

# La fertirrigación del tomate y del pimiento grueso

Fertilización localizada y control de la nutrición

Uno de los aspectos más importantes en el crecimiento de una planta es hacer correctamente el suministro de nutrientes minerales. Este artículo detalla, paso a paso, la cantidad de nutrientes a aportar en el caso del tomate y pimiento y los métodos de control para evaluar posibles carencias o excesos nutricionales.

**Luis Rincón Sánchez.**

Jefe de la Unidad de Investigación y Desarrollo de Recursos. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA) Estación Sericícola. Murcia.

**E**l crecimiento de las plantas depende, además, de la iluminación y de la temperatura, de la disponibilidad de agua y del suministro de nutrientes minerales. Cuando el suministro de uno (o más) de los elementos esenciales es insuficiente, se produce una reducción en el crecimiento, situación frecuente en condiciones naturales y que es la razón de la práctica agrícola de la fertilización. Todos los programas de fertilización deben establecerse sobre la base de los siguientes conocimientos: requerimientos de nutrientes por la planta, características del suelo, clima, interacciones entre fertilizantes y economía.

La fertirrigación es una técnica de cultivo en la que se aportan los nutrientes disueltos en el agua de riego, teniendo como ventajas más destacables: la aplicación combinada de agua, fertilizantes y plaguicidas con alta precisión y uniformidad, la mejora de la distribución y el control del agua y nutrientes en el suelo y la posibilidad de aplicar el agua y los nutrientes durante el ciclo de cultivo de acuerdo con la demanda de la planta.

La fertirrigación permite atender de forma continua la nutrición de la planta, lo que implica un cambio total en los conceptos de nutrición hídrica y mineral de los cultivos respecto a la fertilización tradicional, habiéndose comprobado en numerosos trabajos y distintas condiciones, que el rendimiento y calidad de cosecha son mejorados. En el contexto económico actual, la fertirrigación debe plantearse con dos objetivos principales: 1) consecución de la producción óptima, entendiendo por producción óptima aquella que produce los rendimientos económicos más altos y no la que induce a la mayor producción en valor absoluto y 2) producir el mínimo riesgo de contaminación ambiental.

Las informaciones más importantes para el uso óptimo de la fertirrigación son la absorción de nutrientes

por el cultivo en función del tiempo (curva de absorción) y la correspondiente a las condiciones del volumen de suelo donde se concentran las raíces de la planta (bulbo húmedo), en donde adquieren la máxima importancia las características físico-químicas. A este respecto, equilibrio, concentración e interacción entre nutrientes, son las variables a optimizar a nivel suelo para que la absorción por la planta se produzca de forma equilibrada, evitando deficiencias o excesos que mermen el rendimiento.

## Práctica de la fertirrigación

Entre otras, la información necesaria más importante para programar la fertirrigación se centra en tres puntos: necesidades nutritivas de los cultivos en función del tiempo (curva de absorción) y su distribución en el ciclo de cultivo; características del suelo (fertilidad y salinidad); y calidad del agua de riego.

### Absorción de nutrientes por los cultivos. Curvas de absorción

#### • Tomate

La figura 1 muestra las curvas de absorción de macronutrientes del tomate de invernadero de crecimiento indeterminado. Para una producción entre 15 y 20 kg/m<sup>2</sup> las cantidades totales absorbidas son de: 430 kg/ha de N, 130 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 630 kg/ha de K<sub>2</sub>O, 340 de Ca y 120 de Mg (Rincón et al., 1990). Expresadas en kg/ha de nutriente por tonelada de fruto comercial ascienden a: 3 de N, 1 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5 de K<sub>2</sub>O, 2,5 de Ca y de 1,0 de Mg. De las cantidades totales extraídas, los frutos exportan la mayor parte de nitrógeno (65%), fósforo (70%) y potasio (65%), siendo las hojas y pecíolos las que acumulan la mayor cantidad de calcio (76%) y magnesio (60%).



