



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

Jornada de Divulgación

FERTIRRIEGO DE CULTIVOS BASADO EN MONITOREO DE LA HUMEDAD Y NUTRIENTES EN EL CAMPO



Programa de Investigación en Producción Hortícola
Serie Actividades de Difusión N° 799
1 de diciembre de 2021.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr. José Bonica - Presidente

Ing. Agr. Walter Baethgen - Vicepresidente



**Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca**

Ing. Agr. Rafael Secco

Ing. Agr. Martín Gortari



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



Fertirriego de cultivos basado en monitoreo de la humedad y nutrientes en el campo

Programa Nacional de Investigación
en Producción Hortícola
1/12/2021

Programa

17:30 - Recorrida de ensayo de fertirriego en invernáculo

18:30 - Manejo de la fertirrigación basado en monitoreo de la humedad y nutrientes a campo (C. Berrueta)

19:00 - Manejo del riego con tensiómetros y monitoreo de la solución del suelo con sondas (R. Grasso)

19:20 - Testimonio de productor que realiza monitoreo para el fertirriego

19:30 - Preguntas

Índice

P 4 - Análisis de solución de suelo para monitoreo del fertirriego. Dra. C. Berrueta, Dr. R. Grasso, Téc. M. Falero

P 9 - Análisis de savia para la determinación rápida del nivel de potasio, nitrato y calcio en el campo. Dra. C. Berrueta, Dr. R. Grasso, Dr. G. Giménez, Ing. Agr. J. Bentancur, Ing. Agr. D. Rivero, Téc. Marcelo Falero

P 11 - Consideraciones para el manejo del riego con tensiómetros. Dr. R. Grasso, Dra. C. Berrueta

Análisis de solución de suelo para monitoreo del fertirriego

Dra. C. Berrueta ^a, Dr. R. Grasso ^b, Téc. M. Falero ^a

^a Programa de Horticultura, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Las Brujas, Ruta 48 Km 10 (90200), Rincón del Colorado, Uruguay.

^b Programa de Horticultura, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Salto Grande, Camino Al Terrible (50000), Salto, Uruguay.

Introducción

Una fertilización precisa requiere de un monitoreo del plan de fertilización en el cultivo. Las sondas de succión de solución de suelo combinadas con los sistemas de análisis rápido constituyen una eficaz herramienta para monitorear la concentración de nutrientes en la solución de suelo. De esta forma poder corregir la fertilización de acuerdo a la evolución de cada nutriente en tiempo real. Y así evitar deficiencias o excesos de nutrientes.

¿Cómo se realiza la medición de nutrientes en solución de suelo?



1. APLICACIÓN DEL VACÍO A LA SONDA

- Se utiliza una bomba para generar vacío en el tubo de la sonda (70 - 80 cbar).
- Se debe alejar la operación del riego del día.

2. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

- Al siguiente día antes del riego, se saca el tapón y se extrae la solución del tubo con una jeringa.
- Las muestras se colocan en vasos etiquetado y se guardan en heladera hasta la medición.

3. 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.

4. MEDICIÓN DE NUTRIENTES y CONDUCTIVIDAD

- Atemperar las muestras antes de medir. La temperatura debe estar en el entorno de 20°C.
- Agitar el vaso con la muestra.
- El receptáculo del medidor rápido se cubre con la muestra hasta cubrirlo completamente y luego de unos segundos se registra la medida.
- Entre muestra y muestra se debe lavar el receptáculo del sensor con abundante agua destilada y secar con papel absorbente.
- Luego se mide la conductividad eléctrica colocando el sensor del conductímetro en el vaso de la muestra.

Niveles de potasio, nitrato y conductividad eléctrica en solución de suelo de cultivos de tomate

Durante 4 ciclos de tomate en invernáculo (otoño 2019, primavera 2019, otoño 2020 y otoño 2021) se midieron los niveles de conductividad eléctrica, NO_3^- y K^+ en la solución del suelo a lo largo del ciclo de 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 m² (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⁻². 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 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 desbrotes 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 la Tabla 1 y 2, se resume la información de los 4 ciclos de tomate donde se realizaron las determinaciones.

