



Manejo de nutrición del tomate

Demanda de nutrientes

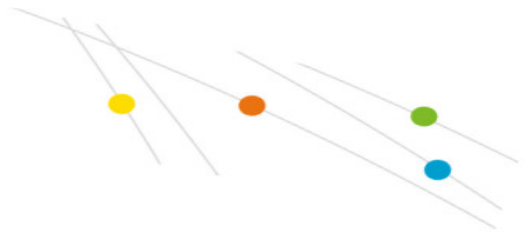
Los cultivares modernos de tomate son consumidores de minerales pesados; utilizan grandes cantidades de nutrientes minerales y recompensan al productor con un abundante rendimiento. Como los frutos de tomate son ricos en azúcares y ácidos orgánicos, su producción requiere una gran nutrición de potasio porque este elemento es instrumental en la síntesis de aquellos ingredientes.

Eliminación de nutrientes por frutos frescos de tomate

<u>Nutriente</u>	<u>Eliminación (kg/MT)</u>		<u>Nutriente</u>	<u>Eliminación (kg/MT)</u>
Nitrógeno (N)	2.2		Nitrógeno (N)	2.2
Fósforo (P)	0.5		Fósforo (P ₂ O ₅)	1.2
Potasio (K)	3.9		Potasio (K ₂ O)	4.7
Calcio (Ca)	1.6		Calcio (CaO)	2.2
Magnesio (Mg)	0.4		Magnesio (MgO)	0.6
Azufre (S)	0.6		Azufre (SO ₃)	1.5
Zinc (Zn)	0.005		Zinc (Zn)	0.005
Manganeso (Mn)	0.004		Manganeso (Mn)	0.004
Hierro (Fe)	0.008		Hierro (Fe)	0.008
Boro (B)	0.003		Boro (B)	0.003
Cobre (Cu)	0.002		Cobre (Cu)	0.002
Molibdeno (Mo)	0.00002		Molibdeno (Mo)	0.00002

La eliminación total de **K₂O** por los tomates es **más del doble** que la de N

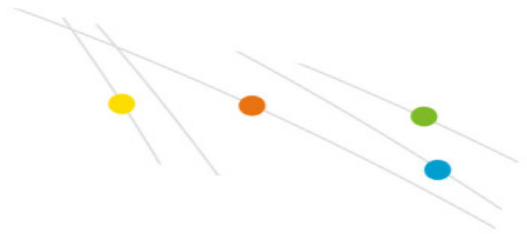
Efectos específicos de los nutrientes sobre el rendimiento y la calidad del tomate



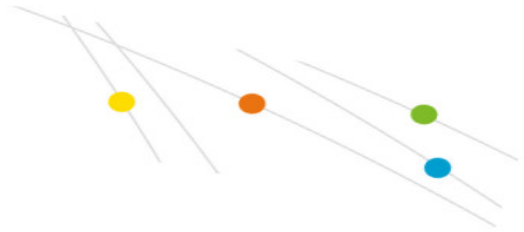
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn
Tamaño del fruto	+	+	+	+	+	+	+			+	+
Cantidad de frutos	+	+	+	+			+		+	+	
Azúcares	+	+	+		+		+	+			+
Ácidos orgánicos	+	+	+		+		+	+			+
Calidad exterior de la fruta			+	+							+
Firmeza de la fruta			+	+			+				
Licopeno (pigmento rojo)			+								+
Resistencia al estrés biótico y abiótico			+	+		+					
Duración post cosecha			+	+		+	+				

Resumen de las principales funciones nutricionales

Cada elemento tiene funciones específicas dentro de la morfología y el funcionamiento de la planta de tomate, y, en la mayoría de los casos, varios elementos participan en varias etapas del mismo proceso. Por lo tanto, se pueden resumir esquemáticamente de la siguiente manera:

