



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Medida del estado nutritivo del cultivo por análisis de savia

M^a Teresa Peña Fleitas

¿Cómo podemos mejorar el manejo del N?

**MANEJO DE N
DE SEGURIDAD**

(basado en *incertidumbre*)

Reemplazar
INCERTIDUMBRE por
INFORMACIÓN

**MANEJO DE N
MEJORADO**

(basado en *información*)

Análisis de N en suelo
solución de suelo

Monitorización
de N en planta

Análisis de savia

Sensores ópticos



Sistemas de ayuda a
la toma de decisiones (DSS)
y modelos de simulación

Monitorización de N en planta

- La planta por sí misma es un buen indicador del estado de N de un cultivo.
- Integra tanto la demanda del cultivo como el suministro de N.
- Seguimiento regular y/o puntual en momentos críticos.



Monitorización de N en planta

Sistema Hortícola Intensivo (Fertirriego):

- Aplicaciones frecuentes de N.
- Posibilidad de ajustes rápidos en la aplicación de N.
- Posible uso en el manejo óptimo de N.



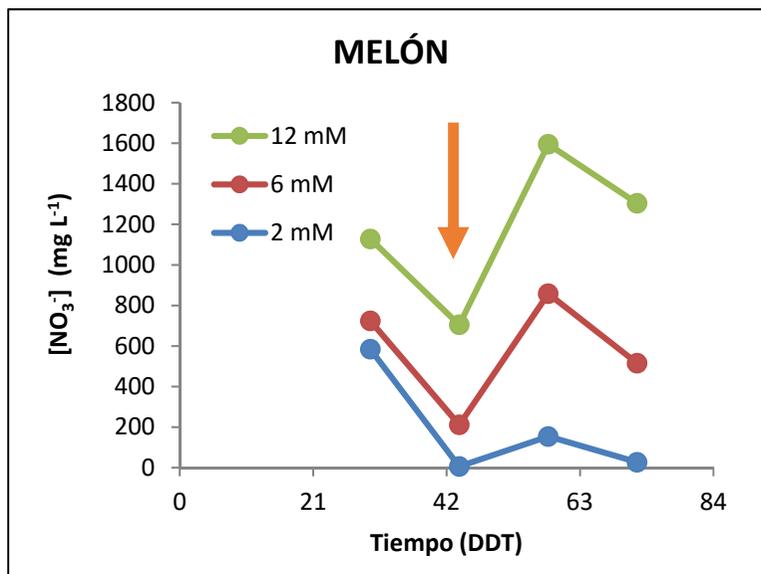
- MAYOR USO EFICIENTE DE N
- MENOR CONSUMO FERTILIZANTE
- MENOR LIXIVIACIÓN NITRATOS

MISMA PRODUCCIÓN POR MENOS COSTE Y MENOS CONTAMINACIÓN

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Determinación de la concentración de nitrato ($[\text{NO}_3^-]$) en peciolo

- El peciolo es un tejido de transporte. Hay flujo de nutrientes.
- Se considera un método muy sensible al estado nutricional de la planta.
 - Respuesta rápida a cambios en la nutrición.



La flecha indica una medida de savia realizada en cada tratamiento unos días después de sufrir problemas con el sistema de fertirriego, donde se aplicó menos N que el indicado para cada tratamiento.

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Determinación de $[\text{NO}_3^-]$ en peciolo

- Gran número de estudios que presentan una fuerte relación entre la $[\text{NO}_3^-]$ en savia y el estado de N del cultivo.
 - Univ. Florida: Valores de referencia para $[\text{NO}_3^-]$ y $[\text{K}^+]$.
 - Israel: GroNTec (Zeraim-Syngenta).
 - Holanda: Sistema basado en el limbo. Uso en patata y en hortalizas bajo invernadero.

