



Recomendaciones nutricionales para

# TOMATE



Pioneering the Future

## Recomendaciones nutricionales para

# TOMATE

## en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero

Nombre botánico: *Lycopersicon esculentum Mill.*

Sinónimos: jitomate; pomodoro; tomate rojo, tomato

### Contenido:

<b>1</b>	<b>Acerca del cultivo</b> .....	<b>2</b>
1.1	Patrón de crecimiento .....	2
1.2	Etapas fenológicas .....	3
1.3	Desarrollo del fruto .....	3
1.4	Usos del cultivo .....	3
<b>2</b>	<b>Condiciones de crecimiento</b> .....	<b>4</b>
2.1	Método de crecimiento .....	4
2.2	Tipo de suelo .....	4
2.3	Clima.....	4
2.4	Riego.....	4
2.5	Sensibilidades específicas .....	5
<b>3</b>	<b>Nutrición de la planta</b> .....	<b>7</b>
3.1	Dinámica de los requerimientos nutricionales .....	7
3.2	Principales funciones de los nutrientes de las plantas.....	9
3.3	Síntomas de deficiencias nutricionales .....	13
3.4	Estándares de análisis de hoja .....	21
3.5	Requerimientos nutricionales generales .....	22
<b>4</b>	<b>Recomendaciones de Fertilización</b> .....	<b>23</b>
4.1	Tomate, cultivo en suelo .....	23
4.1.1	Haifa NutriNet™ software operado en internet para establecer programas de Nutrigación™ .....	23
	a. Fertilización de fondo .....	23
	b. Nutrigación™ .....	24
4.1.2	Poly-Feed® Fertilizantes NPK sólido solubles.....	26
4.1.3	Multicote® Agri Fertilizantes de liberación controlada .....	26
4.1.4	Nutrición Foliar .....	27
4.2	Tomate, cultivo sin suelo.....	28
4.2.1	Moléculas.....	28
4.2.2	Poly-Feed® Fertilizantes NPK sólido solubles.....	32
	<b>Apéndice I: Nutrigación™ (fertirrigación)</b> .....	<b>33</b>
	<b>Apéndice II: Guía de análisis de la planta</b> .....	<b>34</b>
	<b>Apéndice III: Fertilizantes especializados HAIFA</b> .....	<b>35</b>
	<b>Apéndice IV: Tablas de conversión</b> .....	<b>38</b>

# 1. Acerca del cultivo

## 1.1 Patrón de crecimiento

Las variedades de tomate pueden clasificarse en tres grupos por su patrón de crecimiento, las cuales se identifican por el arreglo y frecuencia de hojas e inflorescencias en los tallos.

- a) **Crecimiento indeterminado** – tallo principal y lateral continúan su crecimiento en un patrón continuo. El número de hojas entre inflorescencias es más o menos constante, inicia de un determinado conjunto de flores (Fig. 1a). Variedades de crecimiento indeterminado son usualmente cultivadas en invernaderos o casa sombra con tutoreo.
- b) **Crecimiento determinado** – el tallo principal y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias que varían según la variedad específica (Fig. 1b). Los tomates para procesamiento generalmente se obtienen de este tipo de variedades determinadas.
- c) **Crecimiento semi-determinado** – las ramas dejan de crecer después de un determinado número de inflorescencias, pero usualmente esto ocurre en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo.

**Tabla 1:** Número de hojas entre inflorescencia en diferentes patrones de crecimiento

	No. de hojas antes de la inflorescencia	
	Indeterminado	Determinado
1 <sup>st</sup> inflorescencia	6-14	4-6
2 <sup>nd</sup> inflorescencia	5-7	2-3
3 <sup>rd</sup> y siguientes inflorescencias	3-5	0-1



**Figura 1a:** Crecimiento de tomate tipo indeterminado



**Figura 1b:** Crecimiento de tomate tipo determinado

## 1.2 Etapas Fenológicas

Las etapas del cultivo de tomate, en términos generales, se pueden dividir en cuatro periodos:

- Establecimiento de plántula o semilla durante crecimiento vegetativo hasta la aparición de la primera inflorescencia.
- De la primer floración al primer amarre de fruto.
- Del llenado de fruto a la primer cosecha.
- De la primer cosecha a fin de cosecha.

Estas etapas de crecimiento también representan diferentes necesidades nutricionales de la planta (ver la sección 3.1).

La duración de cada etapa de puede variar de acuerdo al método del cultivo, características propias de la variedad y condiciones climáticas (ver Tabla 2).

**Tabla 2:** Ejemplo típico de un ciclo de crecimiento por etapas de crecimiento, en la zona central de Israel.

Variedad	VF121	
Método de cultivo	Invernadero	
Número de días a la primera floración	30	
Número de días a la primer cosecha	65	
Etapa de crecimiento	Duración etapa (días)	Edad del cultivo (días)
Trasplante	1	1
Vegetativa	14	15
Primera Floración	15	30
Primer amarre de fruto	10	40
Primer crecimiento de fruto	20	60
Inicio de cosecha – fin de cosecha	21-145	81-210

## 1.3 Desarrollo de fruto

Después del amarre, los frutos maduran en un periodo de 45 a 7 días, dependiendo de la variedad, clima y condiciones del cultivo. El fruto continua creciendo hasta la etapa de madurez verde.

Destacan tres etapas de desarrollo del fruto. La madurez ocurre cuando el fruto inicia el cambio en el color de verde claro a blanco, rosa, rojo y finalmente rojo fuerte o naranja. Depende de la distancia y del tiempo para su mercadeo, la cosecha puede hacerse en cualquier momento a partir del rosado claro a la etapa de rojo oscuro, etapas más tardías producen frutos con mayor sabor.

**Tabla 3:** Etapas de madurez del fruto

Etapa	Descripción
Cambio	Manchas rojizas comienzan a aparecer en el fruto.
Rosado	El tomate se torna rosa, aun no está listo para su consumo.
Rojo	El tomate es rojo y completamente maduro para su consumo

## 1.4 Usos del cultivo

El tomate se consume en fresco, y son procesados para salsas, purés, jugos y pastas concentradas.

## 2. Condiciones de crecimiento

### 2.1 Método de cultivo

Suelo o sin suelo, cultivo protegido (invernadero, malla sombra, túnel-acolchado) o bien, campo abierto.

### 2.2 Tipo de suelo

Los tomates se pueden sembrar o plantar en un amplio rango de texturas de suelos, desde los suelos ligeros o arenosos a los suelos pesados o arcillosos. Suelos arenosos son preferidos si se desea una cosecha temprana. Es deseable un pH con un rango de 6.0-6.5. A mayor o menor nivel de pH en el suelo la disponibilidad de nutrientes puede afectar su absorción por la planta.

### 2.3 Clima

La temperatura es un factor primario que afecta todas las etapas de desarrollo del cultivo: desde crecimiento vegetativo, floración, amarre y madurez del fruto. Para un crecimiento óptimo se requiere un mínimo de 10°C y máxima de 30°C.

**Tabla 4:** Temperatura requerida durante las diferentes etapas del cultivo.

Etapa del cultivo	Temperatura (°C)		
	Mínimo	Máximo	Óptimo
Germinación	11	34	16-29
Crecimiento Vegetativo	18	32	21-24
Amarre de fruto (noche/ día)	10 / 18	20 / 30	13-18 / 19-24
Producción de licopeno	10	30	21-24
Producción de carotenos	10	40	21-32

La intensidad de la luz es también uno de los factores principales que afectan la cantidad de azúcares que se producen en las hojas durante la fotosíntesis, y esto incide en el número de frutos que la planta puede soportar, así como los rendimientos totales.

### 2.4 Riego

La planta de tomate es relativamente resistente a la sequía. Sin embargo, un manejo apropiado es esencial para asegurar altos rendimientos y calidad de las cosechas.

Los requerimientos de agua de tomates en campo abierto en etapa de producción varían de 4000 - 6000 m<sup>3</sup>/ha. Mientras en invernaderos la necesidad es por arriba de los 10,000 m<sup>3</sup>/ha de agua. El 70% o más del sistema de raíces están por arriba de los 20 cm del suelo. Por lo tanto, es recomendable el sistema de riego por goteo con un dispositivo para fertirriego.

En suelos ligeros o cuando se usan aguas salinas es necesario incrementar la cantidad de agua de un 20% - 30%. Los requerimientos de agua pueden diferir entre las etapas fenológicas. Los requerimientos incrementan de la germinación hasta el inicio de amarre de frutos, alcanzando un pico durante el desarrollo de fruto y decrece durante la madurez. Cualquier estrés de agua por leve que sea afecta primeramente el tamaño del fruto y su maduración, puede ser positivo para la calidad fruto, como firmeza, sabor y vida de anaquel, pero con frutos más chicos. Un riego tardío cercano a la cosecha puede provocar una cosecha desapareja e inducir el enraizado.

La escasez de agua puede provocar crecimiento reducido en general y reducir la absorción de calcio en particular. La deficiencia de calcio provoca pudrición apical del fruto (Blossom End Rot o BER) (ver página 15). Por otro lado, el riego en exceso da como resultado condiciones anaeróbicas en el suelo y consecuentemente muerte de raíz, atrasando o interrumpiendo la floración y provocando desórdenes en el fruto.

**Calidad del agua:** El tomate es tolerante a aguas salobres con rangos de conductividad de 2-3 dS/m. A mayor conductividad eléctrica del agua, el rendimiento potencial se reduce. El agua ácida (bajo pH) usada en el Riego no es recomendable, ya que puede contener elementos tóxicos del suelo (por ejemplo  $Al^{3+}$ ).

## 2.5 Sensibilidad específica de la planta de tomate

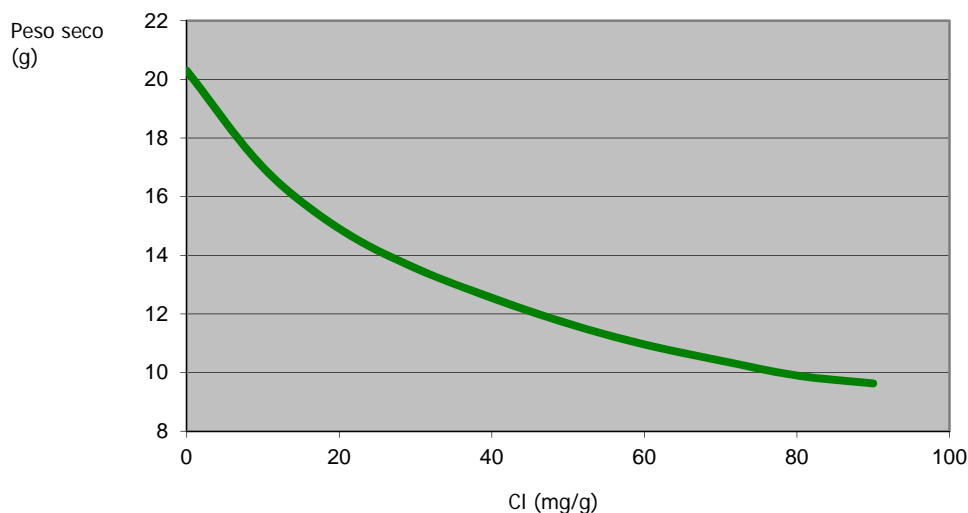
### Sensibilidad a enfermedades propias del suelo

El tomate es propenso a enfermedades del suelo causadas por hongos, virus y bacterias. Por lo tanto es recomendable evitar el cultivo de tomate en parcelas donde se sembraron otros cultivos sensibles con enfermedades comunes (berenjena, chile, pimiento, papa, algodón, soya, entre otros) en los últimos años. Se recomienda una rotación del cultivo de 3 años entre cultivos de y el de tomate.