**FIGURA 1. Curvas de absorción de macronutrientes del tomate de invernadero.**



**FIGURA 2. Curvas de absorción del pimiento grueso de invernadero.**



- Pimiento

La figura 2 presenta las curvas de absorción de macronutrientes del pimiento grueso de invernadero variedad Lamuyo (Rincón et al., 1995). Las extracciones totales para una producción de 10 kg/m<sup>2</sup> ascienden a: 325 kg/ha de N, 120 kg/ha de P2O5, 520 kg/ha de K2O, 120 kg/ha de Ca y 60 kg/ha de Mg. Expresadas en kg/ha de nutriente por tonelada de fruto comercial son: 3,75 de N, 1,25 de P2O5, 5,7 de K2O, 2,2 de Ca y 1,0 de Mg. De las cantidades totales extraídas, los frutos exportan la mayor parte de nitrógeno (64%) y fósforo (77%), siendo las hojas las que acumulan la mayor cantidad de calcio (79%) y magnesio (52%). El potasio es acumulado prácticamente en partes iguales por frutos y resto de órganos vegetativos.

#### Abonado de preplantación

- Con carácter orientativo, en los suelos de invernadero aportar las cantidades necesarias de estiércol bien fermentado para elevar el porcentaje de materia orgánica (según directrices económicas al efecto) o para mantenerlo en torno al 3%. En cultivos al aire libre aportar por término medio 20 toneladas por hectárea de estiércol bien fermentado, tratando de que el porcentaje de materia orgánica del suelo de cultivo no sea inferior al 1,5%.
- Cuando el análisis de suelo presente niveles bajos de algún nutriente, principalmente de fósforo y/o potasio, conviene elevar

la riqueza de dichos nutrientes a valores óptimos. Dichos abonos se aportarán en preplantación junto con el estiércol. Para elevar la riqueza de fósforo y potasio en el suelo, establecer un plan de enmienda para años sucesivos.

#### Cantidades de nutrientes aportados por el agua de riego

Todas las aguas de riego llevan en disolución cantidades distintas de nutrientes, principalmente nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), que deben ser detraídas de las cantidades totales a aportar. Estas cantidades se calculan según las expresiones siguientes:

$$\text{N (kg/ha)} = \text{Volumen total de agua aportada (m}^3/\text{ha}) \times \text{concentración de nitratos (mg/l)} \times 0,2258 \times 10^{-3}$$

$$\text{Ca (kg/ha)} = \text{Volumen total de agua aportada (m}^3/\text{ha}) \times \text{concentración de Ca (mg/l)} \times 10^{-3}$$

$$\text{Mg}^{2+} (\text{kg/ha}) = \text{Volumen total de agua aportada (m}^3/\text{ha}) \times \text{concentración de Mg}^{2+} (\text{mg/l}) \times 10^{-3}$$

Con carácter general, todas las aguas que lleven en disolución como mínimo 1,5 meq/l de Ca y 1 meq/l de Mg aportan suficiente calcio y magnesio para compensar la absorción por el tomate y el pimiento grueso, no requiriéndose en teoría hacer aportación alguna. No obstante, debido al elevado grado de lavado del calcio y del magnesio en el suelo, a la elevada sensibilidad del tomate y del pimiento grueso a la deficiencia de calcio (blossom end rot) y a la elevada absorción en fases vegetativas con elevada acumulación de biomasa, es recomendable hacer aportaciones preventivas de Ca y Mg durante todo el periodo de engorde y recolección de frutos para evitar deficiencias, siendo las cantidades orientativas medias a reponer del 50% de las extracciones totales.

#### Cantidades necesarias de nutrientes y distribución en el ciclo de cultivo

La cantidad de nutrientes para llevar a la planta a elevadas producciones constituye un criterio orientativo de las exigencias nutritivas del cultivo. No obstante, diversos factores intervienen directamente en la demanda de nutrientes y en el ritmo de absorción, entre los que cabe citar: condiciones climáticas de cultivo (aire libre o invernadero), material vegetal (variedades), agua de riego (calidad) y técnica de cultivo. La curva de absorción de nutrientes debe expresar los resultados para óptimos rendimientos de cosecha (económicos en el equilibrio producción-calidad) y no para máximas producciones.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que las extracciones que realiza el cultivo no son coincidentes con las cantidades de fertilizantes que se deben aportar; por dos razones principales: a) una parte (a veces importante) de los nutrientes absorbidos por la planta son aportados por el agua de riego o el suelo y b) ciertos fertilizantes sufren en el suelo una serie de transformaciones disminuyendo su eficacia. Del balance de pérdidas y ganancias resultarán las cantidades de nutrientes que deben reponerse.

