por inundación o con riego por goteo. Previo al lavado, el suelo se debe preparar con rastraje y aradura para favorecer la infiltración del agua de riego y en consecuencia el lavado de sales. Al hacerlo con el sistema de riego por cintas se deben aplicar unas 60 hrs. de riego, no continuadas, para evitar el escurrimiento superficial.

Se debe evitar mantener monocultivo de tomate debido a que se incrementarán las enfermedades de suelo y mayor incidencia de daños por nemátodos, esto se traducirá

en una disminución de los rendimientos. La rotación de cultivos no debe considerar especies Solanáceas, y debe preferir especies como pepino de ensalada, melón, etc.

Una forma de paliar el efecto de las enfermedades del suelo y los nematodos es la aplicación de materia orgánica.

La fertilización de invernaderos de este tipo debe hacerse considerando el historial de abonado de los últimos años. Si ésta ha sido alta durante todos los años, se sugiere aplicar dosis menores.

En el **Cuadro 15** se presenta la recomendación de fertilización para suelos de invernadero nuevo y de más de 3 años.

Cuadro 15. Recomendación de fertilización para el cultivo del tomate sin uso de análisis de suelo.

Nutriente	Invernadero antiguo	Invernadero nuevo
	Dosis kg/ha	Dosis kg/ha
Nitrógeno (N)	220 - 240	450 - 500
Fosforo (P ₂ O ₅)	130 - 150	240 - 250
Potasio (K ₂ O)	230 - 250	450 - 500

En los **Cuadros 16, 17 y 18** se entregan recomendaciones de macronutrientes considerando el uso de análisis de suelo.

Cuadro 16. Recomendación de fertilización nitrogenada, a partir del contenido de materia orgánica del suelo considerando el empleo de análisis de suelo.

Contenido de materia orgánica (%)	N kg/ha.
Menor de 3,0	450 - 500
3,1 - 5,0	320 - 400
+ 5,1	240 - 260

Cuadro 17. Recomendación de fertilización fosfatada, considerando el empleo de análisis de suelo.

Contenido de fósforo disponible (ppm)	P ₂ O ₅ kg/ha.
Menor de 10	240 - 250
11 - 24	210 - 220
25 - 35	160 - 170
+36	120 - 140

Cuadro 18. Recomendación de fertilización potásica, considerando el empleo de análisis de suelo.

Contenido de potasio intercambiable (ppm)	K ₂ O kg/ha.
Menor de 60	450 - 500
61 - 120	320 - 400
121 - 240	260 - 300
+ 241	240 - 250

3.2.5 Consideraciones sobre la forma de aplicación y la fuente fertilizante recomendada.

Nitrógeno: Aplicar nitrógeno como urea, el 60 % de la dosis incorporada con la última labor de preparación del suelo. El resto del N aplicarlo vía fertirrigación durante el crecimiento del cultivo, usando sustrato de amonio.

Fósforo: Aplicar fósforo el 80 % de la dosis sugerida, como fosfato monoamónico o superfosfato triple localizado en banda a unos 10 cms al lado de la semilla, o incorporado en la mesa de plantación. Preferir el primero en suelos con pH mayor de 7,8. El resto del fósforo aplicarlo vía fertirrigación durante el crecimiento del cultivo.

Potasio: Aplicar potasio incorporado con la última labor de preparación de suelo, el 60 % de la dosis sugerida, usando como fuente sulfato de potasio. El resto del potasio aplicarlo vía fertirrigación durante el crecimiento del cultivo.

Zinc: Si el suelo no presenta historial de fertilización con zinc, aplicar 50 kg/ha de sulfato de zinc.

Boro: Si el suelo no presenta historial de fertilización con este elemento, aplicar 5 unidades de boro por ha.

El uso de enmienda orgánica como estiércol de cabra, no es lo más recomendable debido al nivel moderadamente salino de este material, lo ideal sería lavar este material antes de aplicarlo. Si se decide usarlo, incorporarlo al suelo con rastrajes, evitar colocarlo junto a la semilla, por el problema de salinidad. En relación a fuentes fertilizantes evitar el uso de salitres y muriato de potasio. En el **Cuadro 19** se presenta la recomendación de fertirrigación con N, P y K para el tomate según diferentes estados del cultivo.

Cuadro 19. Recomendación de fertirrigación con N, P y K según estado de desarrollo del cultivo.

Estado	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Hasta 20 días desde el trasplante	0	0	0
Desde 20 días desde el trasplante a inicio de Primera flor.	40 unidades nitrato de amonio	40 unidades fosfato monoamónico	40 unidades sulfato de potasio
Primera flor a pinta de primer fruto.	60 unidades nitrato de amonio	25 unidades fosfato monoamónico	60 unidades sulfato de potasio
Cosecha permanente.	50 unidades nitrato de amonio	25 unidades fosfato monoamónico	100 unidades sulfato de potasio
Fines de cosecha.	0	0	0

3.2.6 Sintomatología visual de deficiencia en tomate.

En las fotografías adjuntas se aprecian sintomatologías visuales de deficiencias de algunos nutrientes en tomate. La deficiencia de fósforo produce una coloración rojiza de las hojas, producto de la acumulación de antocianinas. La carencia de boro produce partidura o mal llenado de los frutos. La pudrición apical se produce por una baja absorción de calcio inducida por diversos factores.

Fotografías de deficiencias nutricionales en tomate.



Deficiencia de fósforo en tomate.



Deficiencia de boro en tomate.



Madurez desuniforme producida por falta de potasio.



Plantas de tomate deficientes de nitrógeno.

4. FERTILIZACIÓN DE FRUTALES

La fertilización de frutales es una tecnología difícil de precisar debido a que estas especies mantienen reservas de nutrientes en raíces, tronco, ramas y ramillas. Además, el suelo actúa como reservorio de los nutrientes aplicados, por lo tanto, en muchos casos es común la sobrefertilización especialmente con nitrógeno, elemento este último cuyo exceso es muy perjudicial en la producción frutícola, debido a que promueve la aparición de enfermedades, puede producir desbalances nutricionales y afectar la calidad de la fruta.

4.1 Palto.

4.1.1 Requerimientos de suelo

El palto es una especie que no tolera bien los suelos pesados o arcillosos, ni el exceso de humedad, la salinidad y el pH alto. Prefiere suelos livianos, bien aireados, con alto contenido de materia orgánica, de buen drenaje, moderadamente profundos y sin carbonatos. La calidad del agua es un aspecto importante de considerar, por la alta sensibilidad del cultivo a las sales de cloro y sodio. Prefiere aguas de riego con niveles salinos inferiores a 0,75 dS/m. Por esta razón no es recomendable el uso de aguas de pozo, ya que éstas generalmente son ligeramente salinas y no recomendables para el palto. En el caso de usar estas aguas se debe asegurar un muy buen drenaje para facilitar el lavado de sales.

4.1.2 Requerimientos de nutrientes

El palto es una especie que requiere cantidades moderadas de nutrientes dado que su velocidad de crecimiento es pausada. Esto implica que absorbe gradualmente los nutrientes durante la primavera, verano y parte del otoño, dependiendo de la variedad. Es una planta siempre verde, que mantiene actividad durante gran parte del año. En el **Cuadro 20** se aprecia el nivel de extracción de nutrientes según el rendimiento esperado.

Cuadro 20. Nutrientes extraídos por cada 20 ton de fruta fresca.

Elemento	Kg de nutriente por 20 ton. de fruta fresca
N	51,48
P	8,98
K	78,16
Ca	1,68
Mg	5,9
S	6,9
Cl	2,4
Fe	0,12
Cu	0,04
Mn	0,02
Zn	0,08
B	0,08
Mo	0,004
Na	0,2
Al	0,06

Fuente: Salazar-García, (2002)

4.1.3. Diagnóstico del estado nutricional de los huertos de palto.

El análisis de suelo de los huertos evaluados permite señalar que los suelos no presentan una condición apropiada para la producción de paltos, debido a su pobre condición física, especialmente en el área de Punitaqui, con bajos contenidos de materia orgánica, pH alcalino y texturas muy arcillosas.

En el **Cuadro 21** se presentan los resultados de 73 análisis foliares de los huertos de palto en su mayoría Hass, ubicados en las provincias de Limarí y Choapa, esta información permite señalar que los nutrientes más deficitarios corresponden a nitrógeno y zinc. El 52,5 y el 79,7% de las muestras, respectivamente, presentan contenidos bajos de estos elementos. En el caso del fósforo, 6 muestras presentan niveles considerado deficientes, en general el contenido de este elemento se presenta en un nivel mínimo adecuado. La concentración de potasio es inadecuada en el 18,6% de los casos evaluados. El 8,5% de las muestras presentan un contenido ligeramente bajo de calcio (dos muestras). Mientras que la concentración de magnesio es adecuada en todas las muestras. El contenido de manganeso se presenta en un nivel normal en el 100% de los casos estudiados. Igualmente el cobre se presenta en un nivel cercano al crítico en la

mayoría de las muestras. El nivel de sodio detectado es adecuado, mientras que el nivel de cloro es excesivo en el 30,5% de las muestras analizadas, esto se explicaría por la calidad del agua de pozos usadas para regar estos huertos. La mejor herramienta de diagnóstico del nivel nutricional de los árboles se puede establecer mediante el análisis foliar, el cual se debe realizar a fines de verano, generalmente en Marzo.

Cuadro 21. Contenido de nutrientes foliares en Palto en las comunas de Punitaqui, Monte Patria, Illapel y los Vilos (año 2001).