 CIR1144

Plant Petiole Sap-Testing For Vegetable Crops¹

George Hochmuth² <http://edis.ifas.ufl.edu/cv004>

 NovaCropControl
Specializing in plant sap analysis

<http://www.novacropcontrol.nl>

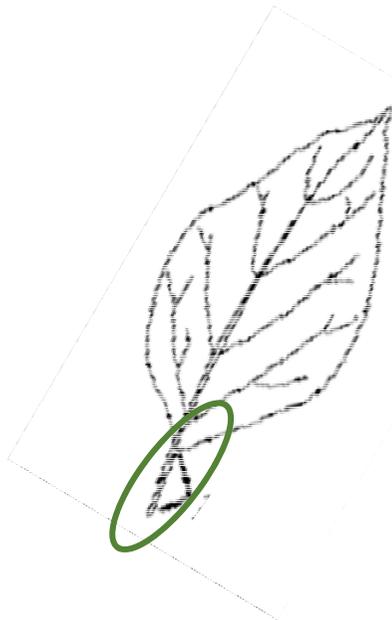
 GroNTec™
Growing Optimization & Technology

<https://www.youtube.com/watch?v=Ui3xTzBBmaE>

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Procedimiento en la determinación de $[\text{NO}_3^-]$ en peciolo

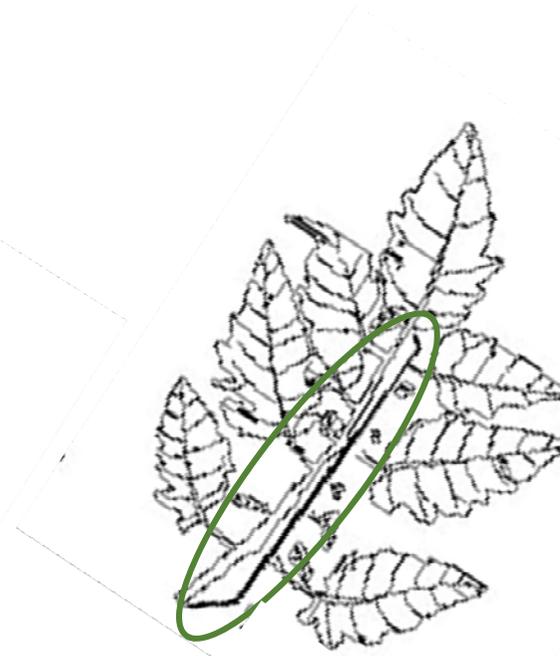
- Muestreo en plantas representativas (15-20 peciolos)



Pimiento



Pepino



Tomate

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Procedimiento en la determinación de $[\text{NO}_3^-]$ en peciolo

- Muestreo a primera hora de la mañana.
- Toma de la hoja más joven completamente expandida.
- Conservación hasta análisis en bolsas auto-cierre a 4°C. (max. 8 horas)
- Análisis en laboratorio o con test rápidos



LaquaTwin



Clean Grow

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Procedimiento en la determinación de $[\text{NO}_3^-]$ en peciolo

1. Toma muestras
2. Separación peciolo-limbo
3. Troceado del peciolo
4. Extracción savia (prensa manual)
5. Análisis



Monitorización de N en planta. [NO₃⁻-N] en savia

Valores de referencia de Florida

(de Hochmuth, G., <http://edis.ifas.ufl.edu/cv004>)

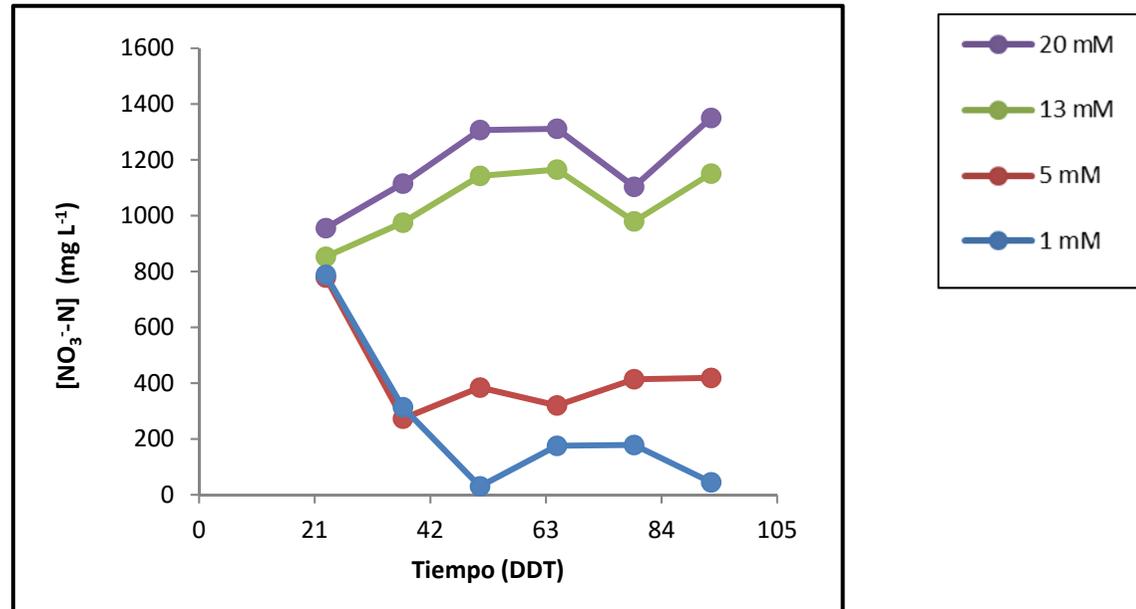
Cultivo	Fase Fenológica	[NO ₃ ⁻ -N] (mg L ⁻¹)
Tomate	2º racimo	1000-1200
	5º racimo	800-1000
	Cosechas	700-900