Partiendo de las extracciones totales de nutrientes del cultivo en función del tiempo (figuras 1 y 2) y teniendo en cuenta la cosecha esperada, las cantidades aportadas por el agua de riego y el suelo, las pérdidas no controlables (por lixiviación y retrogradación de nutrientes) así como las cantidades de Ca y Mg necesarias para prevenir carencias, las cantidades netas de nutrientes para la fertirrigación del tomate durante el ciclo de cultivo y distintas fechas de plantación se presentan en las tablas 1 y 2 (adaptación de Rincón et al., 1990). Las tablas 3 y 4 muestran las cantidades periódicas necesarias de nutrientes para la fertirriga-

**CUADRO I. FERTILIZANTES DE MACROELEMENTOS PARA FERTIRRIGACIÓN.  
CARACTERÍSTICAS Y MEZCLA**

Sal fertilizante	Fórmula	Riqueza	Pm	Peq	Reacción	Solubilidad (g/l)
						15°C 20°C 30°C
Nitrato amónico	NO3NH4	N-33.5%	53.5	53.5	Ácida	2400 3440
Sulfato amónico	SO4(NH4)2	N-21% S-24%	132.15	66.1	Ácida	742 780
Nitrato cálcico	(NO3)2Ca.4H2O	N-15.5% Ca-17%	236.2	118.1	Básica	1130 1526
Fosfato monopotásico	PO4H2K	P205-53% K-34%	120	120.1	Básica	200 285
Fosfato monoamónico	PO4H2NH4	P205-61% N-11%	115	115.04	Ácida	333 480
Nitrato potásico	NO3K	K20-46% N-13%	101.1	101.1	Neutra	257 460
Sulfato de potasio	SO4K2	K20-50% S-18%	174.3	87.13	Ácida	102 130
Nitrato de magnesio	Mg (NO3)2 . 6H2O	N-11% Mg-9.5%	256.3	128.2	Neutra	400 600
Sulfato de magnesio	SO4Mg.7H2O	Mg-10% S-13%	246.5	123.25	Ácida	332 409
Ácido nítrico 5%	NO3H	N-12.6%	63	63	Muy ácida	Líquido
Ácido fosfórico	PO4H3	P205-52%	115.04	115.04	Muy ácida	Líquido

ción del pimiento grueso de invernadero y aire libre, respectivamente (adaptación de Miller et al., 1979 y Rincón et al., 1995).

## Fertilizantes más utilizados y cantidades

### Fertilizantes específicos para fertirrigación

Los fertilizantes para fertirrigación pueden ser sólidos y líquidos. Las dos características más importantes que deben de reunir los fertilizantes sólidos para ser utilizados en fertirrigación son: a) ser altamente solubles, es decir, que el residuo seco a 15 °C sea menor del 0,5%; b) que contengan altas concentraciones en elementos nutritivos. Los abonos sólidos básicos de macronutrientes más utilizados en fertirrigación y sus características se resumen en el cuadro I.

Muchos otros tipos de fertilizantes sólidos y líquidos son comercializados y objeto de utilización en fertirrigación, encontrándose descritos en el Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales (Carlos de Liñán, 2002).

En las instalaciones donde el número de tanques de soluciones nutritivas madre (concentradas) es inferior al número de fer-

tizantes distintos utilizados, requiere mezclarlos o más fertilizantes en el mismo depósito. Saber si se pueden o no mezclar entre ellos evita reacciones y precipitados que pueden producir obturaciones en los goteros. El cuadro II muestra los fertilizantes que se pueden o no mezclar.