N Total %	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Sodio %	Cl %
1,29	0,10	1,23	2,02	0,62	125	20	10	0,010	0,367
1,25	0,08	1,01	1,42	0,4	222	14	5	0,004	-
0,98	0,08	0,63	1,65	0,49	160	18	5	0,004	-
1,16	0,07	0,56	3,00	0,58	75	27	10	0,003	-
1,72	0,12	0,60	2,65	0,62	122	112	10	0,010	-
1,12	0,10	1,02	1,10	0,50	87	10	10	0,000	-
1,08	0,08	0,79	2,52	0,93	217	9	7	0,010	0,250
1,10	0,12	0,96	1,65	0,74	67	11	7	0,010	0,210
1,24	0,09	0,48	1,60	0,73	135	11	15	0,010	-
1,20	0,12	1,22	2,00	0,40	152	11	10	0,010	-
1,31	0,10	0,49	1,60	0,58	117	10	7	0,010	-
1,81	0,17	1,91	1,27	0,41	125	18	10	0,01	0,24
1,99	0,15	1,03	1,40	0,56	210	16	7	0,004	0,450
1,08	0,08	0,72	1,57	0,82	110	10	7	0,010	-
0,99	0,07	0,50	2,75	0,66	137	7	7	0,010	-
0,94	0,08	0,67	1,45	0,66	142	14	7	0,000	0,333
2,13	0,12	0,75	0,80	0,43	87	13	10	0,010	0,110
1,43	0,18	0,96	0,87	0,46	127	13	7	0,010	-
1,20	0,11	1,07	2,45	0,53	565	14	7	0,010	-
1,30	0,13	1,05	1,40	0,67	87	15	10	0,010	-
1,41	0,12	0,85	2,77	0,63	97	6	7	0,010	-
2,06	0,11	0,98	1,00	0,51	250	11	7	0,004	-
1,61	0,13	1,03	1,35	0,52	82	13	10	0,010	0,29
1,83	0,12	0,65	1,42	0,58	185	14	15	0,005	0,230
1,88	0,13	0,59	1,42	0,55	412	10	7	0,000	-
1,31	0,09	1,36	1,42	0,45	212	13	7	0,010	-
1,31	0,13	1,10	1,02	0,56	82	12	7	0,010	-
1,06	0,07	0,75	1,97	1,33	75	13	5	0,010	0,100
1,63	0,10	0,78	1,30	0,53	157	14	7	0,010	-
1,00	0,11	0,71	0,95	0,31	67	12	7	0,010	-
0,99	0,07	0,90	1,62	0,64	117	9	10	0,010	-
1,46	1,00	0,67	1,60	0,83	157	8	7	0,010	-
1,21	0,07	0,78	1,52	0,67	62	10	10	0,010	-

Continuación Cuadro 21.

N Total %	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Sodio %	Cl %
1,74	0,11	0,82	1,55	0,56	130	12	7	0,003	0,12
1,29	0,08	0,76	2,02	0,43	147	13	7	0,01	0,03
1,36	0,10	1,04	1,57	0,44	102	16	7	0,01	0,04
1,47	0,12	1,31	1,12	0,34	80	17	7	0,01	0,04
1,36	0,10	1,18	1,17	0,36	80	13	5	0,004	0,04
1,12	0,08	1,15	1,37	0,32	40	13	7	0,01	0,04
1,32	0,09	1,06	1,70	0,78	77	14	7	0,003	0,05
1,47	0,10	0,78	1,95	0,40	62	10	7	0,01	0,04
1,44	0,11	0,81	1,72	0,39	85	11	7	0,01	0,02
1,42	0,09	0,76	2,12	0,59	70	13	5	0,01	0,08
1,46	0,10	0,96	1,35	0,37	45	14	7	0,01	0,04
1,23	0,11	1,42	2,00	0,66	77	20	7	0,004	0,15
1,24	0,10	0,74	1,42	0,50	107	15	5	0,01	0,05
1,54	0,11	0,86	1,22	0,36	82	13	7	0,01	0,04
1,89	0,16	1,03	1,15	0,34	70	31	10	0,01	
1,80	0,11	1,03	1,52	0,35	80	20	17	0,01	
1,71	0,15	1,02	0,97	0,39	45	16	12	0,010	0,300
1,90	0,15	0,64	1,40	0,55	130	26	10	0,010	0,140
1,55	0,09	0,86	1,67	0,57	87	14	7	0,010	0,120
1,49	0,11	0,91	1,30	0,65	112	16	7	0,010	1,260
1,78	0,10	1,07	1,17	0,44	85	21	7	0,010	0,120
1,69	0,09	0,68	1,22	0,49	102	15	10	0,010	0,090
2,10	0,12	0,85	1,50	0,62	125	16	7	0,010	0,160
1,80	0,11	1,03	1,52	0,35	80	20	17	0,009	0,210
1,89	0,16	1,03	1,15	0,34	70	31	10	0,010	0,450
1,74	0,19	0,79	1,15	0,50	107	21	7	0,010	0,30
1,54	0,15	0,67	1,17	0,56	97	17	7	0,010	0,46
1,69	0,14	0,70	1,12	0,55	165	21	7	0,010	0,45
1,57	0,14	0,84	1,02	0,47	157	15	7	0,010	0,23
2,07	0,15	0,92	1,10	0,45	72	18	7	0,010	0,22
1,46	0,12	0,90	1,05	0,52	80	15	7	0,010	0,11
2,12	0,16	0,92	1,30	0,46	125	20	7	0,010	0,66
1,97	0,16	0,71	1,52	0,59	85	21	7	0,020	0,64
1,77	0,14	1,03	1,00	0,42	97	22	7	0,010	0,46
1,88	0,15	0,73	1,17	0,55	95	25	7	0,020	0,59
1,56	0,10	1,11	0,95	0,44	65	17	7	0,010	0,25
1,57	0,12	0,92	1,05	0,50	90	25	7	0,010	0,58
1,44	0,10	0,66	1,15	0,55	75	25	10	0,010	0,35
1,63	0,11	0,89	1,27	0,50	82	22	7	0,010	0,17
7,00	0,11	0,53	1,32	0,65	65	12	7	0,010	0,36
				Nivel Min Adecuado					
2	0,11	0,75	1	0,3	30	30	5	0,3	0,3

En el **Cuadro 22** se presentan los estándares nutricionales actualmente en uso para el palto.

Cuadro 22. Categorías de niveles de nutrientes en hojas de palto (base materia seca).

ELEMENTO	UNIDAD	VARIEDAD	
		Fuerte	Hass
Nitrógeno	%	1,6 - 2,0	2,0 - 2,2
Fósforo	%	0,08 - 0,15	0,11 - 0,25
Potasio	%	0,75 - 2,0	0,75 - 2,0
Calcio	%	1,0 - 3,0	1,0 - 3,0
Magnesio	%	0,3 - 0,8	0,3 - 0,8
Boro	ppm	30 - 80	30 - 80
Cobre	ppm	5 - 15	5 - 15
Hierro	ppm	50 - 200	50 - 200
Zinc	ppm	30 - 150	30 - 150
Manganeso	ppm	30 - 500	30 - 500

Fuente: Jones, W.W. y Embleton, T. W. (1966).

4.1.4 Recomendación de fertilización para el palto.

Las dosis a aplicar dependerán de la edad de los árboles y de su nivel productivo, en el **Cuadro 23** se presentan las dosis recomendadas según la edad del huerto. Para precisar este diagnóstico será necesario considerar el uso de análisis foliar y de suelo, utilizando los estándares señalados en el capítulo de diagnóstico.

Cuadro 23. Dosis de nitrógeno y potasio, según edad de los árboles

EDAD AÑOS	NITRÓGENO	POTASIO (K ₂ O)
	gr/pl	
1	15	25
2	40	35
3	80	60
4	200	180
5	380	360
6	450	400

Nota: Fósforo, magnesio y otros nutrientes deben evaluarse vía análisis foliar, para decidir su aplicación. Ibacache y Sierra, 1998.

4.1.5 Fuente Fertilizante.

La fuente nitrogenada más recomendada es el nitrato de amonio, la urea igualmente se puede usar, pero considerando dosis diarias bajas de aplicación no mayores de 2 kgN/ha /día, e incluyendo potasio en la aplicación. Como fuente fosfatada puede aplicarse el fosfato monoamónico y el ácido fosfórico. Como fuente potásica preferir sulfato de potasio, no se recomienda el uso de muriato de potasio, (cloruro de potasio) y los salitres. En el caso del zinc se recomienda aplicar sulfato de zinc al suelo, la aplicación foliar no es eficiente.

4.1.6 Época de Fertilización.

Las épocas de fertilización están relacionadas con la fenología de la planta, (**Cuadro 24**) la brotación se inicia en Agosto, para alcanzar su primer flash de crecimiento en primavera y luego un segundo crecimiento activo en verano. La inducción floral se produce en Marzo y compete con los primeros estados de crecimiento del fruto. De acuerdo a esto, la fertilización debe iniciarse en Septiembre y continuarse durante la primavera, considerando que la actividad del suministro del suelo se incrementará gradualmente por efecto de la temperatura, especialmente de nitrógeno. En el momento de la inducción floral, en Marzo, se debe alcanzar un buen nivel de suministro de nutrientes para los árboles.

Cuadro 24. Ocurrencia de estados Fenológicos de paltos variedad Fuerte.

Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Julio-Agosto-Sept	Oct-Nov-Dic	Enero-Febr-Marzo	Abril-Mayo-Junio
Madurez fruto-Floración	Flash crecimiento vegetativo	Flash crecimiento vegetativo	
Cosecha		Inducción floral	Crecimiento del fruto

Fuente: Scholefield y col (1985).

4.1.7 Fertilización con Zinc.

Como se ha señalado este elemento es normalmente deficiente, particularmente en la variedad Hass. Debe ser aplicado vía fertirrigación o al suelo incorporado en la taza de los árboles, de acuerdo a lo señalado en el **Cuadro 25**.

Cuadro 25. Recomendación de fertilización con zinc para paltos en producción.

Fuente	Zn (%)	Forma de aplicación	Zn (gr/arb)
EDTA-Zn	14	Fertirrigación	30
Sulfato de zinc	36	Fertirrigación	250
Sulfato de zinc	36	Directo al suelo	1000

Nota: En suelos calcáreos duplicar las dosis señaladas. Adaptado de Crowley y Smith (1996).

4.1.8 Factores que afectan la cuaja de frutos.

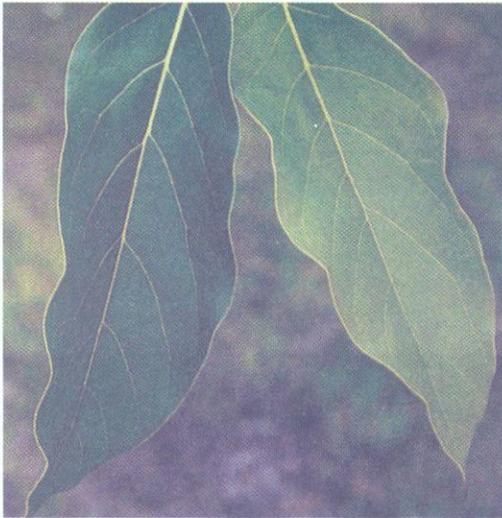
En muchos huertos la cuaja de frutos es un problema. Existen diversos factores que pueden afectar el proceso de cuaja.