Tabla 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
Otoño 2021	Elpida	1/2/2021	77	182

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 la siguiente tabla.

Tabla 2. Rendimiento, aporte de nitrógeno (N) y potasio (K⁺) según ciclo de tomate.

Ciclo	Rendimiento total (kg/m ²)	Aporte de N (kg/ha)	Aporte de K ⁺ (kg/ha)	Aporte de Ca ⁺⁺ (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
Otoño 2021	14.9	149.3	479.2	20.8

Potasio

Los valores de K⁺ medidos en la solución de suelo a lo largo del ciclo de crecimiento de tomate se presentan en la figura 1. El valor mínimo medido fue de 0.2 a un máximo de 2.58 mmol l⁻¹ de K⁺. El valor promedio fue de 1.1 mmol l⁻¹.

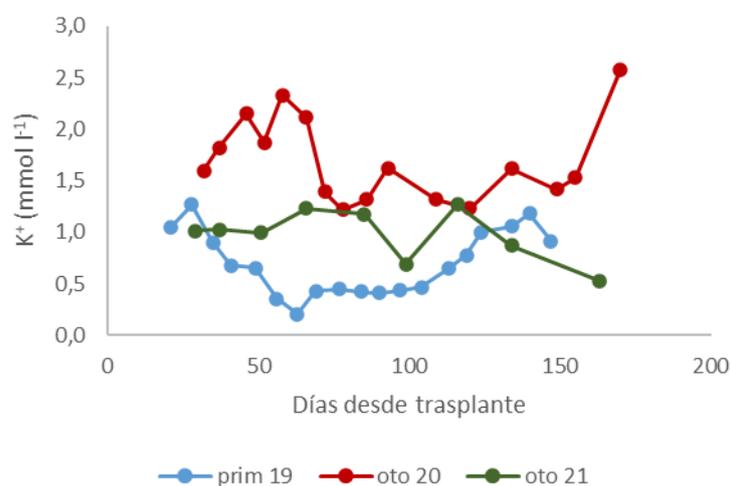


Figura 1. Potasio en solución de suelo a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Primavera 2019, Otoño 2020 y Otoño 2021.

Nitrato

Los valores de nitrato en solución de suelo variaron entre ciclos (Figura 2). En otoño, los valores promedio medidos desde el trasplante hasta los 64 días del ciclo fueron de 3.1 mmol l⁻¹. Luego el valor promedio asciende a 4.8 mmol l⁻¹. En primavera se partieron de valores muy altos, pero desde los 50 días del trasplante en adelante los valores promedio fueron de 2.7 mmol l⁻¹.

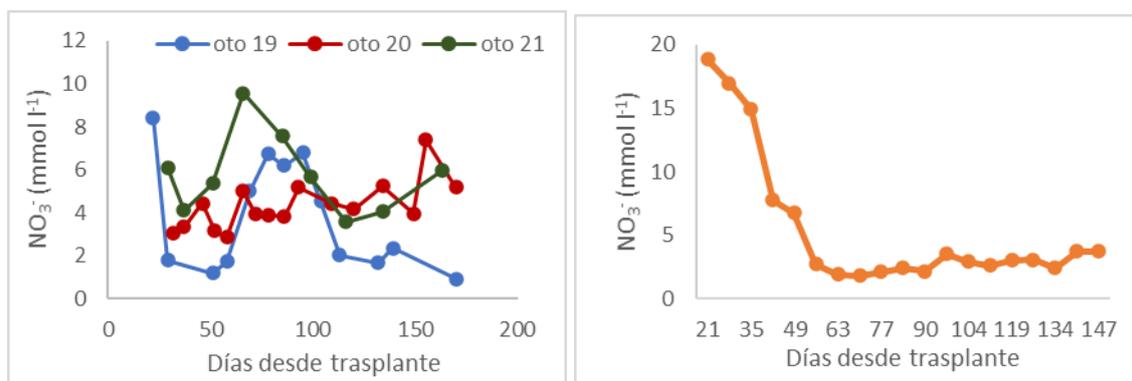


Figura 2. Nitrito en solución de suelo a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Otoño 2019, 2020 y 2021 (A) y Primavera 2019 (B).