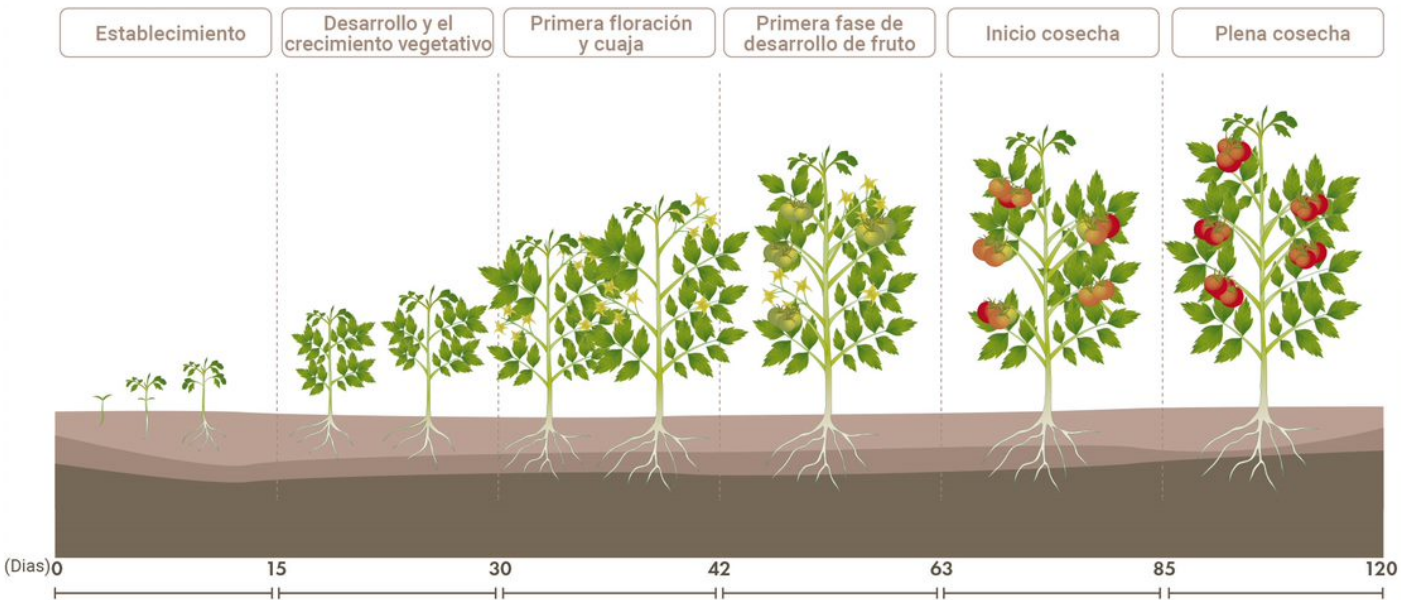


Nutriente	Principales funciones en la planta de tomate
Nitrógeno	Síntesis de proteínas estructurales y funcionales (enzimas). El nitrato participa en la formación de citoquininas.
Fósforo	Desarrollo del sistema radicular, especialmente en semillas y trasplantes. Los procesos que requieren energía (ATP). División celular.
Potasio	Transporte de carbohidratos de origen a sumidero. Factor osmótico importante para el cierre de estomas. Mejora de la fotosíntesis. Mejora de la resistencia a enfermedades.
Calcio	Firmeza estructural de la planta. Almacenamiento post cosecha. Susceptibilidad reducida a enfermedades.
Magnesio	Es el átomo central de la molécula de clorofila.
Azufre	Síntesis de los aminoácidos esenciales, cisteína y metionina. Mejora en la resistencia a enfermedades y plagas.
Hierro	Proceso de síntesis de clorofila y un componente de muchas enzimas como la peroxidasa y catalasa en el metabolismo nutricional de la planta de tomate.
Manganeso	Proceso de la fotosíntesis.
Boro	Formación de membranas y paredes celulares (pectina y lignina). Participa en el transporte de carbohidratos. Floración, fructificación y desarrollo de semillas.
Zinc	Síntesis de auxinas. Además, es un componente de la enzima anhidrasa, esencial para el metabolismo de los nutrientes en el tomate.



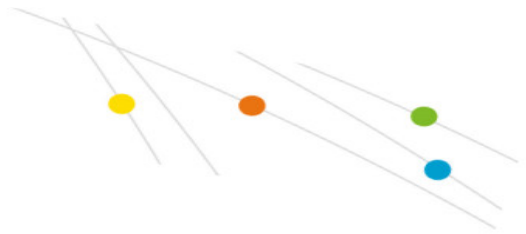
Cobre	Metabolismo del nitrógeno y carbohidratos.
Molibdeno	Metabolismo de N en la planta de tomate, una parte central de la nitrato reductasa.