Consideraciones anteriores (con aplicaciones de N poco frecuentes):

- [NO₃⁻] en savia (valores de referencia) se reduce durante el cultivo
- Los valores de referencia eran específicos para regiones

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Ensayos recientes en Almería con tomate fertirrigado



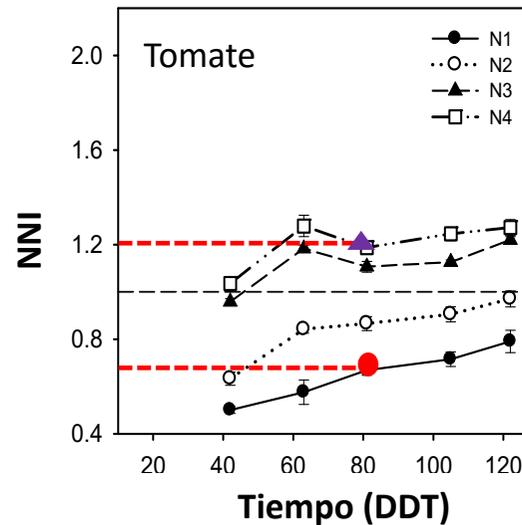
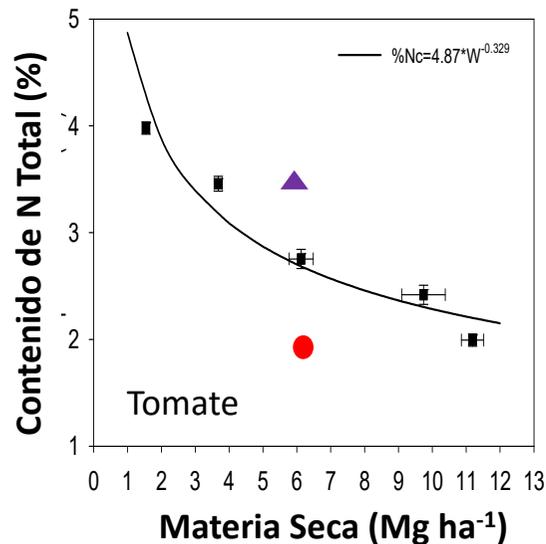
Sistemas de fertirriego con frecuentes aplicaciones de N:

- $[\text{NO}_3^-]$ en savia es bastante constante con el tiempo.
- Similares observaciones con tomate para industria al aire libre en Italia.