## Cantidades de fertilizantes a reponer periódicamente

Basándose en las cantidades necesarias de nutrientes para la fertirrigación del tomate y pimiento grueso (tablas 1, 2, 3 y 4) y seleccionando los fertilizantes: nitrato amónico, fosfato monopotásico, nitrato potásico, nitrato cálcico y sulfato de magnesio, se han deducido las cantidades de fertilizantes a reponer diariamente en cada intervalo de tiempo. Las tablas 5 y 6 muestran las cantidades de fertilizantes necesarias para la fertirrigación del tomate de invernadero y las tablas 7 y 8 para el pimiento grueso de invernadero y aire libre respectivamente.

## Control de la nutrición

De todos los órganos vegetativos de la planta, las hojas han mostrado ser las que dan una información precisa de la absorción de nutrientes, siendo muy sensibles a los cambios en el medio nutritivo. Son el indicador del nivel de disponibilidad de nutrientes por la planta. El contenido mineral en hoja presenta distintos niveles según estado fenológico; en el período de cuajado de la floración correspondiente a la primera división del tallo, los contenidos de N, P y K en hoja presentan los valores más elevados. Posteriormente, el aumento de actividad vegetativa produce una ligera disminución en el porcentaje, que tiende a mantenerse constante en período de mayor producción de frutos. Los porcentajes de Ca y Mg tienen tendencia creciente, tomando los valores más altos al final del período de cultivo. La tabla 9 presenta los niveles medios de nutrientes y la tabla 10 muestra los intervalos medios del contenido medio foliar en distintas fases vegetativas del cultivo.

## Consideraciones relativas a la fertirrigación

Existen ciertas consideraciones que debemos conocer a la hora de poner en práctica la fertirrigación:

- Aportar los fertilizantes en cada riego, evitando acumulaciones que puedan dar lugar a concentraciones elevadas de uno o más nutrientes, lo que podría producir antagonismos o sinergismos entre nutrientes en el suelo (tabla 11).

- Ajustar la dosis de riego a las características del suelo, evitando pérdidas por percolación en profundidad que produzcan arrastre de nutrientes y, consecuentemente, desequilibrios en la concentración mineral del suelo. Nitrógeno, calcio y magnesio se desplazan en profundidad junto con el agua de riego, mientras que el potasio es desplazado a los bordes de los bulbos humede-

**CUADRO II. MEZCLAS DE FERTILIZANTES**

Nitrato amónico	Sulfato amónico	Nitrato cálcico	Nitrato potásico	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Ácido fosfórico	Sulfato potásico	Sulfato magnésico	Complejos NPK
-	S	N	S	X	X	X	S	S	N
S	-	N	N	N	N	N	S	N	S
N	N	-	X	N	N	N	N	N	N
S	S	X	-	S	S	S	S	S	S
X	X	N	S	-	S	S	S	S	X
X	X	N	S	S	-	S	S	S	N
X	X	N	S	S	S	-	S	X	X
S	S	N	S	S	S	S	-	S	X
S	S	N	S	S	S	X	S	-	X
N	S	N	S	X	N	X	X	-	-

N: No se pueden mezclar. S: Si se pueden mezclar. X: Se pueden mezclar en el momento de su empleo.

**TABLA 1. CANTIDADES NETAS DE NUTRIENTES A REPONER EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL TOMATE INVERNADERO.  
PLANTACIÓN 1-15 DE SEPTIEMBRE.**

INTERVALO Días después del trasplante	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha y período K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
0-15	3	1	5	—	—
15-30	5	2	10	—	—
30-45	7	3	15	—	—
45-60	10	4	20	—	—
60-75	15	5	25	—	—
75-90	20	10	35	5	—
90-105	30	10	50	10	—
105-120	35	10	55	12	4
120-135	40	12	60	15	5
135-150	40	12	60	15	6
150-165	40	12	60	15	6
165-180	40	12	60	15	6
180-195	35	12	55	15	6
195-210	35	10	55	15	6
210-225	35	5	45	12	5
225-240	25	5	35	10	5
240-255	15	5	25	8	5
<b>TOTAL</b>	<b>430</b>	<b>130</b>	<b>670</b>	<b>147</b>	<b>54</b>

**TABLA 2. CANTIDADES DE NUTRIENTES NECESARIOS A REPONER  
EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL TOMATE DE INVERNADERO.  
PLANTACIÓN 1-15 DE FEBRERO**