- a. Un exceso y/o déficit de nitrógeno puede afectar negativamente la cuaja de frutos.
- b. La deficiencia de boro en la floración afecta igualmente la cuaja, este fenómeno se debe a la escasa movilidad de este elemento, aún desde la hoja a la flor. Se ha observado que incluso árboles con adecuados niveles de boro en las hojas responden a aplicaciones de boro foliar en preflor o también llamado estado de coliflor. En este estado se recomienda aplicar 400 ppm de boro vía foliar, esto permite favorecer la cuaja y retener más fruta en los árboles. Esto se logra aplicando 200 gr de Solubor en 100 l de agua.
- c. Condiciones climáticas adversas de baja temperatura a floración.
- d. Ausencia de abejas como agentes polinizantes puede igualmente afectar la cuaja de frutos.

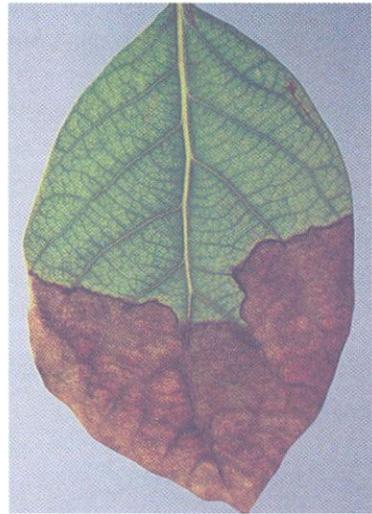
4.1.9 Sintomatología Visual de deficiencias en palto.

En las fotografías adjuntas se muestran algunas deficiencias de nutrientes en palto. La deficiencia de nitrógeno produce hojas de color más claro. La deficiencia de magnesio determina la típica clorosis entre las nervaduras. La carencia de manganeso una ligera clorosis acompañada de una coloración parda. La deficiencia de hierro, produce clorosis acentuada en toda la hoja, mientras que la toxicidad por cloruros, produce necrosis del ápice de la hoja.

Fotografías de deficiencias nutricionales en palto.



Deficiencia de nitrógeno en palto.



Deficiencia de hierro y toxicidad de cloruro en palto.



Deficiencia de magnesio en palto.



Deficiencia de manganeso en palto.

4.2 Cítricos

4.2.1 Requerimiento de suelo.

Los cítricos son especies que presentan una exigencia moderada de suelo. Será más fácil producir altos rendimientos en suelos de buenas condiciones físicas. Texturas medias y profundidad mayor de 80 cm son requeridos para obtener buenas producciones y de calidad. Esta condición es particularmente importante para el limonero que es una especie que puede alcanzar rendimientos de 100 ton/ha de fruta. Desde el punto de vista químico prefieren suelos de pH neutro a ligeramente ácido, y de bajo contenido salino.

4.2.2 Requerimiento de nutrientes.

Los cítricos son especies que se caracterizan por una mayor demanda de calcio y magnesio y de micronutrientes, especialmente zinc, manganeso y hierro. Nitrógeno, fósforo y potasio son requeridos en cantidades importantes y la demanda dependerá del nivel de rendimiento alcanzado. En el **Cuadro 26** se presenta la demanda de nutrientes en función del rendimiento esperado.

Cuadro 26. Demanda de nitrógeno, fósforo y potasio por árboles de cítricos, en función de la producción de fruta.

PRODUCCION FRUTA KG/ARBOL	NITROGENO	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)
	gr/arb		
50	180	62	190
100	380	140	400

Fuente: Silva y Rodríguez (1995)

4.2.3 Diagnóstico del estado nutricional de huertos de cítricos.

Los análisis de suelos de los huertos de cítricos muestreados presentan niveles bajos de materia orgánica y también de nitrógeno total, el contenido de fósforo es más bien bajo y el de potasio y magnesio adecuado en la mayoría de los sitios estudiados, el pH moderadamente alcalino, mayor de 7,8 lo que sugiere una baja disponibilidad de micronutrientes.

En el **Cuadro 27** se presentan los resultados de análisis foliares de 27 huertos de cítricos ubicados en la provincia de Limarí. La mayor parte de las muestras corresponde a limoneros. El contenido de nitrógeno es bajo en el 95% de las muestras evaluadas, según análisis efectuado a 21 huertos de limoneros en la comuna de Ovalle. El contenido de

fósforo es adecuado en el 86% de los casos estudiados y en el caso del potasio el nivel de suficiencia alcanza al 81%. El nivel de calcio es bajo en el 61,9% de los huertos evaluados. El nivel de magnesio se presenta deficitario en el 33,3% de los casos y el manganeso en el 76% de las muestras contiene niveles marginales. El contenido de zinc es francamente deficitario en el 100% de los huertos, mientras que el cobre aparece como adecuado. El contenido de sodio es bajo. En el **Cuadro 28** se aprecian las categorías de niveles de nutrientes en hojas de cítricos.

Cuadro 27. Contenido de nutrientes foliares en cítricos en las comunas de Punitaqui, Combarbalá y Ovalle

Especie	N Total	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Manganeso	Zinc	Cobre	Sodio	Cloruro		
	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	%		
Limonero	1,54	0,14	1,31	2,25	0,33	30	15	5	0,01	0,04		
Limonero	1,23	0,1	1,01	4,82	0,58	22	12	15	0,01	0,06		
Limonero	1,41	0,16	0,71	3,7	0,32	17	10	7	0,02	0,07		
Limonero	1,23	0,13	1,93	2,6	0,27	25	10	7	0,01	0,04		
Limonero	1,96	0,13	1,08	3,15	0,33	22	9	5	0,01	0,03		
Limonero	2,68	0,26	1,6	1,17	0,21	12	14	5	0,01	0,04		
Limonero	1,46	0,18	1,79	2,25	0,33	12	12	7	0,01	0,034		
Limonero	1,5	0,16	1,65	2,7	0,34	22	12	7	0,01	0,026		
Limonero	1,98	0,18	1,15	1,77	0,32	12	12	5	0,01	0,034		
Limonero	1,66	0,17	1,55	1,5	0,25	17	14	7	0,02	0,07		
Limonero	1,95	0,13	0,8	2,5	0,36	20	10	7	0,01	0,039		
Limonero	1,53	0,17	1,35	2,42	0,38	12	10	7	0,01	0,08		
Limonero	1,33	0,22	1,93	1,95	0,31	20	15	7	0,01	0,06		
Limonero	1,41	0,22	1,87	2,07	0,26	20	13	7	0,01	0,04		
Limonero	1,89	0,11	0,53	3,8	0,48	20	12	10	0,02	0,06		
Limonero1	1,93	0,16	1,04	2,32	0,29	37	14	10	0,02	0,06		
Limonero2	1,65	0,11	0,36	5,9	0,67	27	12	15	0,01	0,07		
Naranja	1,6	0,2	1,5	3,32	0,16	15	14	12	0,009	-		
Naranja	1,34	0,14	1,83	3,92	0,16	17	11	15	0,013	-		
Naranja Thompson	1,62	0,41	1,29	5,57	0,34	22	13	7	0,017	-		
Naranja Thompson	1,59	0,18	1,06	6,17	0,4	25	16	10	0,009	-		
Limón	0,96	0,14	1,81	2,1	0,17	25	10	7	0,012	0,061		
Mandarinas	1,99	-	1,82	2,97	0,34	25	24	5	0,09	0,02		
Naranja	1,86	0,55	2,07	3,07	0,31	22	14	15	0,03	0,05		
Limonero	1,23	0,140	1,12	2,85	0,28	32	8	5	0,01	-		
Limonero	1,22	0,160	2,24	2,57	0,36	25	10	7	0,01	-		
Naranja	1,8	0,190	1,45	3,6	0,43	25	8	13	0,02	-		
PROMEDIO	1,61	0,19	1,4	3,07	0,33	21,48	12,37	8,48	0,02	0,05		
				Nivel Min Adecuado								
	2,4	0,12	0,8	3,0	0,26	25	25	5	0,16	0,3		

Cuadro 28. Categorías de niveles de nutrientes en hojas de cítricos (base materia seca).

Nutriente	Deficiente	Bajo		Adecuado		Alto		Excesivo
		Bajo Min. 1	Bajo Max.	Adec Min. 1	Adec Max	Alto Min	Alto Max	
Nitrógeno(%)	0,09	2,20	2,40	2,40	2,60	2,70	2,80	2,80
Fósforo(%)	0,40	0,09	0,11	0,12	0,16	0,17	0,29	0,30
Potasio(%)	1,60	0,40	0,60	0,70	1,09	1,10	3,00	2,30
Calcio (%)	0,16	1,60	2,90	3,00	5,50	5,60	6,90	7,00
Magnesio(%)	16	0,16	0,25	0,26	0,60	0,70	1,10	1,20
Zinc (ppm)	16	16	24	25	100	110	200	300
Manganeso (ppm)	3,6	16	24	25	200	300	500	1000
Cobre (ppm)	21,00	3,60	4,90	5,00	16,00	17,00	22,00	23,00
Boro (ppm)	36,00	21,00	30,00	31,00	100,00	101,00	260,00	260,00
Fierro	0,00	36,00	59,00	60,00	120,00	130,00	200,00	250,00
Cloruro(%)	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	4,00	0,60	0,70
Sodio (%)	0,00	0,00	0,00	0,16	0,16	0,17	0,24	0,25
Azufre(%)	0,14	0,14	0,19	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60

Fuente: Adaptado de Embleton, T.W. ; Jones C. K. ; Labanauskas y Reuther 1973.

El muestreo de hojas para el análisis foliar debe hacerse en Marzo, colectando hojas de 5 a 7 meses de edad, del brote de primavera sin fruto.

En cítricos jóvenes se debe incluir nitrógeno como nutriente prioritario, si a través de un análisis de suelos o foliar es posible detectar una carencia temprana se debe corregir, como por ejemplo fósforo y/o potasio. En árboles adultos, además de los elementos señalados se puede agregar calcio, magnesio y micronutrientes, especialmente, hierro y zinc.

4.2.4 Recomendación de fertilización para cítricos.

Las dosis a aplicar dependerán de la edad de los árboles y de su nivel productivo, en el **Cuadro 29** se presentan las dosis recomendadas según la edad del huerto, la época y tipo de nutriente.

Cuadro 29. Recomendación de fertilización de cítricos, según diferentes edades de los árboles y épocas de aplicación, (unidades de nutrientes).