### Sensibilidad a la salinidad

Bajo condiciones Salinas, el catión sodio compite con el catión potasio en los sitios de absorción de las raíces, y el cloruro a su vez compite contra el anión nitrato el cual puede impide el desarrollo de la planta y reduce los rendimientos (Fig.2).

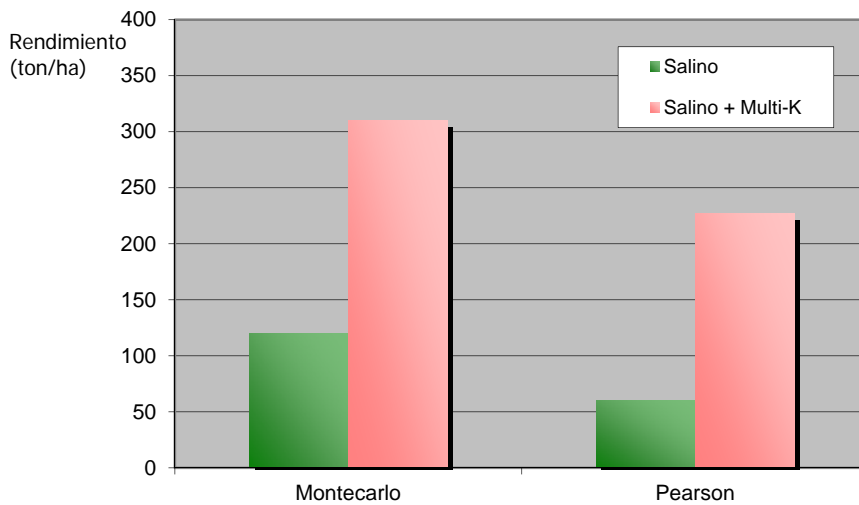
**Figura 2:** Relación inversamente proporcional entre el peso seco de la planta y la concentración de cloruro en el tejido de la misma. Una alta concentración de cloruro en la composición de la planta trae consigo menor peso seco.



La salinidad trae como resultado una deficiencia de potasio en la planta, y un menor número de frutos o con menor peso. Las medidas correctivas bajo estas condiciones incluyen los siguientes pasos a seguir:

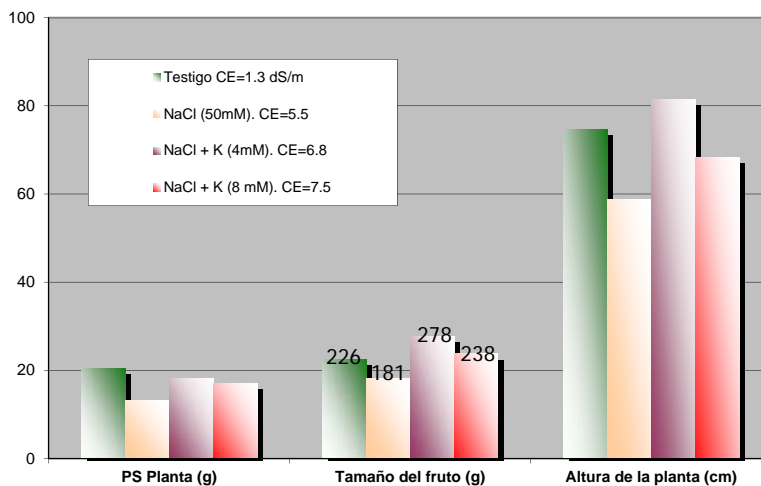
- Aplicación abundante de potasio, como este catión específico compite exitosamente con el sodio y a su vez reduce la absorción de éste y disminuye sus efectos negativos (Fig. 3).
- Aplicación abundante de nitrato, este anión específico compite directamente con el cloruro y reduce sus efectos adversos en las plantas.
- El calcio también ayuda a suprimir la absorción del sodio. Cuando hay suficiente cantidad disponible de calcio, las raíces prefieren la absorción de potasio al sodio, y se restringe la absorción del sodio.

**Figura 3:** Multi-K<sup>®</sup>, el nitrato de potasio revierte el efecto adverso de la salinidad en tomate de invernadero  
(Fuente: Satti et Al. 1994)



La solución nutritiva salina redujo marcadamente su peso seco de la planta, tamaño del fruto y altura. La adición de 4 a 8 mM de nitrato de potasio Multi-K<sup>®</sup> a la solución nutritiva salinizada incrementó la CE de la solución pero revirtió el efecto adverso causado por el NaCl. Algunos parámetros fueron mejorados aun después del testigo como un resultado directo del tratamiento con Multi-K<sup>®</sup>, por ejemplo tamaño de fruto y altura de la planta (Fig. 4).

**Figura 4:** Efecto de la salinidad y del nitrato de potasio Multi-K<sup>®</sup> sobre parámetros vegetativos y tamaño del fruto en tomates de invernadero ‘Pusa ruby’.



### EL Zinc mejora la tolerancia al estrés por sales

La nutrición con Zinc en plantas parece jugar un rol relacionado a la Resistencia a sales en plantas de tomate y otras especies. Un suministro adecuado de zinc (Zn) mejora la tolerancia a estrés salino, posiblemente, afectando la integridad estructural y controlando la permeabilidad hacia la membrana celular de las raíces. Una nutrición adecuada de Zn reduce significativamente la absorción de Na por las raíces en condiciones salinas.

### Sensibilidad a la deficiencia de Calcio

El tomate es sensible a la deficiencia de calcio, la cual se manifiesta por una pudrición apical del fruto muy característica conocida como BER (Blossom-End Rot). Bajo condiciones de salinidad el BER aumenta su intensidad. Recientemente se ha relacionado al manganeso (Mn) como un antioxidante del fruto del tomate, por lo tanto aumentar su aplicación bajo condiciones salinas puede aliviar los síntomas de BER en el fruto. Habría que tener especial cuidado de no aumentar las condiciones para el fenómeno del BER.

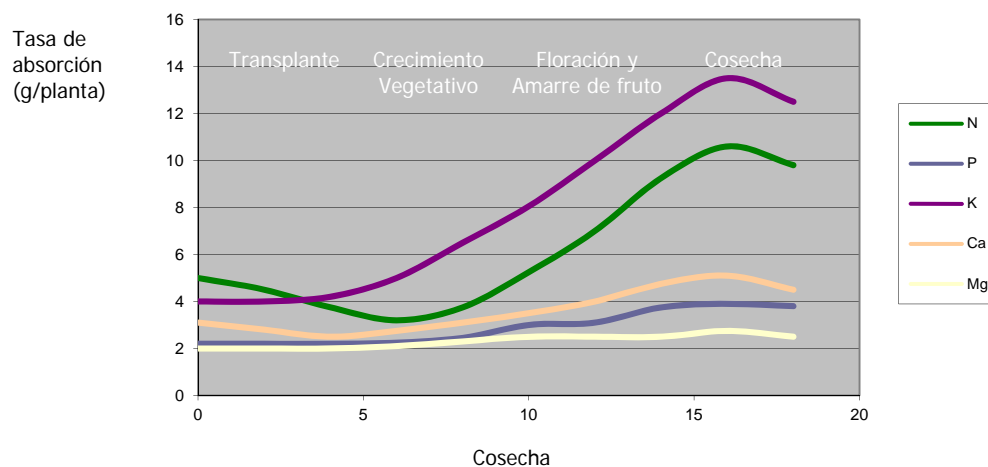
## 3. Nutrición de la planta

### 3.1 Dinámica de los requerimientos nutricionales

El nitrógeno y el potasio se absorben inicialmente en forma lenta y se incrementa la rapidez de su absorción durante las etapas de floración. El potasio tiene un pico de absorción durante el desarrollo del fruto, mientras el pico de absorción del nitrógeno ocurre principalmente después de la formación de los primeros frutos (Figuras 5 y 6).

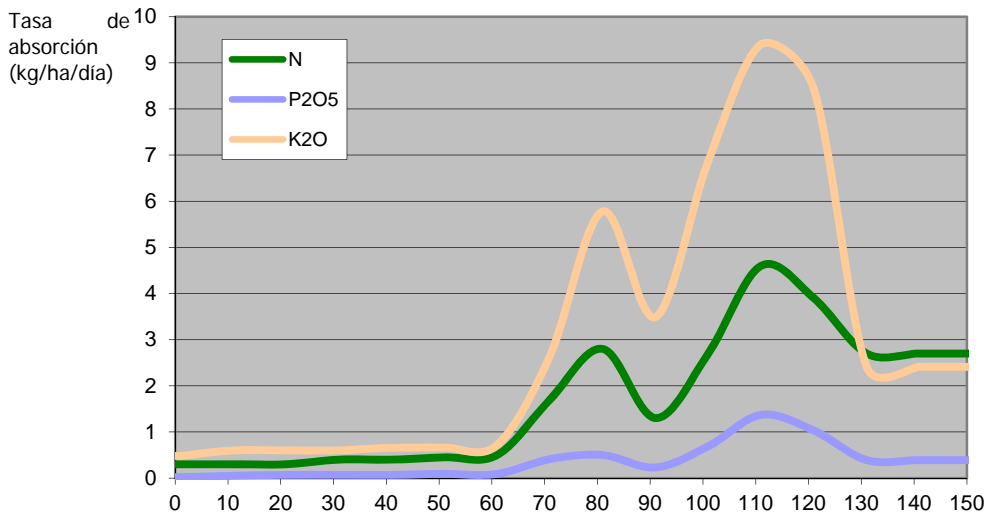
El fósforo (P) y nutrientes secundarios, Ca y Mg, son requeridos en relativamente dosis constantes, a través de todo el ciclo de crecimiento de la planta de tomate.