Etapas de crecimiento fenológico

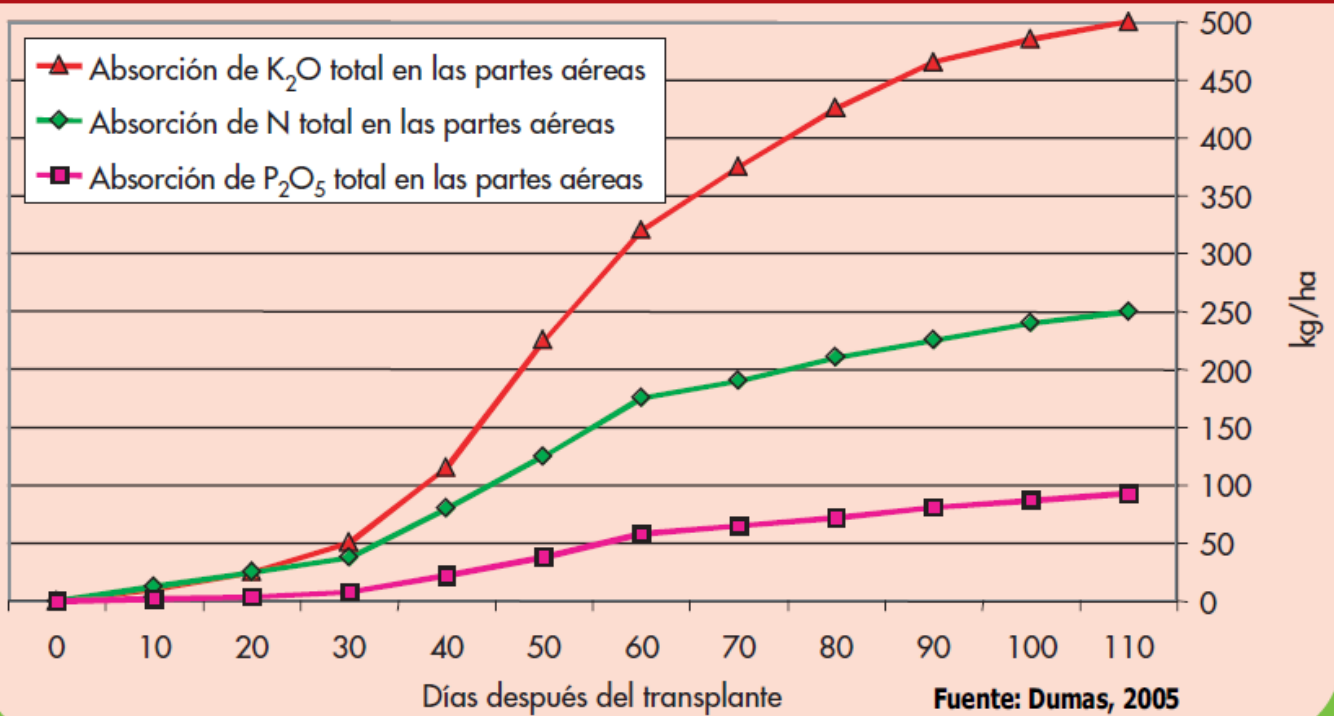


Dinámica de la absorción de nutrientes

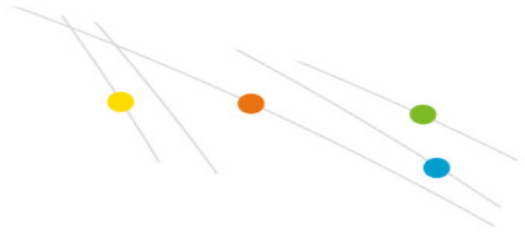
La siguiente figura representa la dinámica de absorción de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) de un cultivar de tomate de un campo determinado, con un rendimiento esperado de 90 TM/hectárea, a lo largo de todo su ciclo de vida.



Curvas de Absorción de N, P y K en Tomate



En la primera etapa de crecimiento, el trasplante y la semilla deben desarrollar un sistema radicular sustancial, el cual respaldará el desarrollo de los tallos y el follaje que constituyen la condición previa para lograr el rendimiento de la planta. Los tres macronutrientes, es decir, N, P y K, deberían estar disponibles en cantidades suficientes para permitir el desarrollo de este sistema de raíces. También debe destacarse a este respecto que la forma ideal de nitrógeno, que se suministrará durante todo el ciclo de crecimiento del cultivo de tomate, es el nitrato (NO₃⁺). La proporción máxima de nitrógeno amoniacal que la planta puede captar, sin que esto ocasione un rendimiento reducido, es del 20% en condiciones de campo, y solo del 5-7% en nutrición hidropónica (Voogt, 2002).

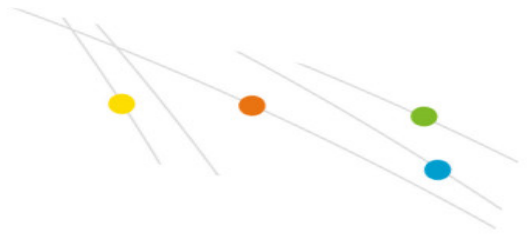


Una vez que la planta ha desarrollado un sistema radicular suficiente y biomasa sobre el suelo, comienza a producir flores que se desarrollan rápidamente, generando los primeros frutos y, a su vez, estos comienzan un largo proceso de desarrollo y acumulación de azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas, pigmentos y antioxidantes que enriquecen la fruta con sus valores de salud específicos.