EDAD DE LOS ARBOLES (años)										
I Aplicación										
Octubre										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	gr/árbol									
N	22	43	65	86	108	130	151	173	194	216
P	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
K	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
Ca	7	14	22	29	36	43	50	58	65	72
Mg	2	5	7	10	12	14	17	19	22	24
II Aplicación										
Enero - Febrero										
N	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
P	8	17	25	34	42	50	59	67	76	84
K	14	29	43	58	72	86	101	115	130	144
Ca	4	7	11	14	18	22	25	29	32	36
Mg	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12
III Aplicación										
Marzo - Abril										
N	14	27	41	54	68	81	95	108	122	135
P	14	27	41	54	68	81	95	108	122	135
K	14	27	41	54	68	81	95	108	122	135

Fuente: Adaptado de Castillo L.J. 2001. Manual Técnico de Cítricos.

4.2.5 Fuente Fertilizante.

La fuente nitrogenada más recomendada es el nitrato de amonio, la urea igualmente se puede usar, pero considerando dosis diarias bajas de aplicación no mayores de 3 kgN/ha/día, e incluyendo potasio en la aplicación. Como fuente fosfatada puede aplicarse el fosfato monoamónico y el ácido fosfórico. Como fuente potásica aplicar sulfato de potasio o nitrato de potasio, no se recomienda el uso de muriato de potasio, (cloruro de potasio) y los salitres. En el caso de micronutrientes como hierro y zinc se recomienda aplicar sulfato de zinc y hierro vía foliar.

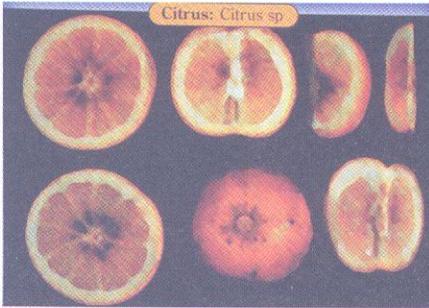
4.2.6 Época de Fertilización.

Las épocas de fertilización están relacionadas con la fenología de la planta, la brotación se inicia a fines de Agosto, para alcanzar su primer flash de crecimiento activo en primavera y luego un segundo crecimiento activo en verano. La inducción floral se produce en Marzo y compite con los primeros estados de crecimiento del fruto. De acuerdo a esto, la fertilización debe iniciarse en Septiembre y continuarse durante la primavera, considerando que la actividad del suministro del suelo se incrementará gradualmente por efecto de la temperatura, especialmente de nitrógeno. En el momento de la inducción floral, en Marzo, se debe alcanzar un buen nivel de suministro de nutrientes para los árboles.

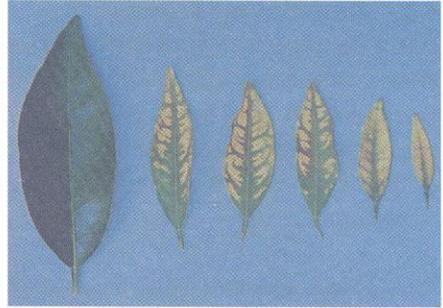
4.2.7 Sintomatología visual de deficiencias en Cítricos.

En las fotografías adjuntas se aprecia la sintomatología visual de deficiencia de algunos nutrientes en cítricos. La carencia de boro produce necrosado de la pulpa, en naranjo. La deficiencia de magnesio en limonero genera clorosis de las hojas más viejas, como se aprecia en la fotografía. La carencia de manganeso en naranjo y limonero produce una clorosis difusa en la lámina. La deficiencia de zinc en naranjo produce hojas pequeñas. La deficiencia de nitrógeno determina una clorosis.

Fotografías de deficiencias nutricionales en cítricos.



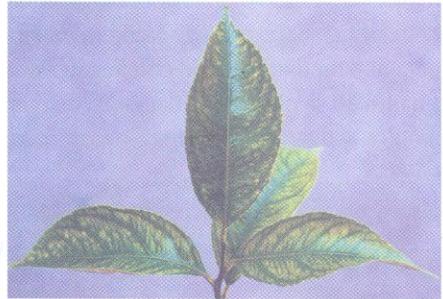
Deficiencia de boro en naranjo.



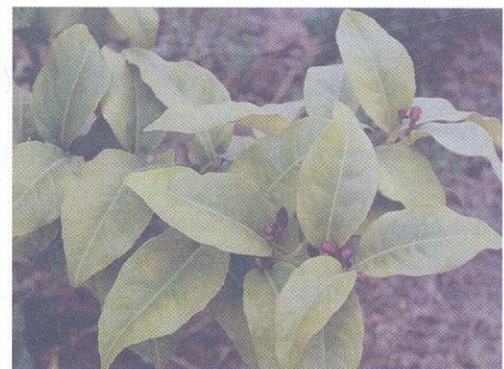
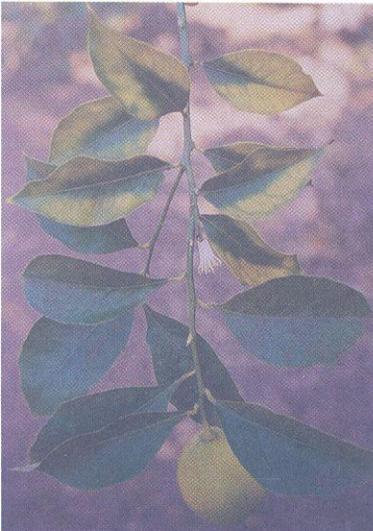
Deficiencia de zinc en naranjo.



Deficiencia de manganeso en naranjo.



Deficiencia de manganeso en limonero.



Deficiencia de nitrógeno en limonero.

Deficiencia de magnesio en limonero.

4.3 Olivo.

4.3.1 Requerimiento de Suelos.

El olivo es una especie considerada rústica de baja exigencia en calidad de suelos y de moderada demanda hídrica. Tolera bien suelos medianamente salinos y se estima que puede prosperar bien aún en suelos con 6 dS/m de conductividad eléctrica, igualmente con pH moderadamente alcalino. Texturas extremas no son un impedimento para su establecimiento y producción, En suelos de mejor condición el olivar podrá alcanzar mayores producciones y más económicas.

4.3.2 Requerimientos Nutricionales.

La mayor demanda de nutrientes corresponde a nitrógeno y potasio, seguida de calcio, magnesio y fósforo. El boro es un elemento particularmente importante en el olivo, debido a su baja movilidad en el floema, este elemento es importante de considerar para alto rendimiento, en condiciones de suelos calcáreos y de pH mayor de 8. En el **Cuadro 30** se presenta la demanda de nutrientes según el rendimiento esperado de los árboles, y diferentes fuentes bibliográficas de España y Túnez.

Cuadro 30. Extracción total de macronutrientes por el olivo según diferentes autores.

AUTOR	Rdto Kg/ árbol	N	P2O5	K ₂ O
		g/árbol		
CEBAC Sevilla	-	360	90	507
Est. Olivícola Jaen	30	310	75	560
Rey. Sfax Túnez	47	579	68	503

4.3.3 Diagnóstico Nutricional de huertos de olivos vía análisis de Suelos y Foliar.

El análisis de suelo de los huertos de olivo muestreados en las comunas de Ovalle, Combarbalá y Punitaqui presentaron contenidos variables pero más bien bajos de materia orgánica y de nitrógeno total, **Cuadro 31**, además la disponibilidad de fósforo es baja y la de potasio más bien alta. El pH moderadamente alcalino, es decir mayor de 7,8.

En el **Cuadro 32** se aprecia el contenido de nutrientes foliares de los 9 huertos de olivos analizados en la provincia de Limarí. El boro aparece como el microelemento más deficitario en 5 de las 9 muestras evaluadas, el nitrógeno se presenta en niveles adecuados en la mayoría de los huertos analizados, destaca el excesivo contenido de potasio foliar, esto podría explicar los niveles marginales de calcio en algunas muestras.

Sin embargo, el análisis de la información foliar debe considerar otros aspectos de manejo agronómico del huerto para precisar el diagnóstico. Por ejemplo, un manejo inadecuado del riego puede afectar la absorción de nutrientes; daños al sistema radicular producido por nemátodos y/o enfermedades puede igualmente afectar la absorción de nutrientes y en consecuencia su contenido foliar. Un exceso de un nutriente y la fuente del mismo puede inducir una deficiencia de otro nutriente, por ejemplo altas dosis de nitrógeno aplicado como urea vía riego por goteo, en el caso de la variedad Sevillana, puede inducir una ligera deficiencia de calcio. Un exceso de potasio puede afectar la absorción de calcio y magnesio.

El muestreo de hojas debe hacerse en el verano entre el 15 de Enero y el 15 de Febrero, colectando hojas maduras del tercio medio de la ramilla del año. El contenido nutricional de las hojas se debe comparar con los estándares considerados para la especie (ver **Cuadro 32**) y de esta forma es posible establecer un mejor diagnóstico nutricional de los árboles.

Cuadro 31. Contenido foliar de nutrientes en Olivos, en las comunas de Ovalle, Combarbalá y Punitaqui.

N Total	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Manganeso	Zinc	Cobre	Sodio	Boro
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm
2,89	0,26	1,24	0,90	0,16	47	37	10	0,021	28
1,94	0,16	1,42	1,15	0,15	42	19	5	0,007	20
1,72	0,22	1,14	1,2	0,11	45	26	5	0,010	26
2,27	0,18	1,38	0,87	0,14	35	14	5	0,010	20
2,02	0,16	1,52	0,72	0,1	32	16	5	0,010	15
2,24	0,16	1,43	0,77	0,18	30	17	7	0,010	15
1,49	0,16	1,27	1,05	0,12	37	18	5	0,010	17
1,79	0,23	1,04	1,30	0,14	52	16	7	0,010	16
1,26	0,19	0,92	1,27	0,15	72	22	7	0,050	17
Nivel Min Adecuado									
1,5	0,1	0,8	1	0,1	20	10	4	0,3	19

Cuadro 32. Categorías y niveles críticos de nutrientes en hojas de olivos

Elemento	Unidad	Deficiente	Adecuado	Tóxico
Nitrógeno	%	1,4	1,5 - 2,0	-
Fósforo	%	0,05	0,1 - 0,3	-
Potasio	%	0,4	> 0,8	-
Calcio	%	0,3	> 1	-
Magnesio	%	0,08	> 0,1	-
Manganeso	ppm	-	> 20	-
Zinc	ppm	-	> 10	-
Cobre	ppm	-	> 4	-
Boro	ppm	-	19 - 150	185
Sodio	%	-	-	> 0,2
Cloro	%	-	-	> 0,5

Fuente: Adaptado de Chapman 1966, Childers 1966 y Beutel et al 1983, citado por Fernandez-Escobar R. 2000.

En olivos jóvenes se debe incluir nitrógeno como nutriente prioritario, en edad adulta los árboles pueden requerir de otros nutrientes, como por ejemplo fósforo, potasio. Además de los elementos señalados se puede agregar magnesio y micronutrientes, especialmente boro.

