



Foto: Irvin Rodríguez

# ANÁLISIS DE SAVIA PARA LA DETERMINACIÓN RÁPIDA DEL NIVEL DE POTASIO, NITRATO Y CALCIO EN EL CAMPO

Dra. Cecilia Berrueta<sup>1</sup>, Dr. Rafael Grasso<sup>2</sup>,  
Dr. Gustavo Giménez<sup>1</sup>, Ing. Agr. Juan Bentancur<sup>3</sup>,  
Ing. Agr. Diego Rivero<sup>3</sup>, Téc. Granjero Marcelo Falero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Producción Hortícola  
- INIA Las Brujas

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Producción Hortícola  
- INIA Salto Grande

<sup>3</sup>Tesistas Facultad de Agronomía - Udelar

El presente artículo se focaliza en la medición de nutrientes en savia durante el transcurso del cultivo de tomate, incluyendo aspectos prácticos para su implementación y valores de referencia para diferentes estados fenológicos. Un manejo adecuado de la nutrición permite, entre otros aspectos, mejorar el rendimiento y la calidad de los productos cosechados, aumentar la eficiencia de uso de fertilizantes y evitar excesos que pueden provocar problemas ambientales.

## INTRODUCCIÓN

Para obtener altos rendimientos de los cultivos es de suma importancia un adecuado suministro de nutrientes en lo que respecta a la cantidad y momentos de absorción. Además, contribuye a la disminución de la contaminación ambiental provocada por la lixiviación de nutrientes y reduce el costo de los fertilizantes. Los tests rápidos, que cuantifican el contenido de nutrientes en las plantas (potasio, nitrato y calcio en savia o jugo de peciolo), surgen como herramientas

complementarias a los análisis en laboratorio debido al bajo costo y rapidez en la obtención de los resultados. Posibilitan realizar monitoreos rutinarios durante el ciclo del cultivo, permitiendo contar con información muy útil para ajustar las dosis de fertilizantes en tiempo real.

De esta manera se evitan deficiencias o excesos de nutrientes. Estos sistemas de análisis rápido han demostrado ser muy precisos, si las determinaciones se realizan de acuerdo a los protocolos establecidos (Grasso, 2018; Bentancur y Rivero, 2020).

## ¿CÓMO SE REALIZA LA MEDICIÓN DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS?

## MUESTREO DE HOJAS



- Colectar una muestra de hojas representativa de la unidad de manejo (cuadro o invernáculo de una misma variedad): 10-20 hojas. Evitar hojas dañadas o enfermas.
- Tipo de hoja a muestrear: la más nueva totalmente desarrollada (Tomate: 4ª o 5ª hoja desde el punto de crecimiento).
- Hora: colectar las hojas en las primeras horas de la mañana antes del riego.
- Colocar las hojas muestreadas en bolsas plásticas en conservadoras con refrigerante y luego llevar a temperatura ambiente o medir inmediatamente.

## CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES



- El sensor LAQUAtwin se calibra antes de comenzar a medir con dos soluciones estándar (150 y 2000 ppm).
- Es recomendable repetir la calibración si se analizan más de 10 muestras.

## OBTENCIÓN DE SAVIA O JUGO DE PECÍOLO



- Eliminar láminas o folíolos de las hojas y reservar los pecíolos. Cortar los pecíolos en trozos de 1 cm de largo aproximadamente (Figura 1).
- Exprimir con una prensa manual y colectar el jugo en un vaso.

## MEDICIÓN DE NUTRIENTES



- En el receptáculo del medidor rápido se colocan unas gotas del jugo fresco de pecíolo (recién exprimido) hasta cubrirlo completamente y luego de unos segundos se registra la medida.
- La medición debe realizarse inmediatamente después de exprimir la muestra (uno o dos minutos).
- Entre muestra y muestra se debe lavar el receptáculo del sensor con abundante agua destilada y secar con papel absorbente.