INTERVALO Días después del trasplante	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha y período K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
0-15	15	5	20	—	—
16-30	20	7	25	—	—
31-45	25	10	30	—	—
45-60	30	12	40	—	—
61-75	35	12	50	10	5
76-90	40	12	60	15	6
91-105	40	12	70	15	6
106-120	40	12	70	15	6
121-135	40	10	70	15	6
136-150	40	10	60	15	6
151-165	35	8	50	15	6
166-180	30	6	35	15	5
180-195	25	4	30	10	4
<b>TOTAL</b>	<b>415</b>	<b>120</b>	<b>610</b>	<b>125</b>	<b>50</b>

**TABLA 3. CANTIDADES DE NUTRIENTES NECESARIOS A REPONER  
EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL PIMIENTO GRUESO DE INVERNADERO.  
PLANTACIÓN 1-15 DE DICIEMBRE.**

INTERVALO Días después del trasplante	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha y período K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
0-15	5	1	5	—	—
15-30	10	2	10	—	—
30-45	10	3	15	—	—
45-60	15	4	20	—	—
60-75	15	8	25	5	1
75-90	20	8	30	5	2
90-105	25	10	40	10	3
105-120	30	10	45	10	4
120-135	35	12	50	10	4
135-150	35	12	50	10	4
150-165	35	12	50	15	5
165-180	35	12	50	15	5
180-195	30	10	50	10	5
195-210	30	10	45	10	4
210-225	25	6	45	5	3
225-240	20	5	40	5	2
<b>Total</b>	<b>375</b>	<b>125</b>	<b>570</b>	<b>110</b>	<b>42</b>

**TABLA 4. CANTIDADES NECESARIAS DE NUTRIENTES A REPONER  
EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL PIMIENTO GRUESO AL AIRE LIBRE.  
PLANTACIÓN DE PRIMAVERA.**

INTERVALO Días después del trasplante	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg/ha y período K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
0-15	10	2	5	—	—
15-30	10	5	10	—	—
30-45	15	10	15	—	—
45-60	20	10	25	—	—
60-75	25	10	30	5	3
75-90	25	10	40	6	4
90-105	25	8	40	8	5
105-120	20	8	40	8	6
120-135	15	6	35	8	6
135-150	10	6	30	5	3
<b>TOTAL</b>	<b>175</b>	<b>75</b>	<b>270</b>	<b>40</b>	<b>27</b>



- El sulfato potásico mejora la calidad y la conservación de las cosechas
- Aumenta el rendimiento y la resistencia a enfermedades, sequías y heladas.
- Facilita la formación de los órganos de la planta ricos en azúcares y agua.
- Proporciona una mayor firmeza y una mayor coloración.
- Favorece el aumento y la homogeneidad de los calibres.
- Evita riegos para las plantas sensibles o poco tolerantes al cloro.
- Solucros es un fertilizante ácido cuya pureza y solubilidad le hacen especial para la fertirrigación.



Centro de Servicio Técnico: +34 96 100 00 00 | Email: [tecnico@solucros.com](mailto:tecnico@solucros.com)



**Solucros**  
Su cultivo se lo agradecerá

Centro de Servicio Técnico: +34 96 100 00 00 | Email: [tecnico@solucros.com](mailto:tecnico@solucros.com)

Potasas y Derivados, división de Tessenderlo Chemie España TCE, S.A.

**TABLA 5. CANTIDADES DIARIAS DE FERTILIZANTES A APORTAR POR HA EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL TOMATE DE INVERNADERO. PLANTACIÓN 1-15 DE SEPTIEMBRE**