4.3.4 Fertilización general recomendada para olivo.

Las dosis a aplicar dependerán de la edad de los árboles y de su nivel productivo, en el **Cuadro 33** se presentan las dosis recomendadas según la edad del huerto. Para precisar las necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio puede ser muy útil determinar su contenido mediante análisis de suelo y análisis foliar, (ver Capítulo 2).

Cuadro 33. Fertilización recomendada para olivos, según edad del huerto.

TIPO ÁRBOL	NITRÓGENO	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)
		gr/árbol	
Menos de 3 años	60	20	40
Árboles en producción con más de 100 kgs/arb. de fruta	800 - 1000	100	500 - 800

Nota: Esta fertilización debe ajustarse con análisis foliar y análisis de suelo. Huertos plantados en suelos con más de 4% de materia orgánica, se debe disminuir la dosis de nitrógeno sugerida.

4.3.5 Fuente Fertilizante.

La fuente nitrogenada más recomendada para fertirrigación es el nitrato de amonio, la urea igualmente se puede usar, pero considerando dosis diarias bajas de aplicación no mayores de 3 kgN/ha/día, e incluyendo potasio en la aplicación. Como fuente fosfatada puede aplicarse el fosfato monoamónico y el ácido fosfórico. Como fuente potásica aplicar sulfato de potasio o nitrato de potasio, no se recomienda el uso de muriato de potasio, (cloruro de potasio) y los salitres. En el caso de micronutrientes como hierro y zinc se recomienda aplicar sulfato de zinc y hierro vía foliar, para el caso del boro se puede aplicar Solubor, cuyo contenido de boro alcanza al 20,9%, o también se puede usar ácido bórico.

4.3.6 Época de Fertilización.

Las épocas de fertilización más recomendadas para los olivos sería sobre la base de ocurrencia de estados fenológicos (**Cuadro 34**), iniciar una aplicación a fines de Septiembre, luego continuar con la fertilización en Octubre y Noviembre considerando que la actividad del suministro del suelo se incrementará gradualmente, por efecto de la temperatura en la primavera verano. En Enero la fertilización debe promover el «engorde» de frutos. En el momento de la inducción floral, en Febrero, se debe alcanzar un buen nivel de suministro de nutrientes para los árboles.

Cuadro 34. Fenología del Olivo en el área del Norte Chico

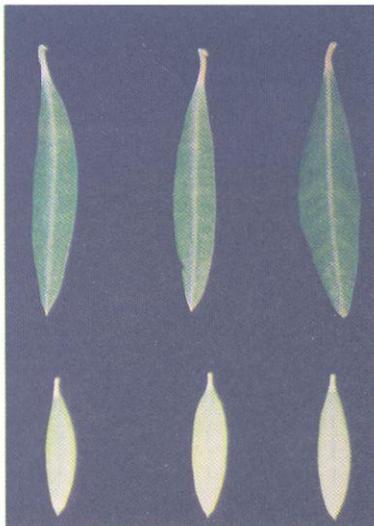
MES	ESTADO	FERTILIZACIÓN	
Jun.	Estado de receso. Sin crecimiento de brotes.		
Jul.			
Ago. Fines del mes	Inicio de crecimiento de brotes.		
Sept.	Crecimiento moderado de brotes.	Nitrógeno Fósforo Potasio	
Oct. Fines	Floración y crecimiento normal de brotes.	Boro	
Nov.	Cuaja. 1° caída de frutos. Crecimiento activo de brotes	Nitrógeno Fósforo Potasio	CRECIMIENTO DE RAÍCES
Dic.	2° caída de frutos. Crecimiento activo frutos y brotes.		
Ene.	Crecimiento frutos. 3° caída frutos. Endurecimiento de carozo.	Nitrógeno Potasio	
Feb.	Crecimiento frutos. Mediano crecimiento brotes.		
Mar.	Crecimiento brotes escaso.		
Abr.	Inicio madurez.		
May.	Cosecha.		

INIA Intihuasi, Proyecto Olivo.

4.3.7 Sintomatología visual de deficiencia en olivo.

En las fotografías adjuntas se muestran algunas deficiencias de nutrientes en olivo. La carencia de hierro produce intensa clorosis de la hoja. La deficiencia de potasio produce clorosis y necrosado del ápice de la hoja.

Fotografías de deficiencias nutricionales en olivo.



Clorosis férrica en olivo.



Clorosis férrica en olivo.



Deficiencia de potasio en olivo.



Deficiencia de potasio en olivo.

4.4 Vid Pisquera.

La vid pisquera es una especie que a diferencia de la uva de mesa, las variedades son más tardías y su brotación se inicia a mediados de Septiembre. Los rendimientos posibles de alcanzar son altos y dependerán de la variedad, edad y calidad del suelo.

4.4.1 Requerimiento de suelo.

La vid pisquera no presenta una exigencia extrema de suelo, sus mayores rendimientos se alcanzarán en aquellos suelos profundos, de textura media, ricos en materia orgánica y de buen drenaje. En suelos de muy buena calidad, la vid pisquera puede alcanzar altos rendimientos y en algunos casos se pueden presentar plantas sobrevigorizadas. En suelos delgados y pedregosos, su rendimiento siempre será menor al igual que el engrosamiento del tronco, generando plantas con madera escasa y de regular calidad. No es muy tolerante a la salinidad, niveles mayores de 2,5 dS/m son restrictivos para su óptimo crecimiento. Reacción del suelo inferior a 7 es deseable.

4.4.2 Requerimiento de nutrientes.

Presenta necesidades moderadas a bajas de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo, sus requerimientos de potasio son algo ligeramente más altos. Una característica particular de la vid es que su demanda de nutrientes desde floración a cosecha es muy rápida, lo que obliga a tener una adecuada disponibilidad de nutrientes en este periodo, esta exigencia obliga a tener un sistema radicular sano que permita absorber rápidamente los nutrientes. La cantidad necesaria de nutrientes dependerá de la carga frutal y en definitiva del rendimiento de fruta esperado. En el **Cuadro 35** se presenta la demanda de los diferentes nutrientes en función del rendimiento esperado.

Cuadro 35. Demanda de N, P y K en función del rendimiento esperado, para vides pisqueras (kg/ha)

TON/HA	NITRÓGENO	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)
25	75	29	85
35	105	41	120
50	150	58	170

4.4.3 Diagnóstico Nutricional

La información analítica de los suelos manejados con vides pisqueras permite señalar lo siguiente, de éstos presentan, muy bajos contenidos de materia orgánica y nitrógeno total, además contenidos bajos de fósforo y medios a moderadamente altos de potasio y magnesio, el pH de estos suelos es mayor de 7,8 y su contenido salino normal para los suelos de la zona. Físicamente corresponden a suelos de textura franco arcillosa y franco arcillo arenosa, poco profundos, muy poco estructurados y con abundante grava. El diagnóstico nutricional vía suelos fue complementado con análisis peciolar.

En el **Cuadro 36** se presentan los resultados de análisis peciolar de 23 parrones pisqueros, de las comunas de Ovalle y Monte Patria. El contenido de nitrógeno es muy variable y oscila entre 0,56 y 1,29%. Diez de las 14 muestras presentan niveles bajos de nitrógeno peciolar. El contenido de nitrógeno nítrico es más variable aún y fluctúa desde plantas donde no se detectó hasta contenidos mayores de 2000 ppm. El nivel de fósforo foliar es adecuado en la mayoría de las muestras, en 5 muestras su contenido puede considerarse bajo. En relación al contenido de potasio éste es más alto y varía desde 1.48 a 4.5%, la mayor parte de las muestras presenta un nivel alto. En relación al contenido de calcio éste presenta niveles de suficiencia, al igual que el contenido de magnesio. Los niveles de manganeso y zinc son adecuados al igual que los contenidos de cobre. La absorción de sodio es moderadamente alta sólo en 3 parrones analizados. Una adecuada interpretación de los análisis peciolar debe considerar otros aspectos agronómicos anexos como presencia de nemátodos o enfermedades radiculares de las plantas de vid, manejo del riego, historial de fertilización del parrón, fuente fertilizante aplicada y época de aplicación del programa de fertilización. El tejido a muestrear debe ser pecíolos de la hoja opuesta al racimo, ubicados en la parte media del cargador, colectados en la época de plena flor. El análisis de boro debe hacerse en la lámina y el resto de los nutrientes en los pecíolos. En el **Cuadro 37** se presentan los rangos y contenidos de nutrientes en pecíolos de vid a floración.

Cuadro 36. Contenido de nutrientes peciolares en vides pisqueras de las comunas de Monte Patria y Ovalle.

N Total %	N Nítrico ppm	Fósforo %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Sodio %
0,76	35	0,27	2,29	1,42	0,34	27	34	10	0,02
0,83	259	0,36	1,91	1,17	0,65	47	25	10	0,52
0,89	511	0,36	1,11	1,02	0,66	100	35	10	0,68
0,62	63	0,18	2,40	1,72	0,71	32	17	2	0,09
0,60	28	0,16	2,46	1,95	0,47	62	21	10	0,14
0,71	245	0,34	3,49	1,60	0,55	42	32	7	0,08
0,51	56	0,29	1,56	1,65	0,43	25	29	7	0,03
0,75	462	0,44	3,38	1,82	0,48	50	19	10	0,05
1,34	2654	0,38	1,50	1,33	0,62	62	45	10	0,33
0,58	49	0,19	2,93	1,05	0,36	40	49	7	0,04
1,15	2038	0,23	4,00	1,17	0,41	40	27	7	0,04
0,87	1184	0,28	4,50	1,42	0,36	27	21	12	0,03
0,79	154	0,30	2,12	1,60	0,34	50	31	12	0,02
0,72	175	0,24	3,18	1,35	0,30	35	34	12	0,02
0,62	315	0,12	1,72	1,70	0,47	25	28	10	0,03
0,64	74	0,42	2,47	1,57	0,47	40	28	10	0,08
0,56	11	0,16	2,08	1,70	0,37	53	27	8	0,04
0,48	ND	0,18	2,97	1,60	0,27	40	31	7	0,03
1,29	1191	0,24	1,48	1,60	0,54	77	57	10	0,02
0,85	28	0,31	2,21	1,62	0,32	55	31	10	0,01
0,65	203	0,44	2,92	1,75	0,39	27	27	10	0,03
0,58	70	0,13	1,70	1,60	0,48	27	23	7	0,07
0,57	91	0,37	2,36	1,50	0,45	27	50	5	0,05
				Nivel Min Adecuado					
0,86	350	0,3	1,3	1	0,3	30	27	7	0,5

Fuente: Adaptado de Reuter D. J. And Robinson J. B. 1986

Cuadro 37. Rangos y Contenidos de nutrientes en pecíolos de vid a floración.

