



Foto: Irvin Rodríguez

ABSORCIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO POR EL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNÁCULO

Dra. Cecilia Berrueta, Dr. Rafael Grasso,
Ing. Agr. Jonathan López

Sistema Vegetal Intensivo

En este artículo se presentan las curvas de absorción de nitrógeno y potasio para el cultivo de tomate en invernáculo para el ciclo de otoño y primavera. De esta forma, se aporta información valiosa como insumo para el diseño e implementación de planes de fertirrigación.

INTRODUCCIÓN

Para un adecuado suministro de nutrientes, se requiere de información ajustada sobre la cantidad total y los momentos de absorción. Esta información sobre la dinámica de consumo constituye una herramienta sólida para diseñar planes de fertirrigación y argumentar técnicamente las recomendaciones de fertilizantes. Los planes de fertilización basados en la demanda de nutrientes deben complementarse con técnicas de monitoreo de nutrientes en: la solución de fertirriego (Grasso *et al.*, 2021), la solución del suelo (Berrueta *et al.*, 2022) y

la savia de las plantas (Berrueta *et al.*, 2021) para ir ajustando los aportes de acuerdo con el desarrollo del cultivo. De esta forma, optimizar el manejo de la nutrición y mejorar la eficiencia, con el fin de obtener los mejores resultados productivos (rendimiento y calidad), reducir el costo de fertilizantes y minimizar el lavado de nitratos con sus consecuencias negativas sobre el ambiente. En este artículo se presentan las curvas de absorción de nitrógeno y potasio para el cultivo de tomate en invernáculo para el ciclo de otoño y primavera. De esta forma, se aporta información precisa para el diseño de planes de fertirrigación.

Cuadro 1 - Variedad, fecha de trasplante, días a cosecha, largo de ciclo y rendimiento según cultivo.

Cultivo	Variedad	Fecha de trasplante	Días a cosecha	Largo del ciclo (días)	Rendimiento total obtenido en T2 (kg/m ²)
Otoño 2019	Elpida	6/2/2019	82	187	19,2
Primavera 2019	Lapataia	22/8/2019	99	154	20,7
Otoño 2020	Elpida	10/2/2020	85	190	15,2
Otoño 2021	Elpida	1/2/2021	77	182	14,9
Primavera 2021	Lapataia	30/8/2021	94	145	17,9

METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE CURVAS DE ABSORCIÓN

Los datos provienen de cinco experimentos con tomate bajo invernáculo cuya descripción general se aporta en el Cuadro 1. Los experimentos se realizaron en la estación experimental INIA Las Brujas. En cada experimento se realizaron tres tratamientos de fertilización: (T1) sin aplicación de fertilizantes, (T2) solución nutritiva balanceada asegurando que no ocurrieran limitaciones de N y K, (T3) solución nutritiva balanceada con un 50 % más de nitrógeno que T2 (Figura 1). Se realizó monitoreo de nutrientes en savia y solución de suelo para asegurar que no hubiese limitaciones de nutrientes en T2.

La cantidad total de N y K aportado en el T2 se detalla en el Cuadro 2. Las diferencias se debieron a distintos aportes del suelo y expectativa de rendimiento de los distintos ciclos. No se aplicó fertilización de base. Los nutrientes se aplicaron en su totalidad por fertirriego. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Para la obtención de las curvas de absorción se cosechó una planta representativa de cada parcela en cada tratamiento cada 20 días. En cada muestreo se determinó la cantidad de materia seca en hojas, tallos y frutos inmaduros. También se incluyó el material de los desbrotes y los frutos cosechados que se midieron en 10 plantas por parcela. Se determinó el contenido de N y K en todas las muestras de materia seca.

Cuadro 2 - Aporte total de N y K para el tratamiento 2 según cultivo de tomate.

Cultivo	N total (kg/ha)	K total (kg/ha)
Otoño 2019	116,5	705,5
Primavera 2019	141,1	855,1
Otoño 2020	148,3	434,7
Otoño 2021	149,3	479,2
Primavera 2021	427,5	903,5