INTERVALO. Días después del trasplante	Nitrato amónico	Fosfato Monopotásico	kg/ha y día Nitrato Potásico	Nitrato Cálcico	Sulfato de magnesio
0-15	0,4	0,1	0,6	—	—
15-30	0,5	0,3	1,3	—	—
30-45	0,7	0,4	1,9	—	—
45-60	1,0	0,5	2,5	—	—
60-75	1,8	0,6	3,1	—	—
75-90	1,5	1,3	4,1	2,0	0,5
90-105	1,7	1,3	6,3	3,9	1,0
105-120	2,1	1,3	7,0	4,7	1,7
120-135	2,3	1,5	7,6	5,9	2,1
135-150	2,3	1,5	7,6	5,9	2,5
150-165	2,3	1,5	7,6	5,9	2,5
165-180	2,3	1,5	7,6	5,9	2,5
180-195	1,6	1,5	6,8	5,9	2,5
195-210	1,5	1,3	7,0	5,9	2,5
210-225	2,4	0,6	6,0	4,7	2,1
225-240	1,4	0,6	4,6	3,9	2,1
240-255	0,3	0,6	3,1	3,1	2,1

**TABLA 6. CANTIDADES DIARIAS DE FERTILIZANTES A APORTAR POR HA EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL TOMATE DE INVERNADERO. PLANTACIÓN 1-15 DE ENERO**

INTERVALO. Días después del trasplante	Nitrato amónico	Fosfato Monopotásico	kg/ha y día Nitrato Potásico	Nitrato Cálcico	Sulfato de magnesio
0-15	2,0	0,6	2,4	—	—
15-30	2,7	1,3	3,4	—	—
30-45	2,9	1,5	5,4	—	—
45-60	4,1	1,9	7,3	—	—
60-75	4,0	1,9	8,0	—	—
75-90	3,8	1,9	8,7	3,9	0,5
90-105	4,3	1,5	9,0	4,7	1,0
105-120	4,3	1,5	9,0	4,7	3,3
120-135	3,8	1,3	9,2	5,5	2,5
135-150	3,4	1,3	7,7	5,5	2,1
150-165	2,6	1,0	6,5	3,9	1,7
165-180	2,4	0,8	4,5	3,9	1,3
180-195	1,0	0,6	3,9	3,1	1,3

**TABLA 7. CANTIDADES DIARIAS DE FERTILIZANTES A APORTAR POR HA EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL PIMIENTO GRUESO DE INVERNADERO. PLANTACIÓN 1-15 DE DICIEMBRE**

INTERVALO. Días después del trasplante	Nitrato amónico	Fosfato Monopotásico	kg/ha y día Nitrato Potásico	Nitrato Cálcico	Sulfato de magnesio
0-15	0,8	0,1	0,6	—	—
15-30	1,5	0,3	1,3	—	—
30-45	1,3	0,4	1,9	—	—
45-60	2,0	0,5	2,5	—	—
60-75	1,3	1,0	2,9	1,2	0,4
75-90	2,0	1,0	3,6	1,2	0,4
90-105	2,4	1,3	4,8	1,6	0,8
105-120	3,1	1,3	5,6	1,6	0,8
120-135	3,3	1,5	6,1	2,7	1,0
135-150	3,3	1,5	6,1	2,7	1,0
150-165	3,3	1,5	6,1	2,7	1,3
165-180	3,3	1,5	6,1	2,7	1,3
180-195	2,3	1,3	6,3	2,7	1,3
195-210	2,5	1,3	5,6	2,7	1,3
210-225	1,8	0,8	6,0	2,0	0,8
225-240	1,0	0,6	5,3	2,0	0,8

**TABLA 8. CANTIDADES DIARIAS DE FERTILIZANTES A APORTAR POR HA EN LA FERTIRRIGACIÓN DEL PIMIENTO GRUESO AL AIRE LIBRE. PLANTACIÓN DE PRIMAVERA**

INTERVALO. Días después del trasplante	Nitrato amónico	Fosfato Monopotásico	kg/ha y día Nitrato Potásico	Nitrato Cálcico	Sulfato de magnesio
0-15	1,8	0,3	0,5	—	—
15-30	1,6	0,6	1,0	—	—
30-45	2,5	1,3	1,2	—	—
45-60	2,9	1,3	2,7	—	—
60-75	2,7	1,3	3,4	2,0	1,3
75-90	2,0	1,3	4,8	2,4	1,7
90-105	1,6	1,0	5,0	3,1	2,1
105-120	0,6	1,0	5,0	3,1	2,5
120-135	—	0,8	4,5	3,1	2,5
135-150	—	0,8	3,8	2,0	1,3

cidos por los goteros. El fósforo se queda en zonas cercanas al punto de goteo.