Elemento	Deficiente	Bajo	Medio	Adecuado	Alto	Muy alto
Nitrógeno total (%)	<0.70	0.71 - 0.80	0.81-0.90	0.91-1.2	>1.21	-
Nitrógeno nítrico (ppm)	<350	351 - 500	501-999	1000-1500	1501-2500	>2500
Fósforo (%)	<0.15	0.15 - 0.20	0.21-0.30	0.31-0.50	>0.50	-
Potasio (%)	< 0.79	0.8 - 0.99	1.0 - 1.29	1.3 - 2.99	> 3	-
Calcio (%)	<0.5	0.6-0.8	0.81-1.10	1.11-2.0	>2.0	-
Magnesio (%)	<0.20	0.21-0.25	0.26-0.30	0.31-0.50	>0.50	-
Zinc (ppm)	<15	16-22	23-27	28-45	>50	-
Manganeso (ppm)	<18	19-22	23-30	31-50	>50	-
Cobre (ppm)	<3	4-6	7-9	10-25	>25	-
Boro (ppm)	<18	19-24	25-30	31-80	>80	-
Sodio (%)	-	-	-	-	0.3-0.5	>0.5
Cloro (%)	-	-	-	-	0.4-0.9	>0.9

Fuente: Adaptado de Reuter D. J. And Robinson J. B. 1986

4.4.4 Recomendación de fertilización para la vid pisquera.

Las dosis a aplicar dependerán de la edad de las plantas y de su nivel productivo, en el **Cuadro 38** se presentan las dosis recomendadas según la edad del parrón. Una mejor recomendación de fertilización se puede lograr usando el análisis de suelo (ver capítulo 2) y el análisis foliar.

Cuadro 38. Fertilización recomendada para vid pisquera, según edad del parrón.

EDAD	NITROGENO	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)
		Kg/ha	
Menos de 3 años	45 - 55	20 - 30	55 - 65
Más de 4 años	65 - 100	35 - 60	75 - 90

Nota: Los rangos de fertilización anual recomendada deben ser considerados, según el nivel de fertilidad del suelo. Esta recomendación debe ser ajustada idealmente a través de análisis foliar, análisis de suelo y vigor de las plantas en terreno.

4.4.5 Fuente Fertilizante.

La fuente nitrogenada más recomendada para fertirrigación es el nitrato de amonio, la urea igualmente se puede usar, pero considerando dosis diarias bajas de aplicación no mayores de 2 kgr/ha/día, e incluyendo potasio en la aplicación. Como fuente fosfatada puede aplicarse el fosfato monoamónico y el ácido fosfórico. Como fuente potásica aplicar sulfato de potasio o nitrato de potasio, no se recomienda el uso de muriato de potasio, (cloruro de potasio) y los salitres. En el caso de micronutrientes como hierro y zinc se recomienda aplicar sulfato de zinc y hierro vía foliar, para el caso del boro se puede aplicar Solubor, cuyo contenido de boro alcanza al 20,9%, o también se puede usar ácido bórico

4.4.6 Época de Fertilización.

Las épocas más recomendadas para los parrones sería, iniciar la fertilización a fines de Septiembre junto con la brotación y luego continuar fertilizando en Octubre y Noviembre considerando que la actividad del suministro del suelo se incrementará gradualmente, por efecto de la temperatura en la primavera verano. Disminuyendo las dosis de nutrientes entre preflor y plena flor para reiniciarla después de cuaja. En el momento de la inducción floral, en Octubre, se debe alcanzar un buen nivel de suministro de nutrientes para las plantas, (**Cuadro 39**). Por otra parte, la fertilización en verano debe concentrarse en la aplicación de potasio, porque en vid pisquera no se recomienda su fertilización en post cosecha debido a lo avanzado del otoño, en que se hace la cosecha.

Cuadro 39. Epocas de fertilización según estado fenológico de la vid pisquera.

Mes	Estado Fenológico	Epoca de Fertilización
Septiembre	Inicio de brotación	-
Octubre	2 a 3 hojas desplegadas. Inducción floral.	Iniciar fertilización con N y P. Considerar posible aplicación de zinc y hierro.
Noviembre	4 a 5 hojas desplegadas	Mantener fertilización con N y P
Noviembre	Inicio de floración	Mantener fertilización con N y P. Considerar aplicación de boro.
Noviembre	Plena flor	Muestreo de peciolas para análisis foliar
Diciembre	Cuaja	Disminuir dosis de N y P
Enero	Crecimiento de baya	Incrementar dosis de K
Febrero	Pinta	Mantener dosis de K
Marzo	Cosecha	-

4.4.7 Sintomatología visual de deficiencias en la vid.

En las fotografías adjuntas se muestran algunas deficiencias de nutrientes en la vid. La amarillez o clorosis de la lámina es el síntoma típico de deficiencia de nitrógeno en la vid. La carencia de potasio se manifiesta con necrosis del borde de la lámina. La deficiencia de magnesio produce una palidez extrema de las hojas, manteniendo verde la nervadura. La falta de zinc produce hojas pequeñas y entre nudos cortos en los brotes. La carencia de manganeso origina hojas con una clorosis difusa asociado a un color pardo. La falta de boro se asemeja a la carencia de calcio, es decir las hojas nuevas se afectan en su crecimiento.

Fotografías de deficiencias nutricionales en vid.



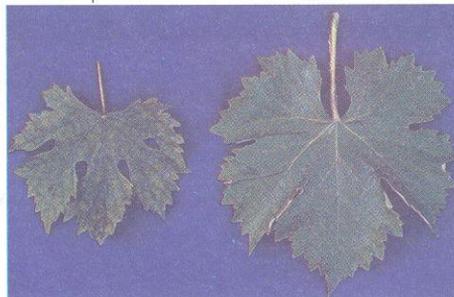
Deficiencia de nitrógeno en vid.



Deficiencia de potasio en vid.



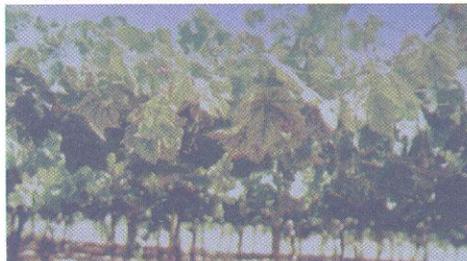
Deficiencia de magnesio en vid.



Deficiencia de zinc en vid.



Deficiencia de manganeso en vid.



Deficiencia de boro en vid.

4.5 Duraznero.

4.5.1 Requerimiento de suelo.

El duraznero no presenta una exigencia extrema de suelo, sin embargo sus mayores rendimientos se alcanzarán en aquellos suelos moderadamente profundos, de textura media, con buen tenor de materia orgánica y de buen drenaje. En suelos de buena calidad puede alcanzar altos rendimientos. En suelos delgados y pedregosos su rendimiento siempre será menor. No es muy tolerante a la salinidad, niveles mayores de 2,5 dS/m son restrictivos para su óptimo crecimiento. Reacción del suelo inferior a 7 es deseable .

4.5.2 Requerimiento de nutrientes.

Presenta necesidades moderadamente alta de nutrientes, especialmente de nitrógeno y potasio. Además, el duraznero es una especie sensible a la diferencia de manganeso. La cantidad necesaria de nutrientes dependerá de la carga frutal y en definitiva del rendimiento de fruta esperado. En el **Cuadro 40** se presenta la demanda de los diferentes nutrientes en función del rendimiento esperado

Cuadro 40. Demanda total de nutrientes por durazneros de cuatro años de edad.

NITRÓGENO	FÓSFORO (P ₂ O ₅)	POTASIO (K ₂ O)
kg/ha		
150	29,5	158

Nota: Árboles con producción de 20 ton/ha plantados a 4 x 2,5 m.

4.5.3 Diagnóstico Nutricional de huertos de durazneros vía análisis de Suelos y Foliar.

Los niveles de nutrientes detectados por los análisis de suelos, permitió diagnosticar bajos contenidos de materia orgánica y en consecuencia bajos niveles de nitrógeno total, contenidos muy variables de fósforo disponible y contenidos adecuados de potasio de intercambio. El pH de la mayoría de los suelos es mayor de 7,8 lo que indica una moderada disponibilidad de fósforo y micronutrientes.

El análisis foliar de 13 huertos de las comunas de Monte Patria, Combarbalá y Punitaqui permite señalar lo siguiente:

El contenido de nitrógeno en hoja de duraznero es ligeramente deficitario en todas las muestras estudiadas. En el caso de fósforo dos muestras presentan contenidos margina

les. La concentración de potasio foliar en general es adecuada, al igual que el calcio y el magnesio. Los contenidos de manganeso son ligeramente bajos, apareciendo como francamente deficitarios el zinc y el cobre. Los contenidos de sodio se presentan en un nivel normal, mientras que el cloro presenta un contenido promedio ligeramente alto (**Cuadro 41**).

El diagnóstico vía análisis foliar es la técnica más recomendada y permite reforzar el diagnóstico visual de deficiencia. Una adecuada interpretación de los análisis foliares debe considerar otros aspectos agronómicos como presencia de nemátodos o enfermedades radiculares, manejo del riego, historial de fertilización, fuente fertilizante aplicada y época de aplicación del programa de fertilización. El tejido a muestrear debe ser hojas del tercio medio de la ramilla del año. En el **Cuadro 42** se presentan los niveles críticos de nutrientes para durazneros.

Cuadro 41. Contenido foliar de nutrientes minerales en duraznero en las comunas de Combarbalá, Monte Patria y Punitaqui

Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Manganeso	Zinc	Cobre	Sodio	Cloruro
%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	%
2,62	0,15	1,55	2,22	0,73	40	8	7	0,01	0,060
2,50	0,25	1,38	1,5	0,54	40	14	7	0,02	0,110
4,07	0,18	2,03	1,25	0,47	55	14	7	0,01	0,070
1,62	0,26	1,45	2,32	0,61	52	7	5	0,02	0,050
1,77	0,24	1,29	1,87	0,61	30	8	5	0,01	0,060
1,88	0,21	1,19	2,77	0,73	42	5	5	0,02	-
1,66	0,13	1,50	2,90	0,66	47	9	5	0,01	0,05
2,02	0,30	1,94	2,45	0,53	30	9	5	0,01	0,07
2,06	0,20	2,31	1,87	0,40	55	7	5	0,01	-
2,02	0,3	1,94	2,45	0,53	30	9	5	0,01	-
4,54	0,35	2,16	0,83	0,41	47	23	10	0,01	
3,96	0,33	2,11	1,13	0,45	47	24	7	0,01	
4,61	0,28	2,72	0,88	0,48	37	27	17	0,13	
Nivel Min Adecuado									
2,6	0,21	1,5	1,5	0,5	50	21	11	0,3	0,3

Fuente: Adaptado de Laboratorio de Análisis Foliar CRI La Platina.