**Figura 5:** Dinámica de absorción de macro y nutrientes secundarios por la planta de tomate. (Fuente: Huett, 1985)





**Figura 6:** Tasa de absorción diaria de nutrientes vegetales por tomate de proceso, rendimiento 127 ton/ha

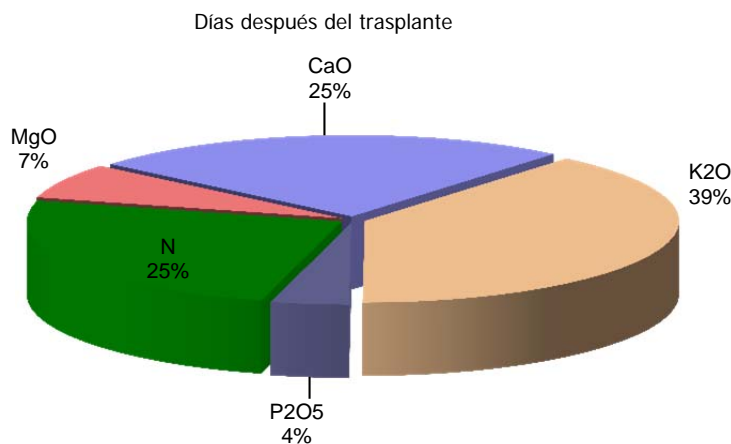


(Fuente: B. Bar-Yosef. Fertilización bajo riego por goteo)

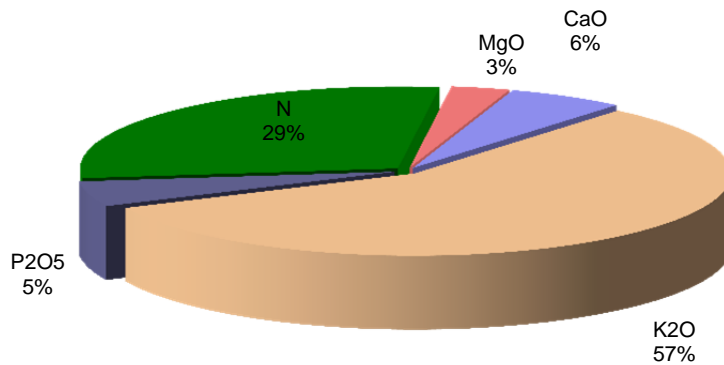
Como se puede ver en las figuras 5 y 6, la mayor absorción de nutrientes se da en las semanas 8 a la 14 del crecimiento y otro pico toma lugar en el primer corte de frutos. Por lo tanto, la planta requiere altas cantidades de nitrógeno, al inicio de la etapa de crecimiento con aplicaciones suplementarias después del inicio de la etapa de fructificación. Cuando el N se aplica en sistemas de fertirriego en sistemas de acolchado se mejora la eficiencia del N y se consiguen mayores rendimientos. Al menos el 50% del N total debe aplicarse como nitrógeno nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ).

El nutriente prevalente que se encuentra en el desarrollo de la planta y en el fruto de tomate es el potasio, seguido por el nitrógeno (N) and calcio (Ca) (Figuras 7 y 8).

**Figura 7:** Composición elemental de la *planta* de tomate (Atherton y Rudich, 1986)



**Figura 8:** Composición elemental del *fruto* de tomate (Atherton y Rudich, 1986)



### 3.2 Principales funciones de los nutrientes en la planta

**Tabla 5:** Resumen de las principales funciones de los nutrientes vegetales:

Nutriente	Funciones
Nitrógeno (N)	Síntesis de proteínas (crecimiento y rendimiento).
Fósforo (P)	División celular y formación de estructuras de transferencia de energía.
Potasio (K)	Transporte de azúcares, control estomático, cofactor de muchas enzimas, reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades.
Calcio (Ca)	Forma parte de la pared celular y reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades
Azúfre (S)	Síntesis de aminoácidos esenciales como cistina y metionina.
Magnesio (Mg)	Forma parte central de la molécula de la clorofila.
Hierro (Fe)	Síntesis de la clorofila
Manganeso (Mn)	Participa en los procesos de la fotosíntesis.
Boro (B)	De pared celular. Germinación y elongación del tubo polínico. Participa en el metabolismo y transporte de azúcares.
Zinc (Zn)	Síntesis de auxinas
Cobre (Cu)	Influencia en el metabolism de nitrógeno y carbohidratos.
Molibdeno (Mo)	Componente de la nitrógeno reductatasa y enzimas nitrogenasa.

#### Nitrógeno (N)

La forma del nitrógeno es de gran importancia en la producción de tomate. La relación óptima entre el nitrógeno amoniacal y nítrico depende de la etapa de crecimiento y del pH del medio de crecimiento. Las plantas que crecen en un medio con mayor proporción de  $\text{NH}_4^+$  -tienen como efecto un menor peso en fresco así como mayores signos de estrés que las plantas que crecen sobre ambiente con mayor proporción de  $\text{N-NO}_3^-$ . Al incrementar la proporción de nitrato y amonio, la CE se incrementa y por consiguiente el rendimiento se reduce, Sin embargo, cuando se duplica la dosis de nitrato de potasio Multi-K<sup>®</sup>, la CE se incrementa sin efectos adversos en los rendimientos que por el contrario aumentan también (Tabla 6).

**Tabla 6:** Efecto de la forma de nitrógeno ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ) en los rendimientos de tomate – mostrando la ventaja del nitrógeno nítrico sobre el amoniacal (fuente: U. Kafkafi et al. 1971)

Relación $\text{NO}_3^-$ : $\text{NH}_4^+$	N g/planta		CE (mmho/cm)	Rendimiento (kg/planta)
	Multi-K <sup>®</sup> nitrato de potasio	Nitrato de Amonio		
100 : -	6.3	-	1.7	2.5
70 : 30	6.3	4.4	2.4	1.98
63 : 37	6.3	8.7	2.9	1.20
59 : 41	6.3	13.2	3.5	1.00
100 : -	12.6	-	3.1	3.43

### Potasio (K)

Se deben hacer aplicaciones con relativamente grandes cantidades de potasio en el cultivo de tomate para asegurar niveles óptimos de K en todos sus órganos, principalmente debido al papel clave del potasio en la planta de tomate, como se describe:

#### 1. Balance de cargas negativas en la planta

Como el  $\text{K}^+$  es un catión dominante, permite el balance de cargas negativas de aniones minerales y orgánicos. Por lo tanto, se requiere una alta concentración de K en las células para este propósito.

#### 2. Regulación del proceso metabólico en células

Una de las funciones principales es la de activación de enzimas- para la síntesis de proteínas, azúcares, almidones, etc. (más de 60 enzimas se activan por el K). Así mismo en la estabilización del pH de las células de 7 a 8, el paso a través de membranas y en el balance de protones durante el proceso de la fotosíntesis.

#### 3. Regulación de la presión osmótica

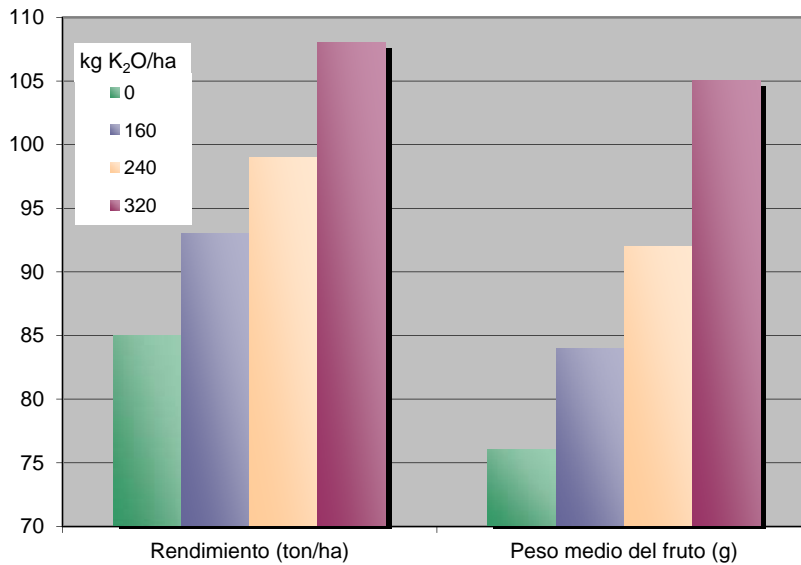
Regulación de la turgencia en plantas, marcadamente en células guardianas de los estomas.

En el floema, el K contribuye a la presión osmótica y por lo mismo al transporte de sustancias metabólicas del ambiente gaseoso a la planta (esto a su vez permite movimiento de sustancias metabólicas de las hojas al fruto y de nutrientes a las raíces). El potasio contribuye a incrementar el peso seco y el contenido de azúcares en el fruto así como controlar la turgencia de los frutos y consecuentemente la vida de anaquel del fruto.

Adicionalmente, el potasio tiene las siguientes funciones fisiológicas importantes:

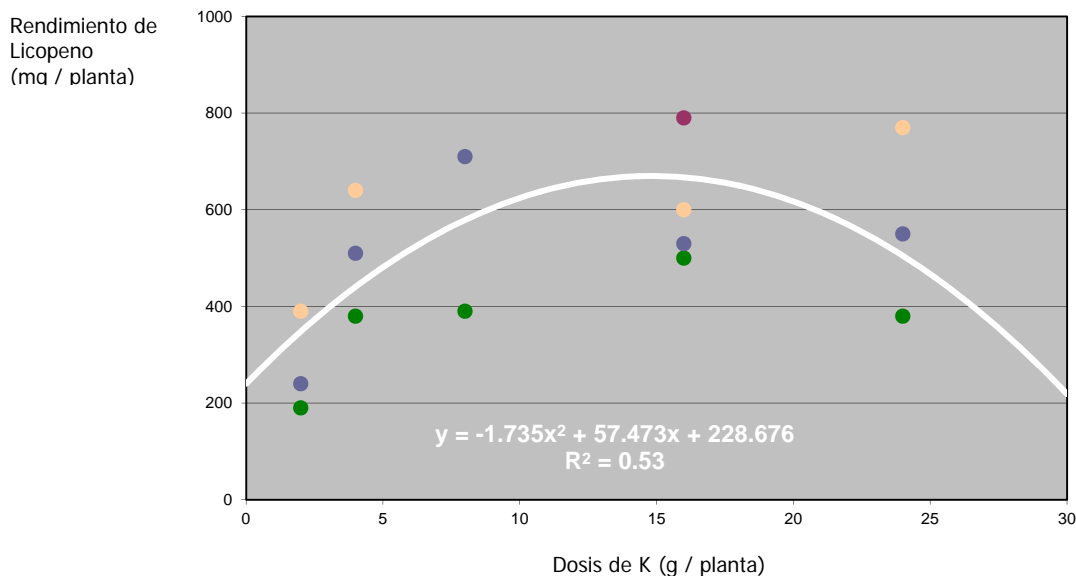
- Mejora la resistencia a la marchitez (Bewley y White, 1926, Adams et al, 1978).
- Aumenta la resistencia contra enfermedades producidas por patógenos bacterianos, virosis, hongos o nematodos (Perrenoud, 1990).
- Reduce desórdenes de coloración y pudrición apical (BER, blossom) (Winsor and Long, 1968).
- Incrementa el contenido de sólidos en el fruto. (Shafik and Winsor, 1964).
- Mejora el sabor (Davis and Winsor, 1967).

**Figura 9:** Efecto de la dosis de K sobre los rendimientos y la calidad de tomates de proceso.



El licopeno es una sustancia importante en el tomate, es un anti cancerígeno natural. Al incrementar la dosis de aplicación de Multi-K<sup>®</sup> incrementa la proporción de licopeno en el fruto del tomate. A función se describe en la curva óptima de la figura 10.