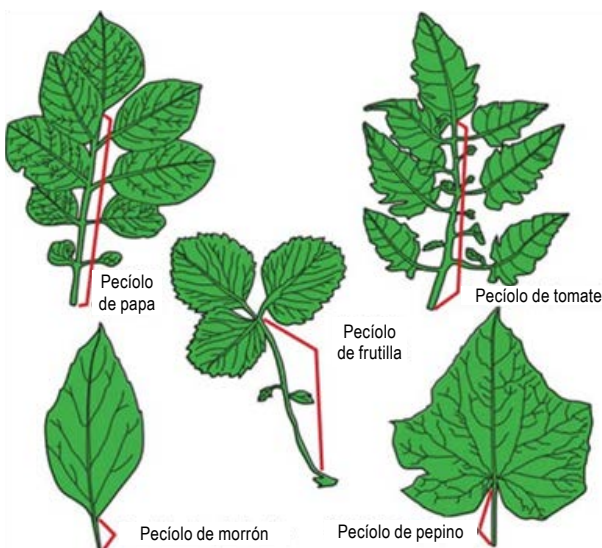
Video tutorial sobre análisis de nutrientes en savia

Acceda **AQUÍ** 

### NIVELES DE POTASIO, NITRATO Y CALCIO EN CULTIVOS DE TOMATE SEGÚN CICLO Y ESTADO FENOLOGICO

Durante tres ciclos de tomate en invernáculo (otoño 2019, primavera 2019 y otoño 2020) se midieron los niveles de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  en savia del pecíolo en distintos estados fenológicos del cultivo.

Los tomates de las variedades Elpida y Lapataia se cultivaron en el módulo de cultivos protegidos de INIA Las Brujas en un invernáculo de 870 m<sup>2</sup> (60 m largo y 14,5 m ancho y 4,5 m a la cumbre). Las plantas de tomate se plantaron a 0,2 m entre plantas y la densidad de plantas fue de 2,66 plantas/m<sup>2</sup>. El riego se realizó de forma de mantener el potencial de matriz del suelo alrededor de -10 kPa usando tensiómetros ubicados en la fila de plantas (a 10 cm de las plantas y 8 cm de



**Figura 1** - Hojas y pecíolos de distintas especies hortícolas (Fuente: Hochmuth et al., 2012).

**Cuadro 1** - Variedad, fecha de trasplante, largo del ciclo y días a inicio de cosecha según ciclo de tomate.

Ciclo	Variedad	Fecha de trasplante	Días a inicio de cosecha	Largo del ciclo (días)
Otoño 2019	Elpida	6/2/2019	82	187
Primavera 2019	Lapataia	22/8/2019	99	154
Otoño 2020	Elpida	10/2/2020	85	190

**Cuadro 2** - Rendimiento, aporte de nitrógeno (N), potasio (K<sup>+</sup>) y calcio (Ca<sup>++</sup>) según ciclo de tomate.

Ciclo	Rendimiento total (kg/m <sup>2</sup> )	Aporte de N (kg/ha)	Aporte de K <sup>+</sup> (kg/ha)	Aporte de Ca <sup>++</sup> (kg/ha)
Otoño 2019	19,2	116,5	705,5	0
Primavera 2019	20,7	141,1	855,1	0
Otoño 2020	15,2	148,3	434,7	18,9

la cinta de riego) a 18 cm de profundidad. El sistema de riego contó con doble cinta por cantero con goteros antidrenantes y autocompensantes a 20 cm.

Se fertirrigó con una solución nutritiva balanceada, diseñada para cada etapa fenológica del cultivo considerando la absorción del cultivo según el rendimiento esperado, el consumo estimado de agua, el aporte del suelo y el aporte de nutrientes del agua de riego. Se ajustó el pH de la solución hasta alcanzar valores entre 5.8 y 6.2. Se realizaron desbroses semanales y un único deshoje por debajo del primer racimo al comienzo de la maduración de los frutos. Finalmente, las plantas se caparon después del séptimo racimo.