Cuadro 42. Categorías según rangos de contenidos foliares para duraznero.

ELEMENTO	DEFICIENTE	BAJO	ADECUADO	ALTO	EXCESIVO
Nitrógeno (%)	<2.0	2.1 - 2.59	2.6 - 2.89	2.9 - 3.5	>3.6
Fósforo (%)	<0.16	0.17 - 0.20	0.21 - 0.30	0.31 - 0.40	>0.41
Potasio (%)	<0.99	1.0 - 1.49	1.50 - 3.0	3.1 - 3.6	>3.7
Calcio (%)	<0.99	1.0 - 1.50	1.51 - 2.5	2.51 - 3.1	>3.2
Magnesio (%)	<0.39	0.4 - 0.50	0.51 - 1.0	1.1 - 1.7	>1.8
Zinc (ppm)	<14	15 - 20	21 - 50	51 - 100	>101
Cobre (ppm)	<4.9	5 - 10	11 - 20	21 - 50	>51
Boro (ppm)	<9.0	9.1 - 19.9	20 - 81	82 - 150	>151
Sodio (%)	-	-	0.01 - 0.29	0.3 - 0.6	>0.61
Cloruro (%)	-	-	0.01 - 0.29	0.3 - 0.6	>0.61
Hierro (ppm)	<68	69 - 99	100 - 200	201 - 300	>301
Manganeso (ppm)	<29.9	30 - 49.9	50 - 150	151 - 350	>351
Azufre (%)	-	-	-	-	-
Molibdeno (ppm)	-	-	-	-	-

Fuente: Adaptado de Laboratorio de Análisis Foliar CRI La Platina.

En un huerto de durazneros se debe incluir nitrógeno como nutriente prioritario, aunque los árboles pueden requerir de otros nutrientes, como por ejemplo potasio, fósforo y magnesio. Además de micronutrientes, especialmente zinc y manganeso.

4.5.4 Fertilización recomendada para durazneros.

Las dosis a aplicar dependerán de la edad de las plantas y de su nivel productivo, en el **Cuadro 43** se presentan las dosis recomendadas según la edad de los árboles. Una mejor aproximación se puede establecer considerando el uso de análisis de suelos, (ver capítulo 2) y foliar.

Cuadro 43. Fertilización recomendada de N, P y K para durazneros según la edad del huerto (g/árb)

Edad (años)	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
2	100	25	60
4	200	35	100
8	500	45	350

4.5.5 Fuente Fertilizante.

La fuente nitrogenada más recomendada para fertirrigación es el nitrato de amonio, la urea igualmente se puede usar, pero considerando dosis diarias bajas de aplicación no mayores de 2 kgN/ha /día, e incluyendo potasio en la aplicación. Como fuente fosfatada puede aplicarse el fosfato monoamónico y el ácido fosfórico. Como fuente potásica aplicar sulfato de potasio o nitrato de potasio, no se recomienda el uso de muriato de potasio, (cloruro de potasio) y los salitres. En el caso de micronutrientes como hierro y zinc se recomienda aplicar sulfato de zinc y manganeso vía foliar, para el caso del boro se puede aplicar Solubor.

4.5.6 Época de Fertilización.

Las épocas más recomendadas para fertilizar debe considerar la precocidad de la variedad, teniendo en cuenta que los árboles inician su crecimiento con reservas aéreas y radiculares acumuladas en la temporada anterior. A principios de Octubre el suministro del suelo es importante de considerar, por lo tanto en este momento se debería incrementar la fertilización.

4.5.7 Sintomatología visual de deficiencias en duraznero.

En las fotografías adjuntas se presentan sintomatologías de deficiencias producidas por carencia de nitrógeno, potasio, magnesio, manganeso y zinc en duraznero. La deficiencia de nitrógeno produce hojas amarillentas con escaso vigor y de tamaño pequeño. La falta de potasio produce hojas con bordes rojizos. La carencia de magnesio produce hojas de bordes color café. La deficiencia de manganeso determina hojas con clorosis difusa. La carencia de zinc produce hojas pequeñas, amarillas y alargadas.

Fotografías de deficiencias nutricionales en duraznero.



Deficiencia de nitrógeno en duraznero.(1)



Deficiencia de potasio en duraznero.



Deficiencia de magnesio en duraznero.



Deficiencia de manganeso en duraznero.



Deficiencia de zinc en duraznero.



Deficiencia de nitrógeno en duraznero.(2)

5. TECNOLOGÍA DE USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS

Las enmiendas tienen como objetivo corregir problemas que afectan condiciones físicas y/o químicas de fertilidad del suelo. Favorecen el desarrollo y exploración radicular, mejorando la eficiencia de absorción de nutrientes y agua por las raíces. Las enmiendas se pueden clasificar en orgánica e inorgánicas.

5.1 Enmiendas orgánicas.

Estas enmiendas son ricas en carbono y permiten incrementar este elemento en el suelo. Determinan una serie de aspectos favorables, como incrementar actividad biológica, regular el ciclo del nitrógeno, azufre, fósforo y boro, acidifica el suelo, permiten mantener bajas poblaciones de nemátodos, mejora el control natural de enfermedades del suelo, aumenta retención de humedad aprovechable, determinan un suelo más friable, lo que favorece el crecimiento radicular, mejora estructuración del suelo por acción de la micro y mesofauna, lo que favorece una mejor aireación, promueve la quelatación de micronutrientes metálicos. Es decir, sus efectos son múltiples sobre la fertilidad del suelo. Cualquier material rico en carbono puede ser considerado una enmienda orgánica, siempre que no contenga otros elementos, como exceso de sales, pH muy extremos, etc. En el **Cuadro 44** se presentan algunas de las enmiendas orgánicas más usadas. La más usada en la región es el estiércol de cabra, no es la mejor pues generalmente presenta un pH alcalino y un nivel salino alto. Esta misma tendencia, presentan los estiércoles de aves y cerdos. Estos materiales son ricos en nutrientes pero pobres en fibra, por lo tanto no son tan buenos mejoradores de la condición física de los suelos. Los estiércoles de rumiantes y equinos son más pobres en nutrientes minerales pero más ricos en fibra. Esta última condición es muy favorable para promover el mejoramiento de la condición física del suelo.

Las enmiendas orgánicas deben incorporarse en el suelo, su aplicación superficial no permite aprovechar todo el potencial de la enmienda en el corto plazo. Estos materiales se deben aplicar de preferencia durante los meses de invierno, entre Mayo y Agosto, en dosis de 20 ó 30 ton/ha incorporado y mezclado con el suelo, en los primeros 25 cm de profundidad. Si previamente se ha detectado que el suelo es deficitario en fósforo u otro nutriente, es la oportunidad para incorporarlo mezclado junto a la enmienda orgánica.

Cuadro 44. Tipos de enmiendas orgánicas y algunas características de calidad y salinidad

Tipo de Enmienda Orgánica	Calif. General del Material	Salinidad	Observaciones
Orujo de uva compostado	Buen material	Sin problema	Bajo costo
Abono verde	Buen material	Sin problema	Bajo costo
Compost de basura	Regular material	Se debe evaluar	Puede contener contaminantes
Aserrín compostado	Buen material	Sin problema	Regular relación C/N
Estiércol de pavo	Buen material	Salino	No es un buen mejorador de condición física
Estiércol de aves	Buen material	Salino	No es un buen mejorador de condición física
Estiércol de cerdo	Buen material	Salino	No es un buen mejorador de condición física
Estiércol de vacuno	Buen material	Se debe evaluar	Buen mejorador de condición física
Estiércol de equino	Buen material	Se debe evaluar	Buen mejorador de condición física
Estiércol de ovino	Buen material	Se debe evaluar	Buen mejorador de condición física
Estiércol de caprino	Regular material	Salino	Buen mejorador de condición física
Paja de cereales	Buen material	Sin problema	Regular relación C/N
Residuos de cosechas	Buen material	Sin problema	

5.2 Enmiendas inorgánicas.

Las enmiendas de este tipo permiten mejorar condiciones físicas o químicas del suelo. Pueden ser útiles en suelos salinos sódicos, calcáreos y muy arcillosos. En el **Cuadro 45** se presentan algunas enmiendas inorgánicas.

En suelos moderadamente calcáreos, como los del área de Punitaqui, el uso de azufre elemental en paltos y cítricos es recomendable para mejorar la nutrición con fósforo y micronutrientes. En suelos arcillosos aplicar 3 kg/planta adulta, incorporado y distribuido a 25 cm de profundidad, entre Mayo y Agosto, y en suelos franco arenosos 1,5 kg/planta adulta.

El yeso agrícola puede ser útil en suelos muy arcillosos y que presentan baja tasa de infiltración la aplicación de calcio como sulfato permite mejorar la velocidad de infiltración, se debe aplicar en dosis mayores a 3 ton/ha en riego convencional y en riego por goteo 2 ton/ha.

Cuadro 45. Algunos tipos de enmiendas inorgánicas y sus características.

Tipo Enmienda	Recomendado para:	Observaciones
Azufre elemental	Acidificación de suelos calcáreos.	Acción más lenta
Acido Sulfúrico	Recuperación de suelos salino-sódicos.	Acción más energética
Yeso Agrícola	Suelos muy arcillosos regados con agua de baja salinidad.	-

6. FERTILIZACIÓN FOLIAR

6.1 Antecedentes Generales.

La fertilización foliar debe considerarse como un complemento de la fertilización al suelo. La mayor absorción de nutrientes se verifica a través de las raíces y la totalidad del agua requerida por la planta. Esta práctica debe orientarse principalmente a corregir deficiencias de micronutrientes. Esto puede lograrse porque los requerimientos de microelementos son muy pequeños y normalmente no superan los 1000 gr/ha de elemento.