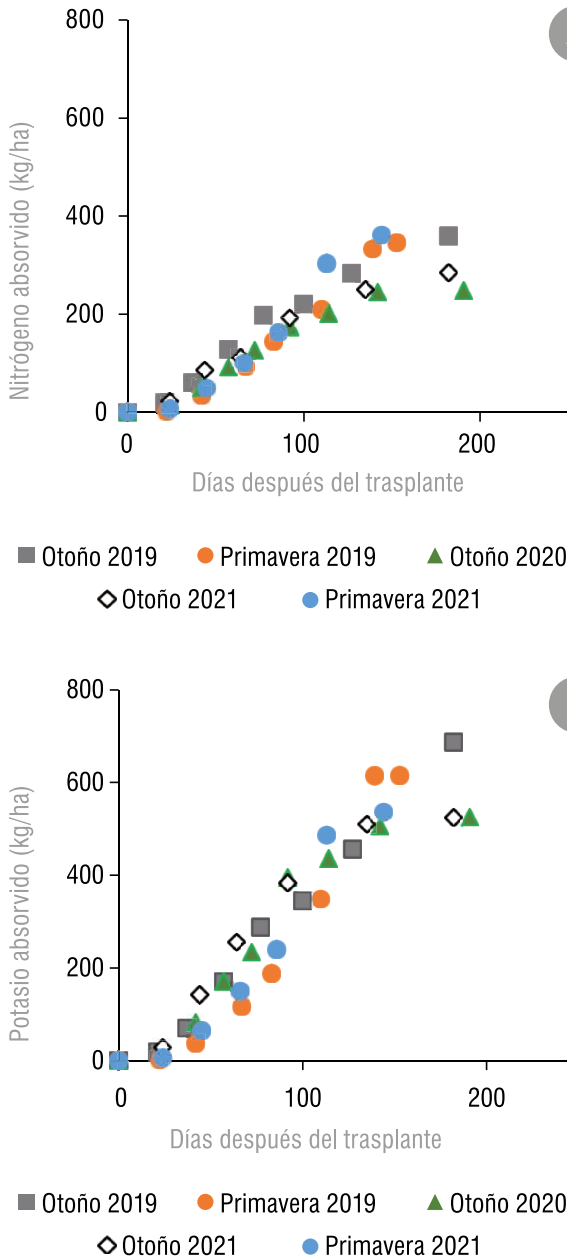
Foto: Irvin Rodríguez

Figura 1 - Imagen del ensayo primavera 2023 identificando los tratamientos de fertirrigación.

ABSORCIÓN TOTAL DE NITRÓGENO Y POTASIO EN EL CULTIVO DE TOMATE

Se determinó el consumo total de N y K para los cultivos de otoño y primavera (Figura 2a y b). El tomate consume aproximadamente el doble de potasio que nitrógeno, principalmente asociado al crecimiento de los frutos. En promedio, la absorción total de nitrógeno en otoño fue de 297 kg/ha y 354 kg/ha en primavera. El potasio total absorbido fue, en promedio, 578 kg/ha en el tomate de otoño, mientras que en primavera la absorción total promedio fue de 576 kg/ha.

El tomate consume aproximadamente el doble de potasio (577 kg/ha) que nitrógeno (326 kg/ha), principalmente asociado al crecimiento de los frutos.



A

Cuadro 3 - Consumo de N y K por tonelada de tomate cosechado.

Nitrógeno	Potasio
kg /tonelada de tomate fresco	
1,8	3,2

A partir de los consumos totales, se obtuvieron valores de absorción de N y K por tonelada de fruta producida (Cuadro 3). Los valores medidos son inferiores a los reportados por otros autores (Ciampitti y García, 2007; Guzmán, 2004; Bertsch, 2009) indicando una alta eficiencia en la absorción de nutrientes. Seguramente, estos datos están relacionados a los altos rendimientos obtenidos en los ensayos que están muy por encima de los promedios nacionales (Cuadro 1). A pesar de las diferencias en los consumos por tonelada de fruta cosechada con otros autores, la relación K/N fue 1,8, muy similar a la reportada en trabajos previos, indicando que se mantiene la relación de absorción entre los dos nutrientes a pesar de las diferencias en la eficiencia (Cuadro 3).

B

ABSORCIÓN POR ETAPA DEL CULTIVO

Para diseñar los planes de fertilización es clave, no solo conocer la absorción total, sino cómo se distribuye esa absorción en los distintos momentos del ciclo del cultivo. Esa información se resume en el Cuadro 4. En otoño, el consumo máximo de N y K ocurre entre el día 30 y 90 desde el trasplante. En primavera, el pico ocurre entre el día 90 y 120. Estas diferencias se asocian a condiciones climáticas contrastantes entre los ciclos. El ciclo de otoño se trasplanta en febrero con altas temperaturas y radiación. El de primavera, en cambio, se trasplanta en agosto con temperaturas muy bajas y baja radiación. Se observó una mayor absorción de N con respecto al K en los primeros 30 días de ciclo asociado al crecimiento vegetativo de las plantas en los cultivos de otoño. En primavera, se observó una mayor absorción de K con respecto al N desde los 90 días asociado al crecimiento de los frutos y la maduración.