**Figura 10:** Efecto de la dosis de Multi-K<sup>®</sup> en el contenido de licopeno en tomate de proceso

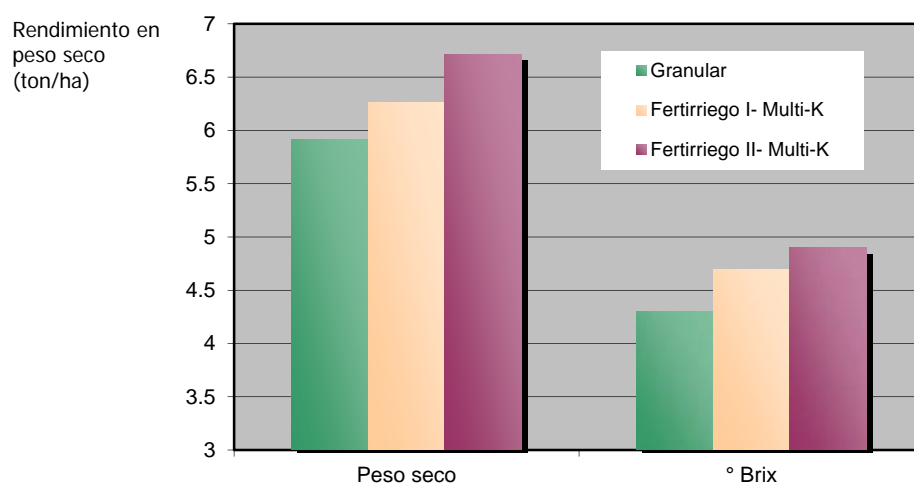


El siguiente ensayo muestra el efecto de la aplicación de Multi-K<sup>®</sup>, como fuente de potasio, solo o en mezcla con otros Fertilizantes N y P para tomate de proceso. Así mismo, se compararon los diferentes métodos de aplicación: Aplicación directa de Fertilizantes (granulados) o combinados con fertirriego (Tabla 7). Multi-K<sup>®</sup> incrementó el rendimiento, material seca y grados Brix como se muestra en la Figura 11.

**Tabla 7:** Esquema del ensayo comparando diferentes métodos de aplicación, dosis de Multi-K y otras fuentes de fertilizantes N y P:

Método de Aplicación	N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O kg/ha	
Fertilización directa de fondo y secundarias	120-140-260	1) 10 días antes del trasplante: 65% de las dosis de N & K, todo el P
		2) 26 días después del trasplante - inicio de floración: 10% de la dosis de N & K
		3) 51 días después del trasplante – inicio de amarre de fruto: 25% de la dosis de N & K como <b>Multi-K® Prill</b>
Fertilización de fondo y Fertirrigación I	120-140-260	10 días antes del trasplante: 30% de la dosis de N, P & K + 350 kg/ha de <b>Multi-K® Prill</b> en una mezcla: 12-20-27.
		Durante el desarrollo de todas las etapas de la planta, 70% de N-P-K como <b>Multi-K®</b> + NPKs Solubles + Haifa-P (ácido fosfo.), 12 semanas de aplicación con fertirriego.
Fertilización de fondo y Fertirrigación II	160-180-360 (34% dosis más alta)	10 días antes del trasplante: 30% de la dosis de N, P & K con 400 kg/ha, una mezcla base <b>Multi-K® Prill</b> : 12-20-27.
		Durante el desarrollo de todas las etapas de la planta, 70% de N-P-K como <b>Multi-K®</b> + NPKs Solubles + Haifa-P (ácido fosfórico), 12 semanas de aplicación con fertirriego.

**Figura 11:** Efecto del método de aplicación y la dosis de nitrato de potasio Multi-K® sobre el rendimiento en base a peso seco y grados brix en tomate de proceso variedad *Peto*.



### Calcio (Ca)

El calcio es un componente esencial de la pared celular y la estructura de la planta. Es el elemento responsable de la firmeza del fruto de tomate. Retrasa la senescencia en hojas, por lo tanto está alargando la vida útil y productiva de la hoja y la cantidad total de asimilados producidos por las plantas.

La deficiencia temporal del calcio es probable que ocurra en frutos especialmente en periodos de mayor tasa de crecimiento, provocando necrosis en el ápice del fruto y desarrollando lo que se conoce como síndrome blossom o BER (Blossom End Rot).

## 3.3 Síntomas de deficiencias de nutrientes

El tomate es especialmente sensible a excesos o deficiencias de ambos macro y micro nutrientes. Las deficiencias más comunes, particularmente en cultivos sin suelo, algunos afectan a otros nutrientes; la deficiencia de potasio afecta la calidad del fruto, la deficiencia de calcio afecta también, la deficiencia de magnesio está presente en suelos ácidos en presencia de altos niveles de potasio; y deficiencias de B, Fe y Mn se da en suelos calcáreos.

### Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno está directamente relacionada con el síntoma de clorosis como se muestra en la Figura 12. También se puede observar una ligera apariencia roja en venas y peciolo. Las hojas maduras cambian gradualmente de su color verde normal a una apariencia verde pálida cuando persiste la deficiencia. Conforme la deficiencia va progresando estas hojas viejas llegan a un color amarillo clorótico muy uniforme. Las hojas llegan a tornarse blancas bajo deficiencia extrema. Las hojas jóvenes en la punta de la planta mantienen un verde pero pálido y no desarrollan todo su tamaño. El número de ramas se reducen y son más cortas o de menor tamaño, con plantas larguiruchas o raquílicas. El amarillamiento por deficiencia de nitrógeno es uniforme en el haz completo de la hoja, incluyendo las venas. Conforme avanza la deficiencia, las hojas más viejas tienden debilitarse bajo estrés hídrico leve y senescencia más temprano de lo habitual. La respuesta a la aplicación de nitrógeno en plantas con esta deficiencia es inmediata (en días) y espectacular.



**Figura 12:** Síntoma característico de deficiencia de nitrógeno (N)

### Fósforo

La deficiencia de fósforo presenta un típico síntoma de manchas necróticas en las hojas, como se muestra en la Fig. 13. Como regla, los síntomas de deficiencia de P no se distinguen, por ello se dificulta su identificación. Uno de los síntomas más visuales es que la planta se queda corta o enana. La deficiencia de fósforo provoca un desarrollo más lento en plantas en relación a otras bajo las mismas condiciones pero con buen suministro de P. La deficiencia de fósforo también puede confundirse con plantas mucho más jóvenes.

También se pueden observar algunos síntomas como desarrollo de un color púrpura en el tallo o en envés de las hojas. Bajo condiciones severas de deficiencia hay una tendencia de las hojas a tornarse grises- azul brillante. Y con deficiencia muy severa las hojas viejas pueden desarrollar un vetado marrón nacarado.

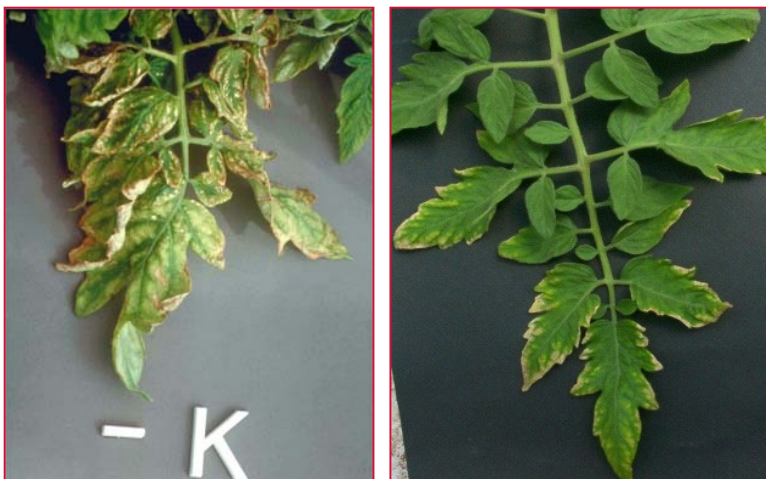


**Figura 13:** Síntoma característico de deficiencia de fósforo (P).

### Potasio

Como se muestra en la foto, las hojas presentan una necrosis marginal parecida a quemadura. Las hojas de la foto izquierda muestran una deficiencia mas avanzada, con necrosis en los márgenes y espacios intervenales, clorosis en la parte media de los espacios intervenales y las nervaduras a lo largo de la hoja permanecen verdes. Este conjunto de síntomas son muy característicos de deficiencia de potasio K.

**Figura 14:** Síntoma característico de deficiencia de potasio K en hojas.



El comienzo de una deficiencia de potasio se caracteriza generalmente por clorosis en los márgenes de las hojas, conforme va progresando, el tejido se va secando y enrollando, primero en hojas maduras y va avanzando hacia hojas más jóvenes. A este nivel el área intervenal empieza a morir hay una marcada necrosis del las orillas hacia las nervaduras y aumenta el nivel de estrés de la planta. En contraste a la clorosis del nitrógeno, la clorosis de potasio es irreversible. Los síntomas se observan en hojas jóvenes rara vez, y solo con deficiencia extrema, esto debido a que el potasio es un elemento móvil dentro de la planta.

La deficiencia de potasio, también se manifiesta en frutos, con un desorden característico en el cambio de coloración, esto es maduración irregular, con manchas verdes y se deforma el fruto en forma de caja (Fig. 15).

**Figura 15:** Síntoma característico de deficiencia de potasio K en fruto



### Calcio

Las hojas que se observan en la Figura 16 presentan deficiencia de calcio, esto es una necrosis alrededor de la base de las hojas. La baja movilidad de este elemento es el factor principal determinante de la expresión de esta deficiencia y de sus síntomas en la planta. Como ya se comentó la pudrición apical o el síndrome de Blossom (BER), es un síntoma típico, esto es una necrosis o quemadura en el ápice del fruto. La zona apical se oscurece y se aplana, entonces aparece correosa y de color marrón oscuro, y, finalmente, colapsa ante patógenos secundarios que devastan la fruta.

**Figura 16:** Síntoma característico de deficiencia de calcio (Ca) en hojas





**Figura 17:** Síntoma característico de deficiencia de calcio (Ca) en frutos

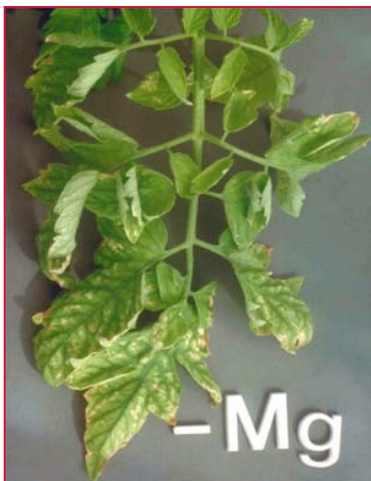


Todos estos síntomas muestran una ligera muerte de tejido en áreas de crecimiento, esto es debido a la débil traslocación del calcio y puede deberse factores climáticos que afectan la transpiración de la planta, más que al suministro externo de este elemento. Las plantas con deficiencia crónica de calcio tienden a marchitarse que plantas con buen suministro.

### **Magnesio**

En la foto (Fig. 18) se muestran hojas con deficiencia de magnesio, típicamente la deficiencia se manifiesta en una clorosis intervenal, es decir en los espacios intervenales y las nervaduras permanecen verdes en hojas maduras. Con deficiencia más avanzada, este tejido se torna necrótico. En esta condición avanzada puede parecerse a la deficiencia de potasio. Para distinguirlas la deficiencia de magnesio inicia con áreas moteadas cloróticas en las áreas intervenales, mientras la deficiencia de potasio inicia en los márgenes. El tejido intervenal de la lámina de la hoja tiene a expandirse proporcionalmente más que otros tejidos de la hoja, produciendo una superficie arrugada plateada, pasando de tejido clorótico a necrótico.