Conductividad eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica en la solución de suelo fueron en promedio 1.3 mS cm⁻¹. Con un máximo de 2.4 y un mínimo de 0.7 mS cm⁻¹ (Figura 3).

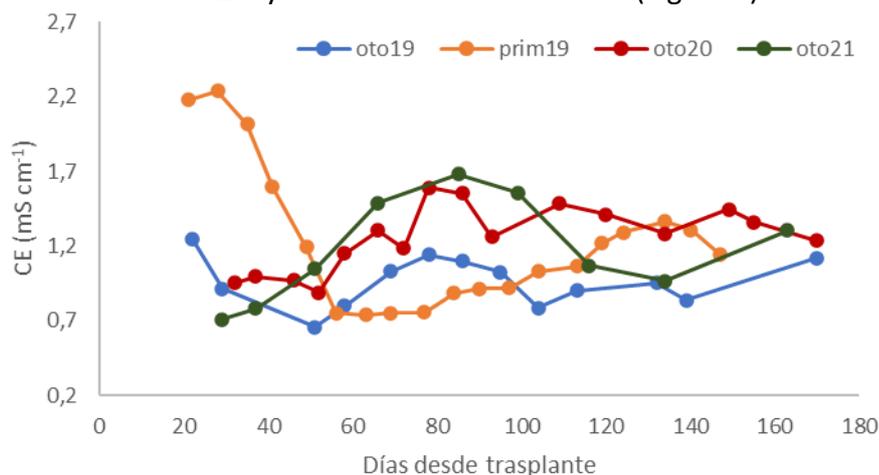


Figura 3. Conductividad eléctrica en solución de suelo a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Otoño 2019, 2020 y 2021 y Primavera 2019.

Valores de potasio, nitrato y conductividad eléctrica medidos en solución de suelo

Los niveles promedio de potasio, nitrato y conductividad medidos en solución de suelo se resumen en la tabla 3. Estos valores surgen de la combinación de mediciones sobre cuatro ciclos de cultivos de tomate de ciclo corto (menores a 200 días) con rendimientos entre 15.2 y 20.7 kg/m² con fertilización calculada para satisfacer el 100% de los requerimientos del cultivo, considerando el aporte del suelo y el agua de riego. Se debe tener en cuenta que el suelo en el cual se realizaron las determinaciones es de textura franco limoso con 3 % de materia orgánica. Estos valores pueden cambiar para otros tipos de suelo.

Tabla 3. Valores de referencia de potasio, nitrato y conductividad eléctrica en solución de suelo.

Días desde trasplante	Ciclo	K ⁺ (mmol l ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mmol l ⁻¹)	CE (mS cm ⁻¹)
Todo el ciclo	Otoño/Primavera	1.1		1.1 – 1.4
0 – 64	Otoño		3.1	
64 – 150	Otoño		4.8	
50 – 150	Primavera		2.7	

Estos niveles de nutrientes 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. Pero se debe considerar el tipo de suelo presente.

Análisis de savia para la determinación rápida del nivel de potasio, nitrato y calcio en el campo

Dra. C. Berrueta ^a, Dr. R. Grasso ^b, Dr. G. Giménez ^a, Ing. Agr. J. Bentancur, Ing. Agr. D. Rivero, Téc. Marcelo Falero ^a

^a Programa de Horticultura, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Las Brujas, Ruta 48 Km 10 (90200), Rincón del Colorado, Uruguay.

^b Programa de Horticultura, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Salto Grande, Camino Al Terrible (50000), Salto, Uruguay.

Introducción

Un adecuado suministro de nutrientes en lo que respecta a la cantidad total y momentos de absorción es de suma importancia para obtener altos rendimientos de los cultivos. 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 pecíolo), 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 evitar 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?



5. 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: 4^{ta}. o 5^{ta}. 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.



6. 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.



7. 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 coleccionar el jugo en un vaso.



8. 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.