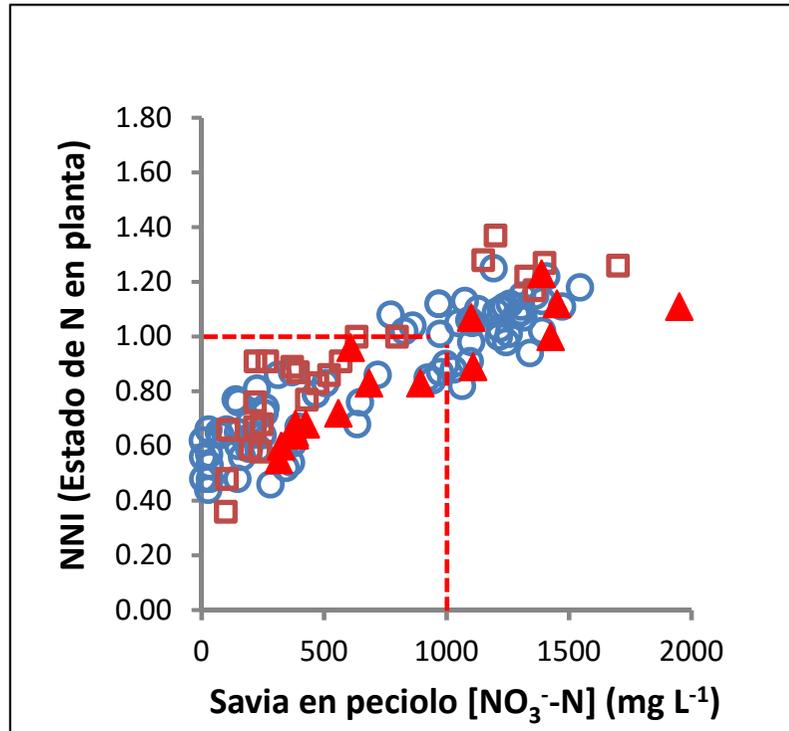
Relación entre $[\text{NO}_3^-]$ en savia y estado de N en planta

Índice de nutrición de N (NNI)

- Basado en la curva crítica de N (%N crítico)
- $\text{NNI} = \frac{\%N_{\text{actual}}}{\%N_{\text{crítico}}}$
 - $\text{NNI} = 1$ No hay limitación ni exceso de N (Óptimo)
 - $\text{NNI} < 1$ Hay **deficiencia** de N ●
 - $\text{NNI} > 1$ Hay **exceso** de N ▲



Relación entre $[\text{NO}_3^-]$ en savia y estado de N en planta



Fuente: Peña-Fleitas et al. 2015,
Annals of Applied Biology

- Tomate invernadero, Almería
 - Tomate industrial 2006, aire libre, Italia
 - ▲ Tomate industrial 2007, aire libre, Italia
- Relación constante entre $[\text{NO}_3^-]$ en savia y NNI para todo el cultivo.
 - Misma relación para los dos tipos de cultivo de tomate.
 - Valor de suficiencia constante y común para tomate: 1000 mg L^{-1} de $\text{NO}_3^- \text{-N}$
 - Mismo valor de suficiencia para tomate fresco en invernadero y tomate industria de aire libre.

Valores de referencia de $[\text{NO}_3^-]$ en savia para Almería

Valores de referencia de Almería

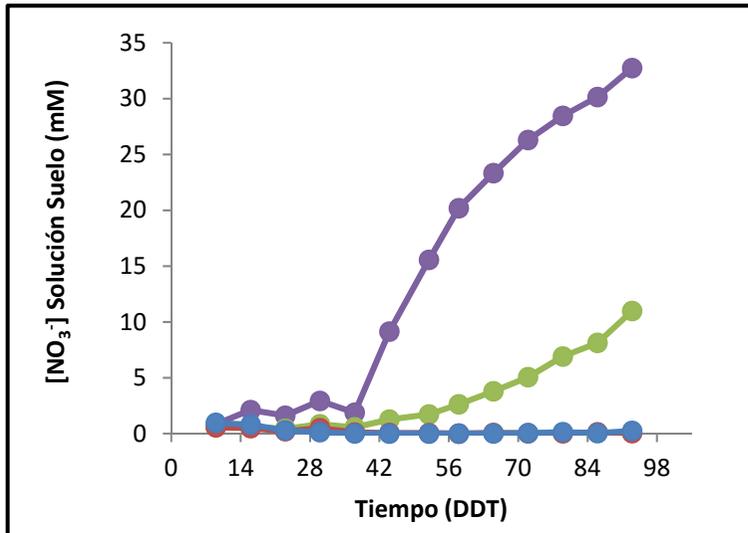
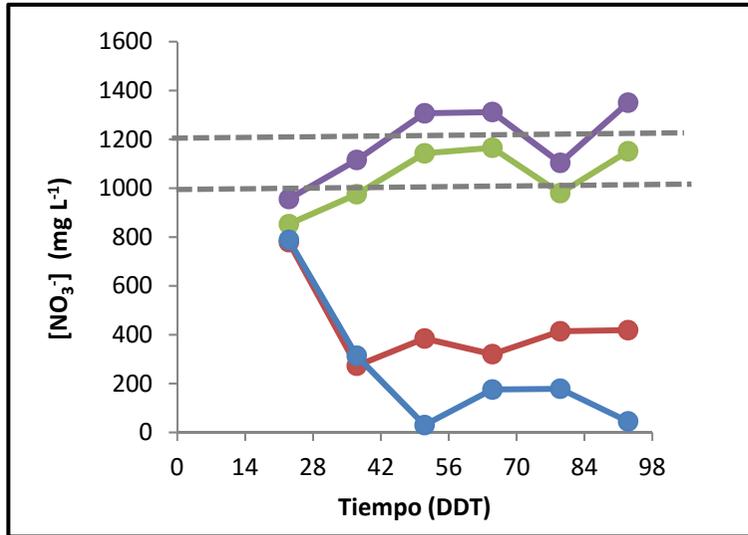
Especie	Valores de Suficiencia $[\text{NO}_3^-\text{-N}]$ (mg L^{-1})
Tomate	1000-1200
Melón	1100-1300
Pimiento	1100-1500 ^(*)