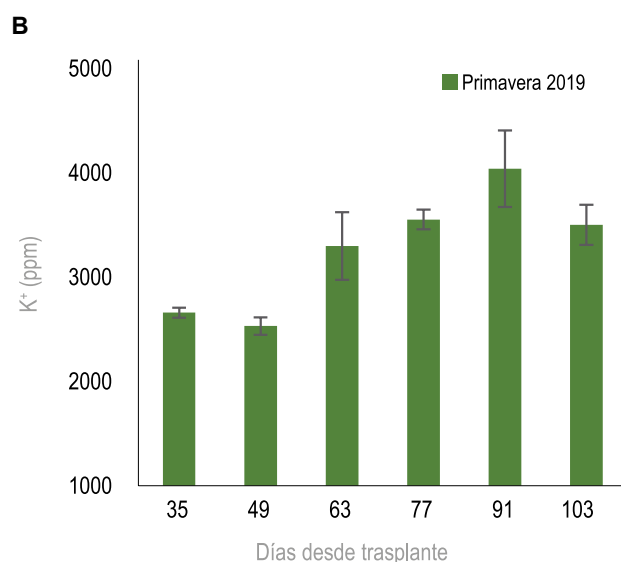
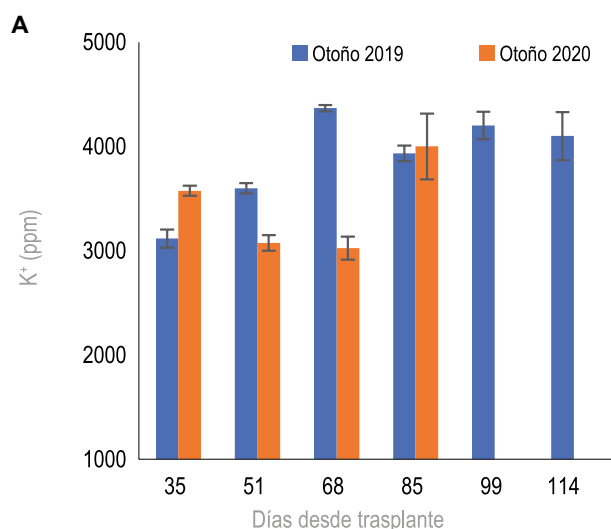
En los Cuadros 1 y 2, se resume la información de los tres ciclos de tomate en los que se realizaron las determinaciones de nutrientes en las plantas.

Los rendimientos obtenidos junto a los niveles totales de nutrientes aportados por el fertirriego (sin tomar en cuenta el suelo y agua) se resumen en el Cuadro 2.

### POTASIO

Los valores de K<sup>+</sup> medidos en jugo de pecíolo a lo largo del ciclo de crecimiento de tomate se presentan en la Figura 2. En los tres ciclos evaluados, los niveles de potasio medidos ascienden durante el transcurso de los cultivos. El valor mínimo medido fue de 2500 a un máximo de 4367 ppm de K<sup>+</sup>.