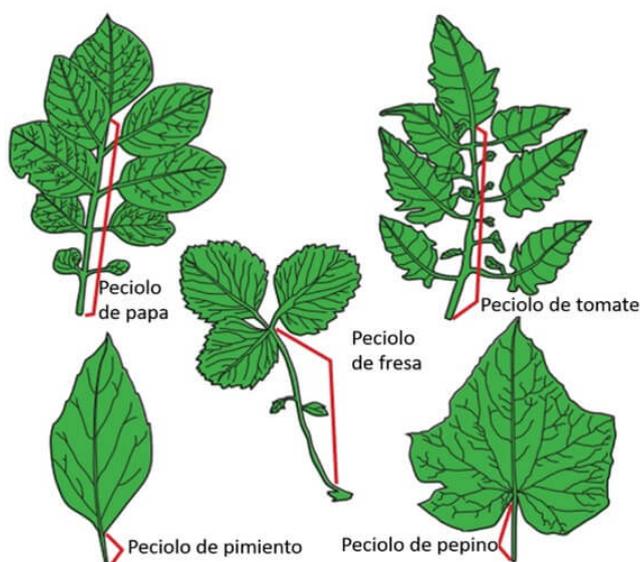


Figura 1. Hojas y pecíolos de distintas especies hortícolas (Fuente: Hochmuth et al., 2012).

Niveles de potasio, nitrato y calcio en cultivos de tomate según ciclo y estado fenológico

Durante 3 ciclos de tomate en invernáculo (otoño 2019, primavera 2019 y otoño 2020) se midieron los niveles de NO_3^- , K^+ , 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 m² (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⁻². 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 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 desbrotes 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 la Tabla 1 y 2, se resume la información de los 3 ciclos de tomate donde se realizaron las determinaciones de nutrientes en las plantas.

Tabla 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

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 la siguiente tabla.

Tabla 2. Rendimiento, aporte de nitrógeno (N), potasio (K^+) y calcio (Ca^{++}) según ciclo de tomate.

Ciclo	Rendimiento total (kg/m ²)	Aporte de N (kg/ha)	Aporte de K^+ (kg/ha)	Aporte de Ca^{++} (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

Potasio

Los valores de K^+ 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^+ .

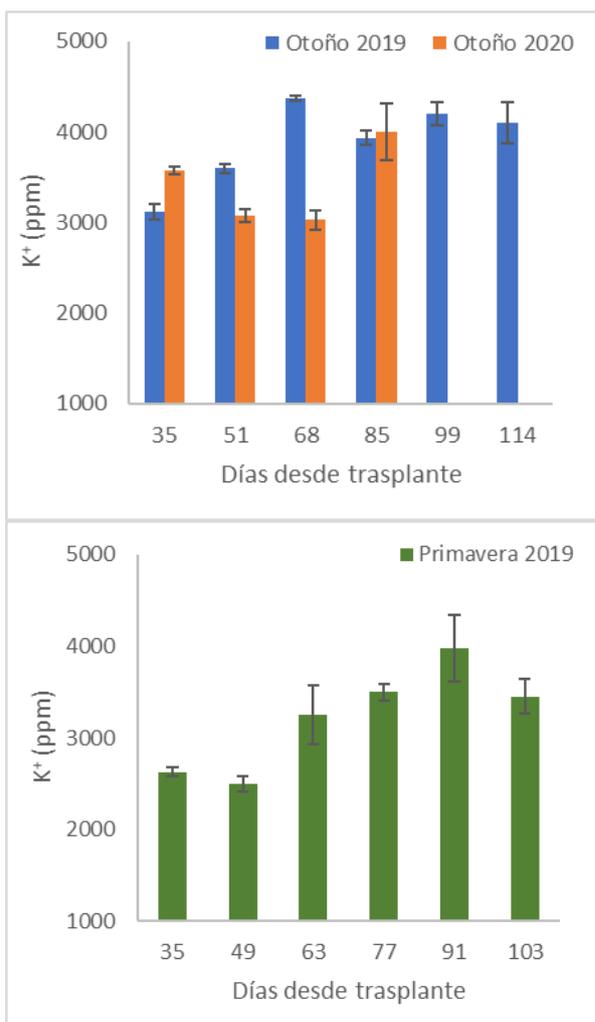


Figura 2. Potasio en jugo de pecíolos a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Otoño 2019 y 2020 (A) y Primavera 2019 (B).

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 es gradual mientras que en primavera se observó una caída pronunciada entre los 63 y los 77 días desde el trasplante.