**Figura 18:** Síntoma característico de deficiencia de magnesio (Mg)



### Azufre

La hoja que se muestra en la Figura 19 muestra una clorosis general mientras mantiene algunas áreas verdes. Las nervaduras y el peciolo exhiben un color rojizo muy distintivo. Los síntomas visuales de deficiencia de azufre son muy similares a la clorosis por deficiencia de nitrógeno. Sin embargo cuando es deficiencia de azufre el amarillamiento es mucho más uniforme en la planta total incluyendo hojas jóvenes. El color rojizo generalmente se encuentra en las partes traseras de las hojas y los peciolo tienen un tono más y no tan vivo que si fuera debido a nitrógeno. Cuando la planta presenta una deficiencia muy avanzada se observan manchas necróticas y se desarrolla a lo largo del peciolo, y las hojas tienden a ser más erectas, frágiles y a enrollarse.

**Figura 19:** Síntoma característico de deficiencia de azufre (S).



### Manganeso

En la Figura 20 se pueden observar hojas con una ligera clorosis intervenal debido a un limitado suministro de manganeso. En etapas iniciales de la clorosis inducida por deficiencia de manganeso es muy similar a la deficiencia de nitrógeno. Inicia la clorosis intervenal en hojas jóvenes y también clorosis en las nervaduras reticuladas de hojas maduras, especialmente cuando se observan a través de un haz de luz. Conforme avanza el estrés por deficiencia, las hojas se tornan a un gris metálico brillante y desarrollan pecas oscuras así como áreas necróticas a lo largo de las nervaduras. También se llega a desarrollar un color púrpura lustroso en la parte superior de las hojas.

**Figura 20:** Síntoma característico de deficiencia de manganeso (Mn)



### Molibdeno

En la fig. 21 se muestran unas hojas con un moteado en y a su vez con una clorosis interveinal, clásico por deficiencia de molibdeno. En etapas tempranas de la deficiencia se desarrolla una clorosis general, similar a los síntomas por deficiencia de nitrógeno, pero generalmente sin la coloración rojiza en las partes bajas o envés de las hojas. Esto es resultado del requerimiento de molibdeno para la reducción del nitrato, el cual requiere ser reducido antes para su asimilación por la planta. Por lo tanto, los síntomas iniciales de la deficiencia de molibdeno son de hecho deficiencias de nitrógeno porque no ha sido asimilado. Sin embargo el molibdeno tiene otras funciones metabólicas dentro de la planta, aun cuando el nitrógeno reducido está disponible los síntomas aumentan. Por el contrario, a altas concentraciones el molibdeno presenta un distintivo signo de toxicidad que las hojas se tornan de un naranja muy brillante.

**Figura 21:** Síntoma característico de deficiencia de Molibdeno (Mo).



### Zinc

El síntoma de deficiencia de zinc muy avanzada se muestra en la Fig. 22 donde se muestra necrosis interveinal. En etapas iniciales de la deficiencia las hojas jóvenes lucen amarillentas y desarrollan picaduras en las superficies intervenales de hojas maduras, conforme la deficiencia progresa estos síntomas desarrollan un intenso necrosis interveinal mientras las venas intervenales permanecen verdes, similar al síntoma de recuperación por deficiencia de hierro.

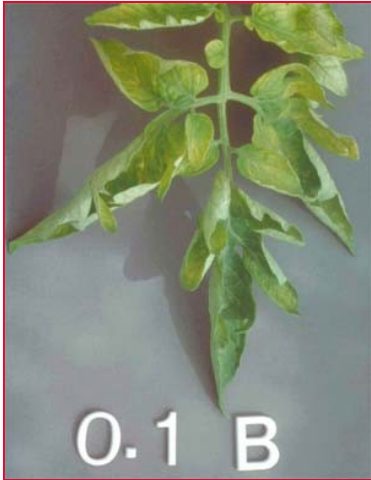
**Figura 22:** Síntoma característico de deficiencia de zinc (Zn)



**Boro**

La deficiencia de boro en la hoja (Fig. 23) en general muestra una clorosis ligera. El boro es un nutriente esencial, sin embargo, cuando excede el nivel requerido puede ser tóxico. El boro se transporta muy lento en el floema. Los síntomas de deficiencia generalmente aparecen en las plantas jóvenes en la etapa de propagación. La ligera clorosis intervenal de las plantas viejas se transforma de amarillo a naranja en hojas medias y viejas. Las hojas y los tallos son frágiles y se enrollan, por lo que la fruta se divide o parte, se deforma y se hincha. (Fig. 24).

**Figura 23:** Síntomas característico de deficiencia del boro (B) en las hojas



**Figura 24:** Síntomas de deficiencia característica del boro (B) en el fruto

**Cobre**

La deficiencia de cobre se manifiesta en hojas enrolladas, y sus peciolo de doblan hacia abajo. La deficiencia del cobre se muestra con una ligera clorosis en su totalidad junto con la pérdida permanente de la turgencia en hojas jóvenes. En etapas iniciales las hojas maduras muestran nitidez en sus venas verdes, con áreas blanquecinas hasta llegar a un gris blanquecino. Algunas hojas desarrollan manchas necróticas hundidas y con tendencia a doblarse hacia abajo.

**Figure 25:** Síntomas característico de deficiencia del cobre (Cu).



### Hierro.

La deficiencia de hierro (Fe) se manifiesta en hojas (Fig. 26) a través de una clorosis intensa en la base de las hojas con un verde nítido. El síntoma más común para la deficiencia en hierro inicia con una clorosis intervenal de las hojas más jóvenes, evoluciona en su totalidad en clorosis y termina totalmente en una hoja blanquecina. Las áreas blanquecinas constantemente desarrollan manchas necróticas, hasta que las hojas se vuelven completamente blancas, su recuperación es posible con aplicación fertilizantes a base de hierro vía foliar. En la fase de recuperación, las venas son las primeras en recuperarse como se indica por su color verde brillante. Este distintivo re-verdoso venal se puede observar durante la recuperación del hierro y es probablemente el síntoma más reconocido en todas las nutriciones clásicas de las plantas. Debido a que el hierro tiene lenta movilidad, los síntomas de deficiencia de hierro aparecen primero en las hojas jóvenes. La deficiencia del hierro está fuertemente ligada a suelos calcáreos y a condiciones anaeróbicas y constantemente están expuestas a los excesos de metales pesados.

**Figure 26:** Síntomas característicos de deficiencia de hierro (Fe)



### 3.4 Estándares en los análisis de la hoja

Para poder verificar la correcta nutrición mineral durante el desarrollo del cultivo, se deben hacer muestreos de las hojas a intervalos regulares, tome una muestra de toda la hoja con peciolo, escogiendo la hoja más reciente y totalmente expandida debajo del racimo de la última flor abierta. Los valores de rangos de análisis de las hojas completamente extendidas y secas se detallan a continuación:

**Tabla 8:** Nutrientes contenidos en hojas de plantas de tomate

#### A. Nutrientes macro y secundarios

Nutriente	Conc. en hojas (%)	
	Antes de fruto	Durante la fructificación
N	4.0-5.0	3.5-4.0
P	0.5-0.8	0.4-0.6
K	3.5-4.5	2.8-4.0
Ca	0.9-1.8	1.0-2.0
Mg	0.5-0.8	0.4-1.0
S	0.4-0.8	0.4-0.8

#### B. Micronutrientes

Nutriente	Conc. en hojas (ppm)	
	Antes de la fructificación	Durante la fructificación
Fe	50-200	50-200
Zn	25-60	25-60
Mn	50-125	50-125
Cu	8-20	8-20
B	35-60	35-60
Mo	1-5	1-5

Niveles tóxicos para B, Mn, y Zn son reportados como 150, 500, and 300 ppm, respectivamente.

### 3.5 Requerimientos nutricionales en su totalidad

**Tabla 9:** Requerimientos de macro-nutrientes bajo diversas condiciones de crecimiento

	Rendimiento (ton/ha)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Campo abierto	80	241	62	416	234	67
	150	417	108	724	374	110
Tratamiento	60	196	50	336	203	56
	100	303	78	522	295	84
Tuneles	100	294	76	508	279	80
	200	536	139	934	463	138
Invernadero	120	328	85	570	289	86
	240	608	158	1065	491	152



## 4. Recomendaciones para la fertilización

Las recomendaciones que aparecen en este documento deben ser tomadas solo como una guía en general. Para un programa más preciso de la fertilización se debe determinar de acuerdo a las necesidades específicas del cultivo, condiciones del suelo y del agua, así como a la experiencia del productor. Para recomendaciones detalladas, consultar a un representante de Haifa.

Nota aclaratoria: Cualquier uso de la información que se expresa en este documento es bajo el riesgo del lector. Haifa Chemicals Ltd. no garantiza que toda la información mostrada esté libre de errores, ni garantiza los resultados que se obtengan del uso de los datos proporcionados, ó de la precisión, confiabilidad del contenido de cualquier información aquí proporcionada.

Bajo ninguna circunstancia Haifa Chemicals Ltd. ni sus empleados serán responsables por cualquier daño ó daños severos que sean causa del uso, ni de la incapacidad de utilizar la información incluida en ese documento.

### 4.1 Tomate cultivado en suelo

#### 4.1.1 Haifa NutriNet™ programas de software en la web para Nutrigación™

Las recomendaciones de Haifa para fertilización, están disponibles en línea y pueden acceder a través de la página web de Haifa, [www.haifa-group.com](http://www.haifa-group.com) . Dar clic en el encabezado Haifa **Know-how**, o directamente a:

<http://www.haifa-nutrinet.com> y entrará a **NutriNet™**, es un programa único que le ayudará para la programación y clasificación de los fertilizantes recomendados de acuerdo a diferentes niveles de crecimiento, en base a los rendimientos esperados y ajustando a diferentes condiciones de crecimiento.