Figura 2 - Curvas de absorción de nitrógeno (a) y potasio (b).

Cuadro 4 - Distribución del consumo de N y K (%) según etapa del ciclo del cultivo para otoño y primavera.

Ciclo Etapa (días)	OTOÑO		PRIMAVERA	
	Consumo de N	Consumo de K	Consumo de N	Consumo de K
	%			
0-30	12	9	5	3
30-60	26	26	18	16
60-90	26	28	26	25
90-120	16	16	31	38
120-150	13	13	20	18
150-180	7	8		

Para el diseño de planes de fertilización es clave conocer cómo se distribuye la absorción de nutrientes en las distintas etapas del ciclo de cultivo.

CÓMO UTILIZAR ESTA INFORMACIÓN PARA ELABORAR PLANES DE FERTILIZACIÓN

La información de consumos y su distribución según fase del crecimiento es esencial para diseñar planes de fertilización. A continuación, damos un ejemplo de cómo utilizar la información de absorción para un caso particular de un cultivo en un predio comercial.

Ejemplo: Cultivo de tomate en invernáculo trasplantado en agosto (ciclo de primavera) con un rendimiento esperado de 15 kg/m².

Lo primero que tenemos que establecer es el rendimiento que esperamos obtener. Esta expectativa debe considerar el conocimiento previo que se tiene del invernáculo, del suelo, presión de enfermedades y plagas y los rendimientos obtenidos en zafras anteriores. Una vez definido el rendimiento esperado, en el ejemplo, 15 kg/m², se usan los consumos de nutrientes por tonelada de fruta del Cuadro 3 para estimar los consumos totales que tendrá el cultivo.

Consumo de N = 1,8 kg/tn de fruta x 150 tn/ha = 270 kg de N/ha

Consumo de K = 3,2 kg/tn de fruta x 150 tn/ha = 480 kg de K/ha

Luego, es necesario distribuir los consumos totales en las distintas fases del crecimiento de acuerdo con el Cuadro 4. Como el ejemplo se trata de un cultivo de primavera, se utilizan porcentajes por mes de los ciclos de primavera. De esta forma, se obtienen los consumos mensuales de cada nutriente como en el Cuadro 5.

Cuadro 5 - Cálculo de consumo mensual de N y K para un cultivo de tomate de primavera con un rendimiento esperado de 15 kg/m².

Etapa (días)	Consumo mensual (kg/ha)	
	N	K
0-30	14	14
30-60	49	77
60-90	70	120
90-120	84	182
120-150	54	86
TOTAL	270	480

Esta información debe complementarse con información sobre el aporte del suelo y el agua del riego (análisis de suelos y agua), para obtener el plan anual de fertirriego que se ajustará durante el transcurso del cultivo con el monitoreo a campo (solución nutritiva, savia y/o solución del suelo) de manera mensual o quincenal.

BIBLIOGRAFÍA

Berrueta, C.; Grasso, R.; Giménez, G.; Bentancur, J.; Rivero, D. 2021. Análisis de savia para la determinación rápida del nivel de potasio, nitrato y calcio en el campo. Revista INIA no. 67, p. 122-126.

Berrueta, C.; Grasso, R.; Giménez, G.; Falero, M. 2022. Análisis de solución de suelo con sondas de succión para monitoreo de fertirriego en tiempo real. Revista INIA no. 68, p. 42-46.

Bertsch, F. 2009. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 308 pp.

Ciampitti, I. A.; García, F. O. 2007. Requerimientos nutricionales: absorción y Extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Archivo Agronómico. no. 12:1-4.

Grasso, R.; Berrueta, C.; Giménez, G. 2021. Monitoreo de nutrientes para la asistencia a la fertirrigación a nivel de predios. Revista INIA no. 66, p. 108 – 112.

Guzmán, M. 2004. Población, agua, suelo y fertilizantes: el fertirriego. En: Guzmán, M.; López, J. eds. Fertirriego: tecnologías y programación en agroplasticultura. Madrid, Programa CYTED. pp. 5-10.



Foto: Cecilia Berrueta

Figura 3 - Vista de una parcela con tratamiento 2 antes al inicio de cosecha.