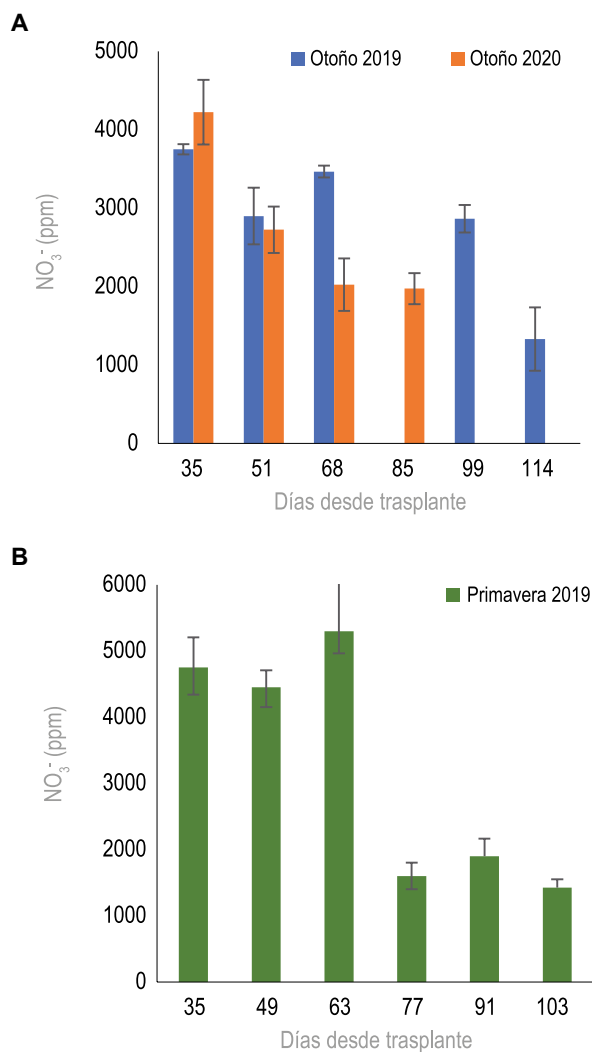
Los tests rápidos permiten realizar monitoreos rutinarios durante el ciclo del cultivo, proporcionando información muy útil para ajustar las dosis de fertilizantes en tiempo real.



**Figura 2** - Potasio en jugo de pecíolos a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Otoño 2019 y 2020 (A) y Primavera 2019 (B).

## NITRATO

Los valores de nitrato en el jugo de pecíolos descendieron a lo largo del ciclo de los cultivos contrariamente a lo que ocurrió para el potasio. En los ciclos de otoño el descenso fue gradual mientras que en primavera se observó una caída pronunciada entre los 63 y los 77 días desde el trasplante.

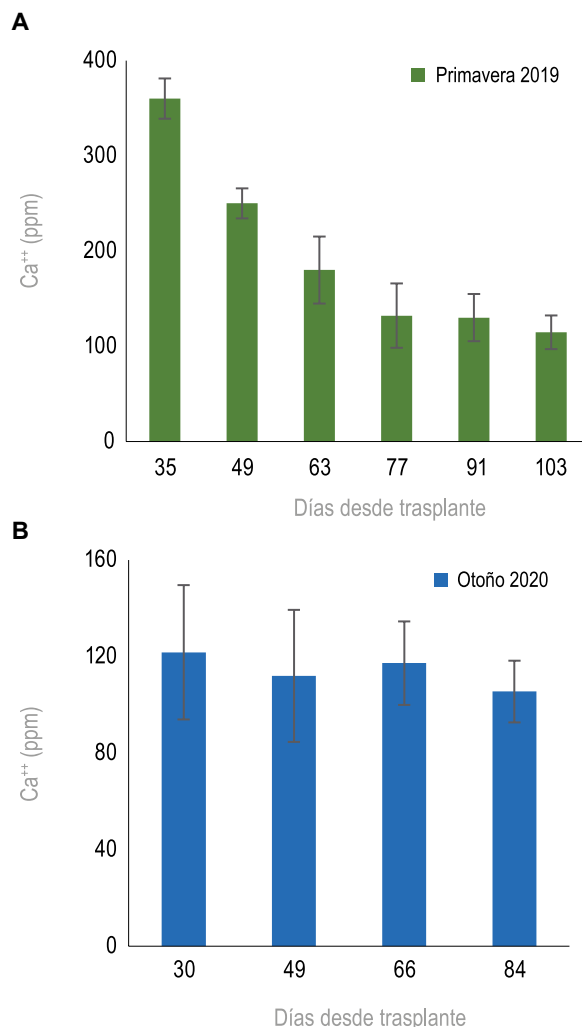


**Figura 3** - Nitrato en jugo de pecíolos a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Otoño 2019 y 2020 (A) y Primavera 2019 (B).

## CALCIO

Los valores de calcio medidos se encontraron entre 106 y 360 ppm de  $Ca^{++}$  (Figura 4). En el ciclo de primavera 2019 los valores descendieron a lo largo del ciclo, mientras que en otoño 2020 se mantuvieron estables con muy poca variación (rango: 106 - 122 ppm de  $Ca^{++}$ ).