- Ajustar las cantidades de nutrientes a la fecha de plantación, cosecha esperada y duración del ciclo de cultivo, tanto en los cultivos de invernadero como en las plantaciones al aire libre.

- En la aportación de nitrógeno conviene mezclar formas amoniacales y nítricas (orientativo: 30-40% forma amoniacal, 60-70% forma nítrica), evitando la utilización exclusiva de formas nítricas o amoniacales. ■

## Bibliografía

Existe una amplia relación bibliográfica en nuestra redacción a disposición de los lectores de **Vida Rural**.

**TABLA 9. RANGO MEDIO DEL CONTENIDO MINERAL EN HOJA DE PIMIENTO GRUESO EN PERÍODO DE MÁXIMA RECOLECCIÓN**

Macronutrientes	Rango medio	Micronutrientes	Rango medio
<b>Tomate</b>			
Nitrógeno (%)	3-3,5	Hierro (ppm)	60-300
Fósforo (%)	0,35-0,45	Manganoso (ppm)	50-250
Potasio (%)	2,5-3	Boro (ppm)	25-75
Calcio (%)	0,50-0,75	Cobre (ppm)	5-50
Magnesio(%)	0,32-0,25	Zinc (ppm)	20-250
Azufre (%)	0,32-0,9	Molibdeno	
<b>Pimiento</b>			
Nitrógeno (%)	3,50-5,0	Hierro (ppm)	60-300
Fósforo (%)	0,22-0,7	Manganoso (ppm)	50-250
Potasio (%)	3,50-4,5	Boro (ppm)	25-75
Calcio (%)	1,30-2,8	Cobre (ppm)	6-25
Magnesio(%)	0,30-2,8	Zinc (ppm)	20-200
Azufre (%)	0,3-0,4	Molibdeno	0,1

Fuente: Mills y Benton, 1996.

**TABLA 10. RANGO DE CONCENTRACIÓN MINERAL EN HOJA DE TOMATE Y PIMIENTO GRUESO PARA DISTINTAS FASES VEGETATIVAS**

Fase vegetativa	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Tomate</b>						
Cuajado inicial	3,0-5,0	0,3-0,6	2,5-4,0	1,0-2,0	0,30-0,50	0,3-0,8
Primería recolección	2,0-3,5	0,2-0,4	2,0-4,0	1,0-2,0	0,25-0,50	0,3-0,6
Plena recolección	2,0-3,0	0,2-0,4	1,5-2,5	1,0-2,0	0,25-0,50	0,3-0,6
Final ciclo cultivo	2,0-3,0	0,2-0,4	1,5-4,0	1,0-2,0	0,25-0,50	0,3-0,6
<b>Pimiento grueso</b>						
Cuajado inicial	4,0-5,0	0,30-0,50	5,0-6,0	0,9-1,5	0,3-0,6	0,2-0,6
Primería recolección	3,0-4,0	0,25-0,40	2,5-4,0	1,0-1,5	0,3-0,4	0,3-0,4
Plena recolección	2,5-3,5	0,20-0,40	2,0-3,5	1,0-1,5	0,3-0,4	0,3-0,4
Final ciclo cultivo	2,5-3,0	0,20-0,40	2,0-3,0	1,0-1,5	0,3-0,4	0,3-0,4

Fuente: Maynard y Hochmuth, 1997.

**TABLA 11. INTERACCIONES ENTRE ELEMENTOS EN EL SUELO.**

Elemento	Favorece a absorción. Sinergismo	Difículta o inhibe la absorción. Antagonismo
Nitrógeno nítrico	Mg, K	B
Nitrógeno amoniacal	Cu	Mg, Mo.
Fósforo	Mg	K, Ca, Fe, Zn, Cu
Potasio	Fe, Mn	Mg, B
Calcio	—	P, K, Mg, Fe, Mn, Zn, B
Magnesio	B, P	—
Hierro	—	P, Mn, Cu
Manganoso	—	Fe
Cinc	—	Fe, Mn, Cu
Boro	Mg	—
Molibdeno	—	Cu
Cobre	—	Mn, Fe

Fuente: Rincón, 2002.