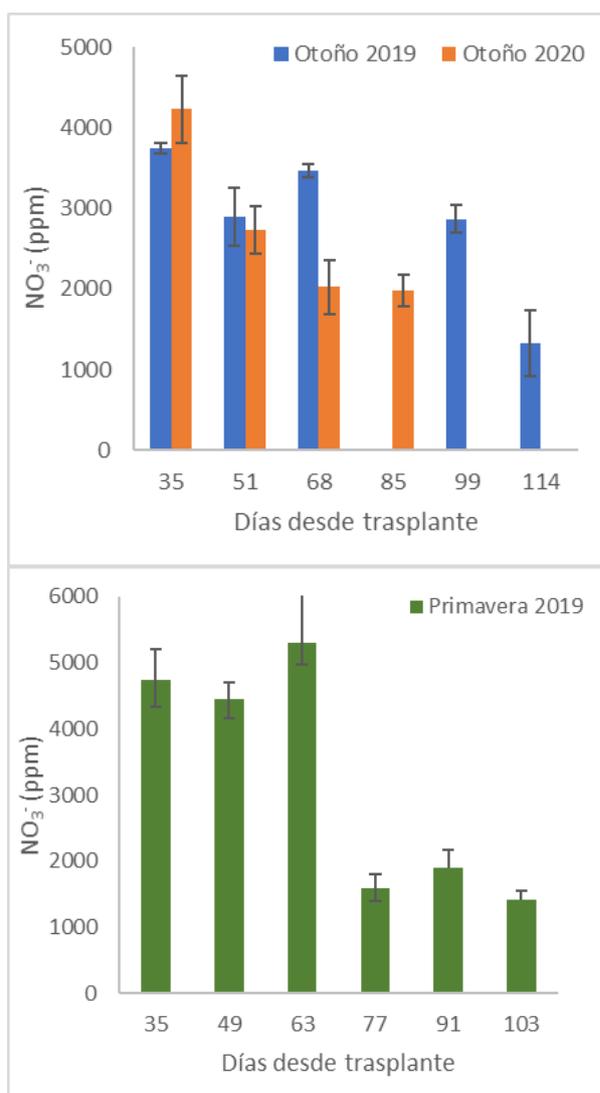


Figura 3. Nitrato en jugo de pecíolos a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Otoño 2019 y 2020 (A) y Primavera 2019 (B).

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⁺⁺).

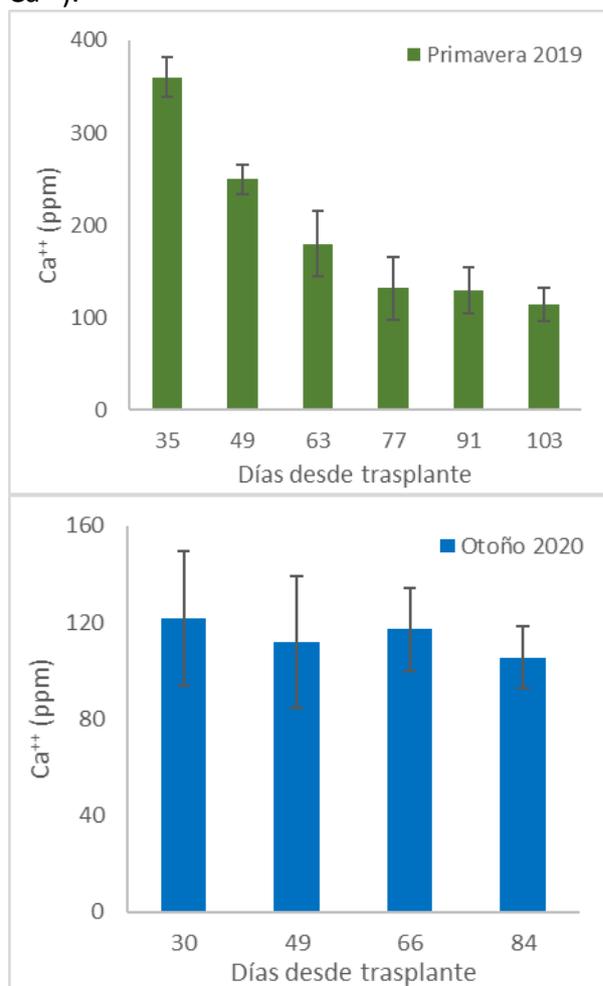


Figura 4. Calcio en jugo de pecíolo a lo largo del ciclo del cultivo de tomate para Primavera 2019 (A) y Otoño 2020 (B).