El siguiente es un ejemplo sobre las recomendaciones para el cultivo de tomates en campo abierto en suelo franco arenoso, determinado por NutriNet:

- Fertilización de fondo (pre-planta) fertilizantes de base.
- Nutrigación (fertirrigación) en diferentes etapas de crecimiento, en suelo arenoso de arcilla cuando el rendimiento esperado es de 120 ton/Ha:

#### a) Fertilización de Fondo:

<b>Base dressing - tomatoes</b>					
<b>All nutrients in kg/ha</b>					
	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
<b>Suggested base dressing</b>	<b>134</b>	<b>127</b>	<b>332</b>	<b>126</b>	<b>73</b>
<b>Actual base dressing</b>					
<b>% Surface covered</b>	<input type="text" value="100%"/>				
<b>Ammonium nitrate (34%)</b>	<b>406</b>				
<b>Superphosphate (25%)</b>	<b>508</b>				
<b>Potassium sulfate (50%)</b>	<b>664</b>				
<b>Dolomite (26%)</b>	<b>485</b>				
<b>Magnesium sulfate (16%)</b>	<b>456</b>				



**B) Nutrición (fertirrigación):**

Cantidades totales de los fertilizantes fertirrigados

<b>Nutrigation - tomatoes</b>					
<b>All nutrients in kg/ha</b>					
	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
<b>Suggested nutrition</b>	<b>311</b>	<b>85</b>	<b>497</b>	<b>31</b>	<b>18</b>
<b>Actual nutrition</b>	<b>311</b>	<b>85</b>	<b>497</b>	<b>31</b>	<b>18</b>
<b>Ammonium nitrate (33%)</b>	<b>375</b>				
<b>Multi M.A.P (12-61-0)</b>	<b>139</b>				
<b>Multi-K (13-0-46)</b>	<b>1080</b>				
<b>Multi Cal (26%)</b>	<b>119</b>				
<b>Magnisal</b>	<b>112</b>				

**Tabla 10:** La contribución total de los nutrientes de plantas de cada fertilizante calculada por NutriNet™:

<b>Fertilizante</b>	<b>kg/ha</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Nitrato de Amonio 34-0-0	374.4	123.6				
Multi-MAP 12-61-0	139.3	16.7	85			
Multi-K® 13-0-46	1080.4	140.5		497		
Nitrato de Calcio (26% CaO)	119.2	17.9			31	
Sulfato de Magnesio (16% MgO)	112.5					18
<b>Total</b>	<b>1826</b>	<b>311</b>	<b>85</b>	<b>497</b>	<b>31</b>	<b>18</b>

**Tabla 11:** Tasas de nutrientes recomendados por ha por día y etapa de crecimiento, calculada por NutriNet™:

<b>Etapa</b>	<b>Días después de la siembra/ trasplante</b>	<b>kg/ha/día</b>					<b>kg/ha/etapa</b>				
		<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Siembra	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Vegetativo	2-15	0.57	0.14	0.93	0.07	0	8	2	13	1	0
Florecimiento	16-30	0.6	0.13	0.93	0.07	0.07	9	2	14	1	1
Amarre	31-40	0.6	0.2	0.9	0.1	0	6	2	9	1	0
Crecimiento	41-60	1.2	0.3	1.9	0.1	0.05	24	6	38	2	1
1era cosecha	61-65	1.2	0.4	1.8	0.2	0	6	2	9	1	0
Cosecha	66-120	2.36	0.65	3.78	0.24	0.15	130	36	208	13	8
Cosecha	121-170	1.78	0.48	2.84	0.18	0.1	89	24	142	9	5
Ultima cosecha	171-210	1.78	0.48	2.85	0.18	0.1	71	19	114	7	4
<b>Total</b>		<b>344</b>	<b>93</b>	<b>548</b>	<b>35</b>	<b>19</b>					

**Tabla 12:** Dosis de fertilizantes recomendados por etapa de crecimiento.

Etapa	Días de siembra / plantación	kg/ha/fase				
		Nitrato de Amonio 34-0-0	Haifa-MAP™* 12-61-0	Multi-K® * 13-0-46	Haifa-Cal® 15.5-0-0 +26CaO	Sulfato de Magnesio (16% MgO)
Siembra	1	3	0	2	0	0
Vegetativo	2-15	24	3	28	4	0
FloreCIMIENTO	16-30	26	3	30	4	6
Amarre	31-40	18	3	20	4	0
Crecimiento	41-60	71	10	83	8	6
1a cosecha	61-65	18	3	20	4	0
Cosecha	66-120	382	59	452	50	50
Cosecha	121-170	262	39	309	35	31
Última cosecha	171-210	209	31	248	27	25
<b>Total</b>		<b>374</b>	<b>139</b>	<b>1080</b>	<b>119</b>	<b>113</b>



\*

- Multi-K® = Nitrato de Potasio
- Haifa-MAP™ = Fosfato Mono-amonio
- Haifa-Cal® = Nitrato de Calcio

Las dosis de fertilización y fertirrigación pueden variar de acuerdo al cultivo, método de crecimiento, condiciones climáticas, etapas de crecimiento y rendimiento esperado. Bajo el programa en línea **Haifa NutriNet™** (<http://www.haifa-nutrinet.com>), usted puede obtener las recomendaciones más convenientes que **Haifa** le brinda, para sus condiciones de crecimiento, seleccionando el rendimiento esperando, los métodos y etapas de crecimiento.

#### 4.1.2 Poly-Feed® solubles en agua fertilizantes NPK

**Tabla 13: Programas de fertilización para tomates de proceso. Rendimiento esperado: 50 ton/ha**

Etapas de crecimiento	Días	Formula Poly-Feed®	kg/ha/día
Siembra hasta floración	25	20-20-20	8
Floración hasta fructificación	30	14-7-21+ 2MgO	15
Cuaje a cosecha	40	14-7-28+ 2MgO	18

**Nutrición foliar:** Para promover el crecimiento aplique **Poly-Feed® Foliar Vegetative Booster** cada 15 días. Volumen: 200 L/ha. Concentración: 0.5% - 1%.

**Tabla 14: Programas de fertilización para tomates de proceso. Rendimiento esperado: 150 ton/ha**

Etapas de crecimiento	Días	Formula Poly-Feed®	kg/ha/día
Trasplante a floración	25	20-20-20	8
Floración a amarre	20	14-7-21+ 2MgO	15
Amarre a primer cosecha	35	14-7-28+ 2MgO	17
Primer a última cosecha	100	14-7-28+ 2MgO	18

**Tabla 15: Programas de fertilización para tomate en invernadero. Rendimiento esperado: 160 ton/ha**

Etapas de crecimiento	Días	Formula Poly-Feed®	kg/ha/día	Total kg/ha
Trasplante a floración	8	15-30-15	8	64
Floración a amarre	25	19-19-19	13	325
Amarre a primer cosecha	30	18-9-27	17	510
Primer a última cosecha	110	16-8-32	17	1870

- Para curar y prevenir las deficiencias del magnesio, aplique **Magnisal®** por Nutrigación™ o aspersión foliar.
- Para curar y prevenir deficiencias de calcio aplique, **Haifa-Cal®** por Nutrigación™.

#### 4.1.3 Fertilizante de liberación controlada Multicote® Agri

Una relación N:P<sub>2</sub>O:K<sub>2</sub>O 2:1:3\* es recomendable para aplicación en este cultivo. Esta aplicación cubre los requerimientos nutricionales de la parcela para toda la temporada de cosecha. Multicote® Agri granulado debe ser incorporado al suelo a 10 cm de profundidad y alejado 10 cm del surco de siembra. Consulte a su representante local de Haifa para mayores detalles e instrucciones.

**Tabla 16:** Recomendación de aplicación de Multicote® Agri para tomate en invernadero

kg/ha	Analisis*	Longevidad
2,500 - 4,000	17-9-27	8 meses

\* La fórmula más adecuada debe planearse considerando el tipo de suelo y la adición de composta u otro factor que pueda afectar el estado nutricional del suelo.



#### 4.1.4 Nutrición Foliar

La Nutrición Foliar es un método rápido y altamente eficiente para suplementar y enriquecer los nutrientes de las plantas cuando se necesita. La aplicación foliar de los fertilizantes Haifa solubles en agua, proporcionan los nutrientes que la planta necesita para un desarrollo normal del cultivo cuando la absorción de nutrientes del suelo es distribuida en el tiempo-preciso. La aspersión foliar es también una remedio de acción inmediato y un método efectivo para tratar las deficiencias de los nutrientes.

La aplicación Foliar de los nutrientes adecuados en relativamente bajas concentraciones en etapas críticas en el desarrollo de la cosecha, contribuye significativamente en altos rendimientos y calidad mejorada.

#### Determinar la concentración adecuada de aplicación foliar segura:

Para verificar la concentración segura bajo condiciones locales, es recomendable rociar en una pequeña proporción la dosis recomendada a unas cuantas plantas. Después de 3-4 días checar las plantas a prueba para detectar si no hay síntoma de quemazón.

#### Preparación del tanque:

Disolver los fertilizantes Haifa soluble en agua en casi a mitad del volumen de tanque, y añadirlo al rociado de tanque. Cuando se aplique junto con agentes protectores, la adición de los agentes humectantes no es necesaria. Para asegurar la compatibilidad de los componentes del tanque, se debe realizar una pequeña prueba a escala antes de la aplicación definitiva.

**Tabla 17:** Fertilizantes Haifa en agua soluble para aplicación del foliar:

Fertilizante	Tratamiento curable	Concentración recomendada
Haifa-Bonus™	Deficiencia de Potasio	1 % - 2 %
Haifa -MAP™	Deficiencia de fósforo	0.5 % - 1 %
Haifa -MKP™	Deficiencia de potasio y fósforo	0.5 % - 1 %
Magnisal®	Deficiencia de Magnesio	0.5 % - 0.75 %
Poly-Feed®	Deficiencia de N-P-K y micronutrientes	0.75 % - 1.5 %



## 4.2 Tomate bajo condiciones de hidroponía

### 4.2.1 Fertilizantes moleculares

Existen diferentes medios para el crecimiento del cultivo, con diferentes características químicas y físicas. Lo siguiente son recomendaciones de fertilización en general para hidroponía con cualquier medio de cultivo (sustrato).

**Solución Stock de Fertilizantes:** Una vez disueltos, no todos los fertilizantes son inter-compatibles unos con otros. Por lo tanto deben ser disueltos en dos tanques para fertilizantes: A y B, de acuerdo con su compatibilidad. Los fertilizantes que contienen fósforo (P) o azufre (S) deben ser disueltos en el tanque A, mientras que los fertilizantes que contienen calcio (Ca) o magnesio (Mg) deben ser disueltos en el tanque B. También los micronutrientes quelatados deben ser disueltos en el tanque B.

**La concentración de los fertilizantes en la solución stock** dependen de:

1. La temperatura ambiente (entre más alta la temperatura ambiente permite mayor concentración)
2. La tasa de inyección – cuantos litros de fertilizante debe ser inyectada en cada metro cúbico (1000 litros) de la irrigación del agua

Dividiendo la capacidad de inyección por un metro cúbico deberá ser la concentración de la solución del fertilizante. Si, por ejemplo, el inyector provee 5 L en cada metro cúbico del agua irrigada, multiplicar la dosis del fertilizante disuelto en el tanque por 200 ( $1000 \text{ L} / 5 \text{ L} = 200$ ).

### Ejemplo del régimen de la fertigración en tomates bajo condiciones de hidroponía.

El siguiente ejemplo fue preparado para adecuar las condiciones de Holanda (baja transpiración y baja CE del agua). Las dosis reducen considerable y proporcionalmente la concentración de los macronutrientes debido a la baja calidad del agua **prevaleciente bajo otras condiciones**.