Las distintas especies vegetales presentan una diferente capacidad de absorción de nutrientes por las hojas, estas estructuras son los órganos más activos de absorción. La vid por ejemplo presenta una gran capacidad para absorber nutrientes a través del envés de la hoja. Los nutrientes aplicados en solución acuosa, deben permanecer sobre la superficie y atravesar la cutícula, una vía menos recurrente son los estomas. Otras especies como el palto presentan hojas con una barrera mayor para la absorción, especialmente de microelementos como el zinc. Los nutrientes son absorbidos e incorporados al metabolismo de la planta con diferente eficiencia. El nitrógeno, es fácilmente utilizado e incorporado, al igual que el potasio, no así el fósforo, cuya eficiencia de absorción es bastante menor. En el **Cuadro 46** se aprecia la diferente capacidad de absorción de algunos nutrientes, destaca la baja capacidad de absorción del fósforo y hierro por la hoja de frejol, comparada con la mayor eficiencia de absorción del potasio y sodio. Esta tendencia diferenciada de absorción de nutrientes es similar en la mayoría de las plantas cultivables.

Cuadro 46. Velocidad de absorción foliar de distintos nutrientes por hojas de frejol.

Elemento	% del elemento absorbido días después de aplicado	
	2 días	8 días
Potasio	80	95
Sodio	70	90
Zinc	60	70
Cloruro	50	80
Calcio	35	70
Azufre	30	60
Fósforo	25	50
Manganeso	22	40
Hierro	8	15

Fuente :Alexander A. 1986

Otros factores que pueden afectar la eficiencia de absorción de los nutrientes aplicados vía foliar se detallan a continuación:

1. Hacer aplicaciones foliares, en momentos de poco calor temprano en la mañana, o en la tarde.
2. Edad de las plantas, más jóvenes absorben más nutrientes.
3. Plantas que presenten deficiencia de nutrientes responden mejor a la aplicación.
4. La solución nutritiva debe presentar pH cercano a la neutralidad.
5. La concentración debe ser la recomendada.
6. Agregar un surfactante a la solución, para mejorar la absorción es recomendable.

Por otra parte, la época de aplicación es importante de considerar en las diferentes especies de plantas, en el **Cuadro 47** se muestran las épocas y/o estados fenológicos más relevantes de considerar para los diferentes nutrientes.(**Cuadro 48**)

Cuadro 47. Época de aplicación más recomendada de nutrientes vía foliar en diferentes especies.

Especie	Nutriente	Estado de crecimiento o época
Cítricos	Zn, Fe, Mn y Mg	A mediados del flash de crecimiento de primavera, fines de Octubre-Noviembre.
Vid Pisquera	Zinc	Dos semanas antes de floración. Desde floración a cuaja.
	Fósforo y Potasio	Entre cuaja y pinta
	Potasio	Durante crecimiento intensivo de bayas
	Boro	Durante floración y desarrollo de la baya.
	Magnesio	Al inicio de la madurez de la baya, o 10 días después del inicio.
	Hierro	Prefloración y post-cuaja.
	Nutrientes en general	Aplicaciones repetidas cada 10 días, en el primer periodo de crecimiento de tallos, antes de floración y cuaja.
Frutales en general	Nitrógeno	Antes y después de floración, en post-cosecha con hojas en buena condición
	Fósforo	En prefloración
	Potasio	2, 4 y 6 semanas después de floración.
	Zinc	3 a 4 semanas después de la caída de pétalos, en post-cosecha, con hojas activas. Muy recomendado para damascos y ciruelos.
	Manganeso	A caída de pétalos y cuatro semanas después.
	Magnesio	A caída de pétalos, seguida de otras aplicación a los 15 días.
	Hierro	Cuatro semanas después de floración y luego a las tres semanas siguientes.
	Cobre	Inmediatamente después de brotación o en post-cosecha.
	Boro	Antes de floración

Fuente :Alexander A. 1986.

Cuadro 48. Contenido de nutrientes de algunos fertilizantes más usados.

FERTILIZANTES	Nitrógeno				P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	CaO
	Org	NO ₃	NH ₄	Total					
Nitrogenados									
Urea	45,0	-	-	45,0	-	-	-	-	-
Salitre sódico	-	16,0	-	16,0	-	-	-	-	-
Salitre potásico	-	15,0	-	15,0	-	14,0	-	-	-
Salitre potásico	-	15,0	-	15,0	-	8,0	-	-	-
Nitrato de amonio	-	17,5	17,5	35,0	-	-	-	-	-
Nitromag	-	13,5	13,5	27,0	-	-	-	5,0	7,0
Supernitro	13,8	11,2	-	25,0	-	-	-	-	-
Nitrato de calcio	-	16,5	-	16,5	-	-	-	-	27
Sulfato de amonio	-	-	21,0	21,0	-	-	8,0	-	-
Fosfatados									
Fosfato diamónico	-	-	18,0	18,0	46,0	-	1,0	-	-
Fosfato monoanónico	-	-	10,0	10,0	50,0	-	2,0	-	-
Superfosfato triple	-	-	-	-	46,0	-	1,0	-	20,0
Acido fosfórico (por litro)	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Potásicos									
Sulfato de potasio	-	-	-	-	-	50,0	18,0	-	-
Sulfato doble de potasio y magnesio	-	-	-	-	-	22,0	22,0	18,0	-
Muriato de potasio	-	-	-	-	-	60,0	-	-	-
Nitrato de potasio	-	13	-	13	-	44,0	-	-	-
Fertilizantes azufrados									
Fertiyeso	-	-	-	-	-	-	18,0	-	33,0
Azúfre Denícola	-	-	-	-	-	-	65,0	-	+
Azúfre Borlando	-	-	-	-	-	-	60,0	-	+
Fosfoyeso	-	-	-	-	0,7	-	19,0	-	33,0
Agroyeso Volcán	-	-	-	-	-	-	18,0	-	32,0
Magnésicos									
Sulfato de magnesio	-	-	-	-	-	-	-	16	-
Nitrato de magnesio	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- = No contiene el elemento.

+ = Contiene muy pequeñas cantidades del elemento.

Org* = Orgánico.

7. LITERATURA CONSULTADA

- Alexander A.** 1986. Foliar Fertilization Schering Special Fertilizer. Publicado por Martinus Nijhoff, miembro de Kluwer Academic Publishers Group, 494 p.
- Barber S. A.** 1995. Soil Nutrient Bioavailability A mechanistic Approach. Libro editado por John Wiley & Sons, INC. 414 p.
- Barranco D.; Fernandez-Escobar R. y Rallo L.** 1997. El Cultivo del Olivo Ediciones Mundi-Prensa, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Bravo M. A.** 1994. Evaluación del sistema de fertilización Maff modificado en el cultivo del tomate sobre el rendimiento y calidad de cinco variedades, confección de curvas de desarrollo y absorción de elementos en el mismo cultivo bajo condiciones de invernadero frío en invierno. Tesis de Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, 112 p.
- Cadahia C. L.** 1998. Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales, Ediciones Mundi-Prensa, editado en España. 475 p.
- Castillo L-J.** 2001 Manual Técnico de Cítricos. www.infoagro.go.ct Costa Rica
- Chapman D. H.** 1973. Diagnostic criteria for Plants and Soils. Department of Soils Science and Plant Nutrition UCLA. Riverside.
- Crowley D.E. and Smith W. 1996. Zinc fertilization of avocado trees. HortScience 31 (2):224-229.
- Fernández-Escobar, R.** 2000. Fertilización en «El cultivo del Olivo». Barranco, Fernandez-Escobar y Rallo Editores. Editorial Mundi-Prensa. España. pp 245-265.
- Guerrero, A.** 1997. Nueva Olivicultura. Editorial Mundi-Prensa. 4ª Edición Madrid.
- Giaconi .M. V. y Escaff G. M.** 1998. Cultivo de Hortalizas, Editorial Universitaria Colección Nueva Técnica. 337 p.
- Ibacache G. A. y Sierra B. C.** 1998. Fertilización del palto. Gobierno Regional de Coquimbo e Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, CRI Intihuasi, Ovalle Chile, Serie Intihuasi N 12, 12 p.
- Katyal J. C. y Randhawa N. S.** 1986. Micronutrientes Boletín FAO Fertilizantes y Nutrición Vegetal 7 FAO-ONU, Roma. 93 p.
- Keren, R. and Bingham, F. T.** 1985. Boron in water, soils and plants In: Stewart, B. A. (ed.) Advances in soil Science. Vol 1 SPRINGER-Verlag, New York. 229-276.
- Lemus S. G.** 1993. El Duraznero en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Ministerio de Agricultura, Editorial Los Andes. 332 p.
- Lowatt C. J.** 1995. Improving fruit Set and yield of Hass avocado with a spring application of boron and/or urea to the bloom. CADO, FREP, and Avocado Grower co-funded Research in Progress. Department of botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, California.
- Marschner H.** 1986. Mineral Nutrition in Higher Plants. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovic, Publishers

- Nuez F.** 1995. El Cultivo del Tomate, Ediciones Mundi-Prensa. Libro Impreso en España, 793 p.
- Pizarro C. F.** 1987. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 461 p.
- Porta C. J.; Lopez-Acevedo R. M. y Roquero de L. C.** 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid, España, 807 p.
- Razeto M. B.** 1993. La nutrición Mineral de los Frutales, deficiencias y excesos. Soquimich SQM.
- Reuter D. J. And Robinson J. B.** 1986. Plant Analysis An interpretation Manual, Inkata Press Melbourne, Sydney, Australia.
- Rincon S.L.; Saez S. J. y Pellicer B. C.** 1991. Extracción de macronutrientes en cultivo de tomate de crecimiento indeterminado. Agrícola Vergel. P 211-216.
- Rowe C. R.** 1993. Potato Health Mangement. Plant Health Management series. Department of Plant pathology Ohio State University.
- Salazar-Garcia S.** 2002. Nutrición del Aguacate principios y aplicaciones. INIAFAP Mexico e Inpofos, libro 165 p.
- Scholefield P.B.; Sedgley M. and Alexander D.McE.** 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth,floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae 25 99-110, Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam.
- Sierra B. C. ; Rojas J. S. y Kalazich B. J.** 2002. Manual Fertilización del cultivo de la papa en la zona sur de Chile. CRI Remehue INIA. Boletín N 76 ISSN 0717-4829.
- Silva E. H. y Rodriguez S. J.** 1995. Fertilización de plantaciones Frutales, Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Valenzuela B. J.** 2000. Uva de Mesa en Chile Colección Libros INIA N°5 CRI La Platina Ministerio de Agricultura Chile, 338 p.
- Vásquez, C. A.** 1994. Evaluación de sistema Maff- modificado de fertilización versus sistema de fertilización tradicional en dos distancias de plantación y confección de curvas de extracción del cultivo de tomate en ambos sistemas. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 106 p.