La variación en el tiempo del contenido de nutrientes en jugo de peciolo demuestra los conceptos expresados por Hochmuth et al. (1994) y Navarro y Navarro (2003) en el cual no hay un valor fijo de suficiencia o deficiencia, 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 la tabla 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/m² con fertilización calculada para satisfacer el 100% de los requerimientos del cultivo, considerando el aporte del suelo y el agua de riego.

Tabla 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⁺ (ppm)	NO₃⁻ (ppm)	Ca⁺⁺ (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

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, en las cuales 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.

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.

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. 117p.

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.

Consideraciones para el manejo del riego con tensiómetros

Dr. R. Grasso ^a, Dra. C. Berrueta ^b

^a Programa de Horticultura, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Salto Grande, Camino Al Terrible (50000), Salto, Uruguay.

^b Programa de Horticultura, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Las Brujas, Ruta 48 Km 10 (90200), Rincón del Colorado, Uruguay.

Generalmente a nivel comercial en la producción de invernáculos en Uruguay la programación del riego se realiza en base a la experiencia de los productores y técnicos. De esta manera no existe un criterio único para la toma de decisiones en base a cuándo y cuanto regar. En Uruguay las condiciones climáticas cambian con rapidez. Lo que puede ocasionar grandes variaciones en cuanto a las demandas de agua de los cultivos. A eso se le suma que junto con la operación del riego se realiza la fertilización (fertirriego) por lo cual un riego inadecuado conduce a problemas en la nutrición de los cultivos.

Esta falta de criterios en algunos casos puede ocasionar que se riegue en exceso o por el contrario en déficit. Para el caso del riego excedentario este ocasiona lavado de nutrientes, contaminación de aguas subterráneas y pérdidas económicas. De manera contraria cuando la dotación de riego es deficitaria no llegan a cubrir las necesidades de los cultivos. Los déficits hídricos ocasionan pérdidas de rendimiento y acumulación de sales en el suelo.

Para que el riego se ajuste a la demanda variable de los cultivos consideramos necesario utilizar herramientas a nivel de predio que nos permitan tomar mejores decisiones en cuanto al manejo del riego. Los tensiómetros son instrumentos que nos permiten medir el potencial de matriz del suelo. Actúan como una raíz artificial de manera que miden la tensión o “fuerza” que debe hacer la raíz para obtener agua del suelo. El tensiómetro consta de una capsula porosa de cerámica, además de un tubo de plástico generalmente transparente. Este se utiliza como reservorio de agua. Además, posee un vacuómetro donde se registra la tensión. Los tensiómetros generalmente tienen un rango de funcionamiento que va desde 0 a -80 cbar. Donde el valor 0 indica un suelo saturado y -80 kPa un suelo seco. Se eligieron los tensiómetros ya que son instrumentos precisos, sencillos de instalar, no estén afectados por sales, son de bajo costo y mantenimiento.