**Tabla 18:** Base de datos de Nutrientes para tomates. Medio de crecimiento: lana de roca.

Parámetro	Solución nutriente (ppm)
CE (mS/cm)	2.6
N- NH <sub>4</sub>	16.6
N- NO <sub>3</sub>	223.9
P	46.5
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	145.5
K	371.5
Ca	216.5
Mg	58.3
S, total	140.9
SO <sub>4</sub>	422.8

**Tabla 19:** Fertilizantes hidrosolubles recomendados y sus proporciones, para preparar la solución arriba recomendada:

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	Nutrientes de plantas – Solución g/m <sup>3</sup>						
		NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
Nitrato de Amonio	50	8.5	8.5					
Multi-K <sup>®</sup>	400	52			152			
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	400				168			60
Haifa-Cal <sup>®</sup>	1150	178.2				218.5		
MgSO <sub>4</sub>	600						60	78
Haifa-MKP <sup>™</sup>	0			45.4	56			
<b>Total</b>		<b>238.7</b>	<b>8.5</b>	<b>45.4</b>	<b>376</b>	<b>218.5</b>	<b>60</b>	<b>138</b>

Manejo de la fertigación bajo un **sistema Italiano** para el cultivo de tomates en hidroponia:

NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
200	14	30	310	160	35	80

**Tabla 20:** Fertilizantes de agua soluble recomendados y su proporción para preparar una solución de fertilizante para el sistema Italiano arriba indicado:

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	Nutrientes de plantas – solución g/m <sup>3</sup>						
		NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
Nitrato de amonio	0							
Multi-K <sup>®</sup>	600	78			228			
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	200				84			30
Haifa-Cal <sup>®</sup>	850	131.7				161.5		
Magnisal <sup>®</sup>	0							
MgSO <sub>4</sub>	350						35	45
Haifa-MAP <sup>™</sup>	100		12	27				
Haifa-MKP <sup>™</sup>	0							
<b>Total</b>		<b>209.7</b>	<b>12</b>	<b>27</b>	<b>312</b>	<b>161.5</b>	<b>35</b>	<b>75.5</b>

El valor de CE debe mantenerse a ~ 2.07 mS/cm

\* Factores de conversión: P x 2.29 = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; K x 1.20 = K<sub>2</sub>O ; Ca x 1.40 = CaO ; Mg x 1.66 = MgO ; S x 3.00 = SO<sub>4</sub>

**Tabla 21:** Fertilizantes recomendados para tomates hidroponia (perlita, lana de roca, y NFT) en Florida (<http://edis.ifas.ufl.edu/CV216>):

Nutriente	Etapa de crecimiento				
	1	2	3	4	5
	Transplante a 1 <sup>er</sup> racimo	1 <sup>er</sup> a 2 <sup>o</sup> racimo	2 <sup>o</sup> a 3 <sup>er</sup> racimo	3 <sup>er</sup> a 5 <sup>o</sup> racimo	5 <sup>o</sup> racimo hasta su terminación
Concentración final de la solución de nutrientes (ppm) **					
N	70	80	100	120	150
P	50	50	50	50	50
K	120	120	150	150	200
Ca*	150	150	150	150	150
Mg*	40	40	40	50	50
S*	50	50	50	60	60

\* Las concentraciones de Ca, Mg, y S pueden variar dependiendo su contenido en el agua de riego y cantidad de ácido sulfúrico utilizado para acidificación.

\*\* 1ppm = 1mg/litro

**Tabla 22:** Fertilizantes hidrosolubles recomendados y sus proporciones para preparar soluciones en varias etapas de crecimiento desde el trasplante como se indica en la Tabla 21:

#### A. Trasplante a 1er racimo

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	150				63			23
Haifa-Cal <sup>®</sup>	500	77.5				95		
MgSO <sub>4</sub>	400						40	52
Haifa-MKP <sup>™</sup>	200			45.4	56			
Total		77.5	0	45.4	119	95	40	75

#### B. De 1<sup>er</sup> a 2o racimo

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	150	19.5			57			
Haifa-Cal <sup>®</sup>	500	77.5				95		
MgSO <sub>4</sub>	400						40	52
Haifa-MKP <sup>™</sup>	250			56.75	70			
Total		97	0	56.75	127	95	40	52

\* Factores de conversión: P x 2.29 = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; K x 1.20 = K<sub>2</sub>O ; Ca x 1.40 = CaO ; Mg x 1.66 = MgO ; S x 3.00 = SO<sub>4</sub>

#### C. De 2o a 3er racimo

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
Multi-K <sup>®</sup>	400	52			152			
Haifa-Cal <sup>®</sup>	500	77.5				95		
MgSO <sub>4</sub>	400						40	52
Haifa-MAP <sup>™</sup>	180		21.6	48.6				
Total		129.5	21.6	48.6	152	95	40	52

**D. De 3<sup>ero</sup> a 5o racimo**

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
Multi-K <sup>®</sup>	400	52			152			
Haifa-Cal <sup>®</sup>	500	77.5				95		
MgSO <sub>4</sub>	500						50	65
Haifa-MAP <sup>™</sup>	180		21.6	48.6				
Total		129.5	21.6	48.6	152	95	50	65

**E. De 5o racimo hasta su finalización**

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*	S*
Multi-K <sup>®</sup>	530	68.9			201.4			
Haifa-Cal <sup>®</sup>	500	77.5				95		
MgSO <sub>4</sub>	500						50	65
Haifa-MAP <sup>™</sup>	180		21.6	48.6				
Total		146.4	21.6	48.6	201.4	95	50	65

**Tabla 23:** Recomendaciones para tomates bajo hidroponía en invernadero, en **Israel**, de acuerdo a las etapas de crecimiento (NH<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> ratio=0.1- 0.2):

Etapa Fenológica	Concentración en la solución de irrigación (gotero) (ppm)				
	N	P*	K*	Ca*	Mg*
<b>Establecimiento y plantación</b>	120-150	40-50	180-220	100-120	40-50
<b>Floración</b>	150-180	40-50	220-270	100-120	40-50
<b>Cosecha y maduración</b>	180-200	40-50	270-300	100-120	50-80

\* Factores de conversión: P x 2.29 = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; K x 1.20 = K<sub>2</sub>O ; Ca x 1.40 = CaO ; Mg x 1.66 = MgO ; S x 3.00 = SO<sub>4</sub>

**Tabla 24:** Fertilizantes de agua soluble recomendados y sus proporciones para preparar soluciones como se indica en la Tabla 16 (arriba indicada):

**A. Establecimiento y plantación**

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*
Multi-K <sup>®</sup>	200-300	26-39	0	0	76-114	0	0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	250	0	0	0	105	0	0
Haifa-Cal <sup>®</sup>	520-600	81-93	0	0	0	99-114	0
MgSO <sub>4</sub>	400-500	0	0	0	0	0	40-50
Haifa-MAP <sup>™</sup>	150-180	0	18-22	41-49	0	0	0
Total		107-132	18-22	41-49	181-219	99-114	40-50

**B. Floración**

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*
Multi-K <sup>®</sup>	300-430	39-56	0	0	114-163	0	0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	250	0	0	0	105	0	0
Haifa-Cal <sup>®</sup>	520-600	81-93	0	0	0	99-114	0
Magnisal	100	11	0	0	0	0	9



MgSO <sub>4</sub>	<b>300-350</b>	0	0	0	0	0	30-35
Haifa-MAP™	<b>150-180</b>	0	18-22	41-49	0	0	0
<b>Total</b>		<b>131-160</b>	<b>18-22</b>	<b>41-49</b>	<b>219-268</b>	<b>99-114</b>	<b>39-44</b>

### C. Cosecha y maduración

Fertilizantes	g/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P*	K*	Ca*	Mg*
Multi-K®	<b>440-500</b>	57-65	0	0	167-190	0	0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<b>250</b>	0	0	0	105	0	0
Haifa-Cal®	<b>530-600</b>	82-93	0	0	0	101-114	0
Magnisal	<b>170</b>	19	0	0	0	0	15
MgSO <sub>4</sub>	<b>350-650</b>	0	0	0	0	0	35-65
Haifa-MAP™	<b>150-180</b>	0	18-22	41-49	0	0	0
<b>Total</b>		<b>158-177</b>	<b>18-22</b>	<b>41-49</b>	<b>272-295</b>	<b>101-114</b>	<b>50-80</b>

\* factores de conversión: P x 2.29 = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ; K x 1.20 = K<sub>2</sub>O ; Ca x 1.40 = CaO ; Mg x 1.66 = MgO ; S x 3.00 = SO<sub>4</sub>

#### 4.2.2 Fertilizantes Poly-Feed® de agua soluble y NPK

**Tabla 25:** Composición recomendada para soluciones nutritivas para tomates maduros hidroponía.

**A. En clima templado ó frío con baja radiación solar y agua blanda (e.g. Norte y Noreste de Europa, Norte de Francia, UK, Japon, Korea)**

<b>190</b>	<b>50</b>	<b>310</b>	<b>150</b>	<b>45</b>	<b>14-10-34+ME</b>	<b>1.1</b>

Algunos ácidos y el nitrato de calcio Haifa-Cal® deben ser añadidos para ajustar el pH y completar las necesidades del calcio.

**B. En climas calientes con alta radiación solar y agua dura (ejemplo Países como Medio Oriente, Mediterráneo)**

<b>170</b>	<b>45</b>	<b>225</b>	<b>105</b>	<b>40</b>	<b>17-10-27</b>	<b>1.0</b>

Algunos ácidos y el nitrato de calcio Haifa-Cal® deben ser añadidos para ajustar el pH y completar las necesidades del calcio.



## Apéndice I: Nutrigación™ (Fertigación)

El régimen balanceado de riego y nutrientes asegura un buen desarrollo través del ciclo de crecimiento. La aplicación del fertilizante de agua soluble de alta calidad a través del sistema de irrigación el cual es el método óptimo para proveer una nutrición balanceada a la planta a través de la temporada de crecimiento.

Un régimen balanceado de Nutrigación™ asegura que los nutrientes esenciales estén localizados en el sitio indicado donde está la actividad intensa de la raíz, y está disponible la cantidad exacta cuando la planta lo necesita.

### Consideraciones de la evaporación

La cantidad de agua requerida por aplicación puede ser determinada por el coeficiente de transpiración y datos de evaporación del tanque clase A. Por ejemplo, las lecturas de la evaporación promedio en la parte central de Israel, expresadas en mm/día, están dadas en la siguiente Tabla 26:

**Tabla 26:** Proporciones de evaporación del Tanque Clase A en la región central de Israel (mm/día)

Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
4.4	5.9	6.8	6.9	6.6	5.7	4.3	3.0

Las plantas normalmente se ven menos afectadas que las que están expuestas al tanque ante las condiciones climáticas prevalecientes, tales como: sol, viento, humedad, etc., y transpirará menos agua. Un ejemplo, el porcentaje de transpiración de los tomates, conocida como *coeficiente de transpiración*, ilustrada en in Tabla 27. El coeficiente se incrementa de acuerdo a la etapa de crecimiento de la planta mientras la temporada de crecimiento evoluciona.

**Tabla 27:** Coeficientes de transpiración en tomates, de acuerdo a las etapas de crecimiento.

Etapa de crecimiento	Trasplante –Floración	Floración – Amarre	Amarre - Cosecha
Coeficiente de Transpiración	0.4	0.6	0.8

El siguiente ejemplo sobre la cantidad de agua de irrigación, calculada de la colección de datos en la pérdida de evaporación del tanque A y multiplicado por la transpiración de coeficiente como se muestra en la Tabla 28.