() Valores provisionales*



Uso $[\text{NO}_3^-]$ en savia en el manejo óptimo N

Uso combinado con análisis de la solución del suelo



Se puede analizar $[\text{NO}_3^-]$ en savia y en la solución de suelo con test rápidos

Monitorización de N en planta. $[\text{NO}_3^-]$ en savia

Observaciones generales:

- Es un método sensible y prometedor.
- Importante seguir rigurosamente el protocolo.
 - Gestión de las muestras
- Desafortunadamente no disponemos de datos de suficiencia para todos los cultivos.
- Empresas privadas activas en el uso de savia
 - Zeraim-Syngenta con $[\text{NO}_3^-]$ en savia en peciolo.
 - NovaCropControl (Holanda) con varios nutrientes en savia en limbo.



Bibliografía Recomendada

Artículos Científicos:

- Peña-Fleitas M.T., Gallardo, M., Thompson, R.B., Farneselli, M., Padilla, F.M. (2015). Assesing crop N status of fertigated vegetable crops using plant and soil monitoring techniques. *Annals of Applied Biology* ,167: 387-405.
- Thompson R.B., Gallardo, M., Joya, M., Segovia, C., Martínez-Gaitán, C., Granados, M.R. (2009). Evaluation of rapid analysis systems for on-farm nitrate analysis vegetable cropping. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7: 200-211.
- Hochmuth, G. (2015). Plant Petiole Sap-Testing for Vegetable Crops. <http://edis.ifas.ufl.edu/cv004>

Bibliografía Recomendada

Información Divulgativa:

- Thompson, R.B., Fernández Fernández, M.M, Cánovas Fernández, G., Gallardo, M. (2016). Aplicaciones prácticas de sistemas de análisis rápido de nutrientes para mejorar el manejo del Nitrógeno en cultivos de invernadero. En Mejora en la eficiencia del uso de Agua y Fertilizantes en Agricultura. Estación Experimental Cajamar “Las Palmerillas” de Cajamar Caja Rural.
- Thompson, R.B., Padilla, F.M., Peña-Fleitas, M.T., Gallardo, M. Fernández Fernández, M.M. (2014). Uso de sistemas de análisis rápidos para mejorar el manejo del nitrógeno en cultivos hortícolas. *Horticultura*, 315: 26-32.
- Peña-Fleitas, M.T., Thompson, R.B., Gallardo, M., Padilla, F.M. (2015). Optimización de la fertilización nitrogenada en cultivos de invernadero con técnicas de monitorización en suelo y planta. *Horticultura*, 321: 22-25.

Visita nuestra página web

<http://www.ual.es/GruposInv/nitrogeno/index.shtml>

[Welcome to the UAL Crop Nitrogen and Irrigation Lab!](#)

[¡Bienvenidos al Grupo de Nitrógeno y Riego de Cultivos de la UAL!](#)