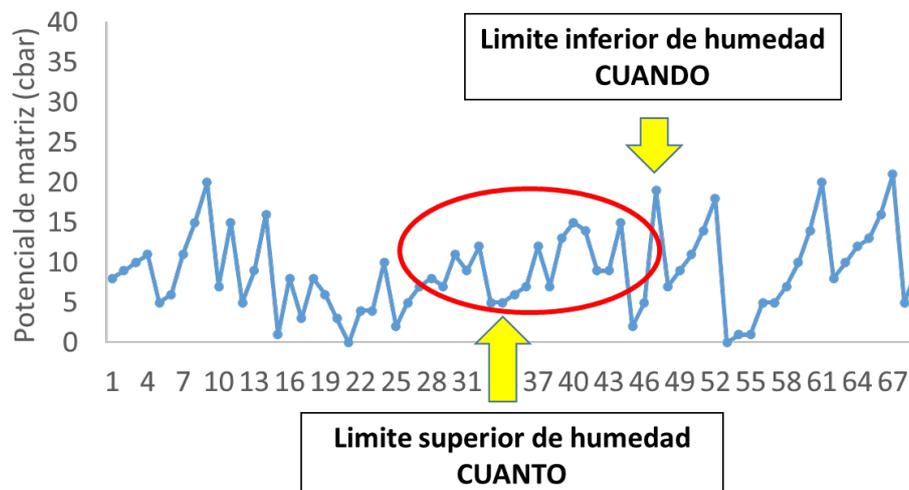


Figura 1. Potencial de matriz del suelo a lo largo de un ciclo de tomate de primavera en INIA Las Brujas.

Para la interpretación de las lecturas de los tensiómetros se deben definir límites tanto superiores como inferiores de potencial. El límite superior de humedad del suelo generalmente está cercano a capacidad de campo, a la profundidad del suelo deseada. Por otro lado, el límite inferior indica el contenido de humedad del suelo por encima del cual el cultivo comienza a sentir stress hídrico. Este límite inferior nos indica cuando comenzar a regar. Y el límite superior nos indica cuánto regar. Para el caso de los tensiómetros en el ensayo de tomate en INIA Las Brujas se está manejando como **límite inferior entre -15 a -20 cbar, que nos determina cuando empezar a regar**. Y como **límite superior entre 0 y -5 cbar, hasta cuánto regar**. De esta forma se logra mantener una humedad de suelo uniforme que varía dentro del rango de 0 – -20 cbar (Figura 1). Esto sería muy difícil de lograr regando sin ningún tipo de monitoreo.

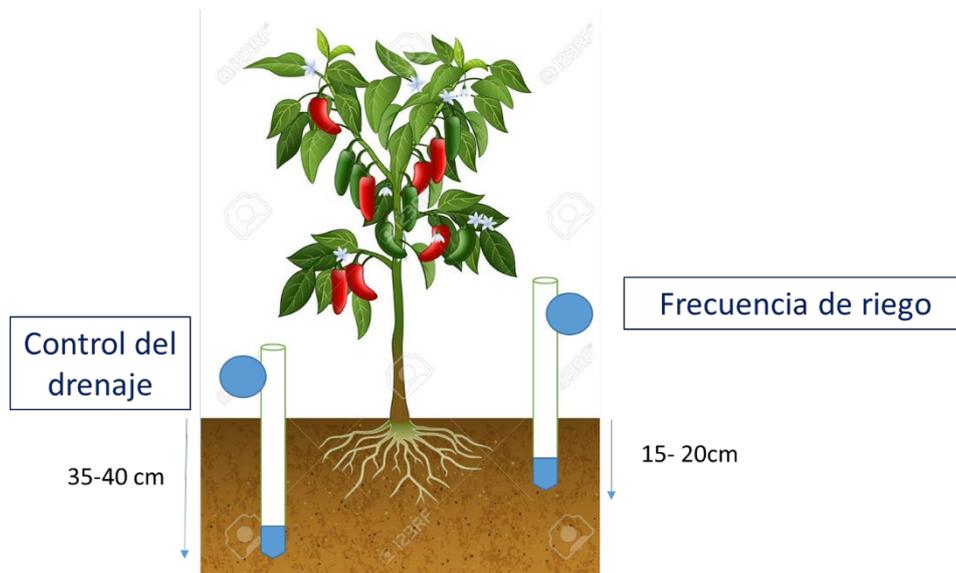


Figura 2. Posición y profundidad de los tensiómetros con respecto a las plantas. Si deseamos obtener una humedad homogénea dentro del perfil del suelo se utilizan diferentes configuraciones de los tensiómetros. En este caso para el cultivo de tomate se están utilizando tensiómetro ubicados entre 15-20 cm de profundidad para la toma de decisiones de cuando comenzar los riegos (Figura 2). Y un segundo tensiómetro en profundidad entre 35-40 cm para determinar cuánto regar. De esta manera se han obtenido buenos resultados en cuanto al manejo del riego en las condiciones de invernáculos de tomate para el ensayo instalado en INIA Las Brujas