La variación en el tiempo del contenido de nutrientes en jugo pecíolos demuestra los conceptos expresados por Hochmuth *et al.* (1994) y Navarro y Navarro (2003) según los cuales no hay un valor fijo de suficiencia o deficiencia, sino que depende de la etapa fenológica en la cual se mida.



**Figura 4** - Calcio en jugo de pecíolo a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Primavera 2019 (A) y Otoño 2020 (B).

No hay un valor fijo de suficiencia para cada nutriente, sino que depende de la etapa fenológica en la cual se mida.

### VALORES DE POTASIO, NITRATO Y CALCIO EN JUGO DE PECÍOLO DE TOMATE SEGÚN ESTADO FENOLÓGICO

Los niveles de potasio, nitrato y calcio medidos en jugo de pecíolos de hojas de tomate según estado fenológico del cultivo se resumen en el Cuadro 3. Estos valores surgen de la combinación de mediciones sobre tres ciclos de cultivos de tomate de ciclo corto (menores a 200 días) con rendimientos entre 15,2 y 20,7 kg/m<sup>2</sup> con fertilización calculada para satisfacer el 100% de los requerimientos del cultivo, considerando el aporte del suelo y el agua de riego.

Estos niveles de nutrientes determinados en diferentes estados fenológicos, pueden considerarse como valores de referencia en el cultivo de tomate, para la obtención de buenos rendimientos en los ciclos de primavera y de otoño en nuestro país.

Para otras especies hortícolas, de las que no tenemos mediciones locales, se pueden tomar como referencia los valores críticos según estado fenológico propuestos por Hochmuth *et al.* (2012). Si bien no están ajustados a los tipos de ciclos y cultivares locales sirven como guía para interpretar los resultados de los análisis de jugo de pecíolo, aunque deben utilizarse con recaudos ya que fueron determinados para otras situaciones productivas.



Foto: Cecilia Berrueta

Figura 5 - Cultivo de tomate con siete racimos por planta.

### BIBLIOGRAFÍA

Bentancur, J.; Rivero, D. 2020. Evaluación de herramientas para el monitoreo a campo del nivel de nitrógeno en plantas de tomate. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Tesis de grado. 117 p.

Grasso, R. 2018. Evaluación de dos sistemas de análisis rápido para la determinación de la concentración de varios nutrientes en solución nutritiva y en solución de suelo. Tesis Máster en Horticultura Mediterránea bajo Invernadero. Almería, España. Universidad de Almería, Escuela Superior de Ingeniería. 16 p.

Hochmuth, R.C.; Maynard, D.; Vavrina, C.; Hanlon, E.; Simonne, E. 2012. Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida. Gainesville, University of Florida. 48 p. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/ep081>

Hochmuth, G. J. 1994. Efficiency Ranges for Nitrate-Nitrogen and Potassium for Vegetable Petiole Sap Quick Tests. HortTechnology. 4(3):218-222.

Navarro, S.; Navarro, G. 2003. Química agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. (en línea). 2ª ed. Madrid, Mundi-Prensa. 438 p.

La medición de nutrientes en savia durante el transcurso del cultivo es una herramienta muy útil para ajustar los planes de fertilización y realizar correcciones del mismo si fuese necesario.

Un manejo adecuado de la nutrición evita desequilibrios entre nutrientes, permite mejorar el rendimiento, mejorar la calidad de los productos cosechados, aumentar la eficiencia de uso de fertilizantes y evitar excesos que pueden provocar problemas ambientales.

**Cuadro 3** - Valores de referencia de potasio, nitrato y calcio en jugo de pecíolo de hojas de tomate según estado fenológico del cultivo.

Estado fenológico	K <sup>+</sup> (ppm)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	Ca <sup>++</sup> (ppm)
2 a 3 racimos por planta	3000	4500	240
5 racimos por planta	3500	3500	150
7 racimos por planta	3500 - 4000	2500	125
Maduración del primer racimo	4000	2000	120