**Tabla 28:** Ejemplo del consumo de agua para tomate en campo abierto, en Israel.

Etapa de crecimiento	Mes	Tasa de Evaporación, (mm/día)	Coeficiente de Transpiración	Pérdidas de agua* (mm/día)	Cantidad de agua requerida para el riego (m <sup>3</sup> /ha/día)
Floración	May	5.9	0.4	2.36	23.6
Amarre	June	6.8	0.6	4.08	40.8
Cosecha	July	6.9	0.8	5.52	55.2

\* - Vía transpiración.

El ciclo de irrigación no es diario, entonces la cantidad diaria debe multiplicarse por el número de días entre los ciclos de irrigación mostrados en la Tabla 29.

**Tabla 29:** Ejemplo de la cantidad requerida de agua para tomates de crecimiento en el exterior.

	Mes	Cantidad de agua requerida por día (m <sup>3</sup> /ha)	Ciclo de Riego (días)	Cantidad de Agua/riego por ciclo (m <sup>3</sup> /ha)
Floración	Mayo	23.6	3	71
Cuaje	Junio	40.8	5	204
Cosecha	Julio	55.2	4	222

## Apéndice II: Guía para el análisis de la planta

### Rangos de suficiencia de nutriente

(Fuente: A & L, Manual de Agronomía, Ankerman & Large, Eds.)

	N	P	K	Mg	Ca	S	Na	B	Zn	Mn	Fe	Cu	Al
	%							ppm					
De	3.00	0.30	2.50	0.50	2.00	0.50	0.01	40	35	100	100	8	20
A	6.00	0.80	5.00	1.00	6.00	0.90	0.01	60	50	200	200	20	200

### Muestreo de la planta

	Etapas de crecimiento	Parte de la planta a probar	No. de hojas o plantas por muestra
Tomates en campo abierto	Antes de ó durante la etapa de floración temprana	3 <sup>r</sup> o 4 <sup>o</sup> hoja de punta de crecimiento	20-25
Tomates en Invernadero	Antes ó durante la cuaja	<u>Plantas jóvenes:</u> hojas adyacentes a 2o y 3er racimo	20-25
		<u>Hojas maduras:</u> hojas de 4o y 6o racimo	20-25

# Apéndice III: La especialidad de los fertilizantes Haifa

## Pionero en Soluciones

Haifa desarrolla y produce productos como el Nitrato de Potasio, Fertilizantes Solubles para Nutrigation™, aplicaciones foliares, y Fertilizantes de Liberación Controlada. Las soluciones Agrícolas de Haifa maximizan el rendimiento de las entradas dadas de la tierra, agua y nutrientes para la planta en diversas prácticas agrícolas. Con esquemas innovadores para la nutrición de las plantas y métodos de aplicación altamente eficientes, las soluciones de Haifa proporcionan una nutrición balanceada a la planta a una dosificación precisa, así como lugar preciso. Por último, provee máxima eficiencia, óptimo desarrollo de la planta y minimiza pérdidas que afecten el medio ambiente.

### Nitrato de Potasio

Los productos de Nitrato de Potasio de Haifa representan un recurso único de potasio, debido a su valor nutricional y la contribución al rendimiento y salud de la planta. El Nitrato de Potasio tiene propiedades distintivas tanto químicas como físicas, que son benéficas para el medio ambiente. Haifa ofrece una amplia gama de productos de nitrato de potasio para Nutrigación™, aplicaciones foliares, vestir a la fertilización de acción controlada. Los productos de nitrato de potasio de Haifa están avalados bajo la marca Multi-K®.

#### Productos de la línea Multi-K®

##### Pure Multi-K®

Multi-K® Classic	Nitrato de potasio cristalino (13-0-46)
Multi-K® Prills	Nitrato de potasio granulado (13-0-46)

##### Special Grades

Multi-K® GG	Nitrato de Potasio grado invernadero (13.5-0-46.2)
Multi-K® pHast	Nitrato de Potasio bajo pH (13.5-0-46.2)
Multi-K® Top	Nitrato de Potasio grado hidropónico (13.8-0-46.5)

##### Productos Enriquecidos

Multi-npK®	Enriquecidos con fosfato; cristalino o granulado
Multi-K® Mg	Enriquecidos con magnesio; cristalino o granulado
Multi-K® Zn	Enriquecido con zinc; cristalino
Multi-K® S	Enriquecido con sulfato; cristalino
Multi-K® B	Enriquecido con boro; cristalino o granulado
Multi-K® ME	Enriquecido con magnesio y micronutrientes; cristalino

## Nutrigación™

La Nutrigación™ (Fertirrigación) es el sistema bajo el cual se entregan nutrientes a las plantas a través del sistema de riego, suministrando los nutrientes puros a la planta precisamente al área de mayor actividad intensiva de la raíz. Los programas de Nutrigación de Haifa están bien balanceados y proveen los nutrientes exactos de acuerdo a los cambios estacionales. Décadas de experiencia en la producción y aplicación de fertilizantes especializados para la Nutrigación han hecho de Haifa una compañía líder en el campo. Haifa se mantiene constantemente activo con investigaciones científicas contemporáneas y agrícolas, para continuar mejorando su amplia línea de productos conforme a los requerimientos de los cultivos y cuidando del medio ambiente.

HAIFA ofrece un amplio rango de fertilizantes sólido soluble para Nutrigación™. Todos los productos contienen solamente nutrientes puros para las plantas y están libres de sodio y cloruro.

<b>Multi-K®</b>	Amplia línea de productos a base de Nitrato de potasio (grados de pureza y enriquecidos)
<b>Poly-Feed®</b>	NPK's soluble enriquecidos con nutrientes secundarios y micronutrientes
<b>Haifa MAP</b>	Fosfato Monoamónico
<b>Haifa MKP</b>	Fosfato Monopotásico
<b>Haifa CAL</b>	Nitrato de Calcio
<b>Magnisal®</b>	El original nitrato de manesio original hojuelado
<b>Haifa Micro</b>	Micronutrientes quelatados
<b>Haifa VitaPhos-K™</b>	Polyfosfatos para Nutrigación™ en cultivos sin suelo, evita la precipitación de fosfatos.
<b>Haifa ProteK</b>	Fertilizante PK sistémico

## Nutrición Foliar

Una nutrición foliar provee una nutrición rápida, suplementaria que asegura altos rendimientos y es un método ideal bajo ciertas condiciones de crecimiento en los cuales la absorción de nutrientes del suelo es ineficiente, o para cultivos de ciclo corto. La aplicación foliar bajo estaciones críticas precisas también proveen un rápido modo de acción y efectivo método para el tratamiento de deficiencias nutricionales. .

La aplicación foliar de los nutrientes correctos y en relativamente bajas concentraciones en etapas críticas del desarrollo del cultivo contribuye significativamente a aumentar los rendimientos y mejorar la calidad. Haifa ofrece una selecta línea de fertilizantes para aplicaciones foliares:

**Haifa Bonus** Fórmula alta en K enriquecida con un coadyuvante especial para mayor absorción y acción prolongada.

**Poly-Feed® Foliar** Fórmulas NPK con micronutrientes especialmente diseñadas para aumentar las cualidades del cultivo durante etapas específicas.

**Magnisal®, Haifa MAP, Haifa MKP, Haifa CAL** y **Haifa Micro** también están disponibles para aplicación foliar.

## Nutrición de Liberación Controlada



Multicote®, Amplia línea de fertilizantes de Liberación Controlada de Haifa, incluyen productos que se aplican a la agricultura, horticultura, ornamentales y césped. Los productos de la línea Multicote® proveen una nutrición balanceada de acuerdo a las necesidades a través del ciclo de crecimiento del cultivo. Los productos Multicote promueven el desarrollo de la planta, mejorando su eficiencia del uso de los nutrientes, ahorro en las labores y minimizando el impacto ambiental.

Una sola aplicación de fertilizantes de liberación controlada puede proveer cuidadosamente los requerimientos nutricionales del cultivo durante todo el ciclo o una determinada etapa del mismo los fertilizantes de liberación controlada están formulados para alimentar en forma continua a la planta con un máximo aprovechamiento de los nutrientes. Permitiendo un ahorro en las labores y en los costos de aplicación. Asimismo su aplicación es independiente del sistema de riego y no requiere un equipo sofisticado.

Tomando ventaja de la tecnología del polímero, Haifa produce esta línea Multicote® de liberación controlada.

### **Línea Multicote® Products**

**Multicote®** para viveros forestales y ornamentales; Fórmulas NPK con longevidades de liberación que van de los 4, 6, 8, 12 y 16 meses

**Multicote® Agri / Multigro®** para Agricultura y Horticultura

**CoteN™** N de liberación controlada para mezclas físicas y cultivos extensivos.

**Multicote® Turf / Multigreen®** para campos de golf y campos deportivos, paisajismo, áreas recreativas doméstica y públicas

## Apéndice IV: Tablas de Conversión

De	a	Multiplicar por	De	a	Multiplicar por
P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.29	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	0.44
P	PO <sub>4</sub>	3.06	PO <sub>4</sub>	P	0.32
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.98	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.38
K	K <sub>2</sub> O	1.20	K <sub>2</sub> O	K	0.83
Ca	CaO	1.40	CaO	Ca	0.71
Mg	MgO	1.66	MgO	Mg	0.60
S	SO <sub>3</sub>	2.50	SO <sub>3</sub>	S	0.40
S	SO <sub>4</sub>	3.00	SO <sub>4</sub>	S	0.33
N	NH <sub>4</sub>	1.28	NH <sub>4</sub>	N	0.82
N	NO <sub>3</sub>	4.43	NO <sub>3</sub>	N	0.22

1 meq	Peso equivalente (mg)	1 mmol	Peso equivalente (mg)	Peso del ion
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	14 mg N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	14 mg N	18 mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14 mg N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14 mg N	62 mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	31 mg P	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	31 mg P	71 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	31 mg P	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	31 mg P	35,5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15.5 mg P	K <sup>+</sup>	39 mg K	47 mg K <sub>2</sub> O
K <sup>+</sup>	39 mg K	Ca <sup>2+</sup>	40 mg Ca	28 mg CaO
Ca <sup>2+</sup>	20 mg Ca	Mg <sup>2+</sup>	24 mg Mg	20 mg MgO
Mg <sup>2+</sup>	12 mg Mg	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	32 mg S	48 mg SO <sub>4</sub>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	16 mg S	Na <sup>+</sup>	23 mg Na	-
Na <sup>+</sup>	23 mg Na	Cl <sup>-</sup>	35.5 mg Cl	-

De	A	Multiplicar por	De	A	Multiplicar por
Acre	Hectárea	0.405	Hectarea	Acre	2.471
Kilogrami	Lbs	2.205	Lbs	Kilogramo	0.453
Gramo	Onza	0.035	Onza	Gramo	28.35
Ton corta	MT	0.907	MT	Ton corta	1.1
Galón (US)	Litros	3.785	Litros	Galón (US)	0.26
kg/Ha	Lbs/acre	0.892	Lbs/acre	kg/Ha	1.12
MT/Ha	Lbs/acre	892	Lbs/acre	MT/Ha	0.001