Ahora, como se observa en el esquema anterior de las curvas de absorción, el requerimiento de potasio sigue aumentando durante todo el ciclo de crecimiento de la planta de tomate. La solución clara para cumplir con estos dos requisitos (N y K) es la aplicación de nitrato de potasio, el único fertilizante binario directo que combina estos dos nutrientes. Naturalmente, otros fertilizantes portadores de nitrato deben suministrar el nitrato-nitrógeno adicional requerido; estos son: nitrato de calcio, nitrato de magnesio y nitrato de amonio. Además, durante este período de rápido crecimiento de la fruta, los fertilizantes completamente solubles son cruciales para garantizar que haya un suministro nutricional disponible durante el crecimiento de las frutas.

Se sugiere el siguiente plan para satisfacer dichos requisitos en un cultivo determinado de tomates de campo, con una vida útil de 140 días y un rendimiento esperado de 100 TM/hectárea, vía fertirriego, empleando riego por goteo.

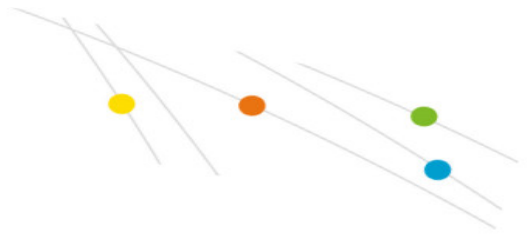
Proporciones relativas de nutrientes que se aplicarán de acuerdo con las etapas de crecimiento fenológico indicadas del cultivo de tomate, para un rendimiento previsto de 100 TM/hectárea, mediante riego por goteo.



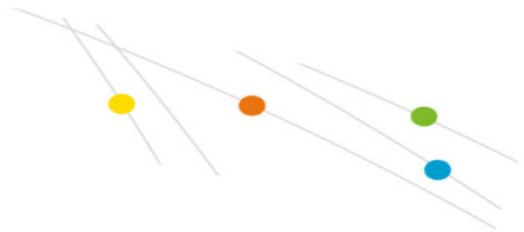
Aplicación de Fertilizantes por Etapas Fenológicas	DDT (*)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
	(*)	%	%	%	%	%	%
Trasplante - establecimiento	0-14	5	17	5	5	5	5
Desarrollo de planta	15-28	12	17	7	15	20	20
Desde iniciación de floración a comienzo de cuaja.	29-42	20	17	17	20	20	20
Desde comienzo de cuaja a formación de fruta	43-63	20	16	20	20	20	20
Desde la formación de fruta al inicio de cosecha	64-84	17	17	18	20	20	20
Desde inicio de cosecha a plena cosecha	85-112	17	16	18	15	15	15
Desde plena cosecha a término de cosecha	113-140	9	0	15	5	0	0
	TOTAL	100	100	100	100	100	100

*DAT= DDT = Días después del trasplante

Las tasas reales de nutrientes que se aplicarán en las diferentes etapas de crecimiento fenológico del cultivo de tomate, para un rendimiento previsto de 100 MT/hectáreas, aplicados mediante riego por goteo.



Etapa	Aplicación de Fertilizantes por Etapas Fenológicas (Agrupadas)	DDT (*)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
			kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
5	I Trasplante - establecimiento a desarrollo de la planta	0-28	47	34	60	30	25	19
	II Desde iniciación de floración a formación de fruta	29-63	110	33	185	60	40	30
	III Desde formación de fruta a plena cosecha	64-112	94	33	180	53	35	26
	IV Desde plena cosecha a término de cosecha	113-140	25	0	75	8	0	0
	TOTAL		275	100	500	150	100	75



Etapa de	
crecimiento (DAT/DDT)	<u>Explicación de los cambios en la dinámica de la demanda</u>
0-28	Tasas relativamente equilibradas de N, P, K y Ca, para establecer un sistema de raíces y para formar la biomasa de los brotes.
29-63	Una demanda de N mucho mayor para producir las flores, para la generación de frutas y para las etapas tempranas del desarrollo de la fruta. El requerimiento de P permanece estable en este momento para la formación temprana de semillas. Muy alta demanda de K para la formación de frutos y aumento de volumen. Aumento de la demanda de Ca, Mg y S para el desarrollo vegetativo continuo.
64-110	Una ligera reducción en el desarrollo vegetativo dicta un requerimiento de N algo menor. Demanda estable de P. Todos los demás nutrientes (K, Ca, Mg) muestran el mismo patrón que el nitrógeno, es decir, una demanda estable pero ligeramente menor para el ritmo más bajo de los órganos vegetativos regenerativos.
111-140	Requerimiento notablemente reducido de todos los nutrientes debido a la producción marcadamente menor de brotes y frutas. La mayor demanda es de K (K: N = 3: 1), el que se necesita para el aumento continuo de los frutos durante el desarrollo.