



HORTICULTURA

Este proyecto será pionero en el campo de la horticultura, proporcionando nuevas prácticas de fertilización nitrogenada en sistemas avanzados de hidroponía y permitiendo una producción saludable y segura de hortalizas

MODULATransProt: Explorando el uso de la nutrición amoniacal para reducir contenidos de nitrato en hortalizas de hoja en sistemas de cultivo sin suelo

Idoia Ariz, Mikel Rivero (Instituto de Investigación en Biología Multidisciplinar Aplicada, IMAB, Universidad Pública de Navarra)

Alfonso Cornejo (Instituto de Investigación en Materiales Avanzados y Matemáticas, INAMAT², Universidad Pública de Navarra)

José María García-Mina, Rita Yolanda Cavero (Universidad de Navarra)

15/03/2021



Encontrar alternativas a través del diseño de productos y sistemas sostenibles que aumenten la eficiencia en el uso del nitrógeno y disminuya los contenidos de nitratos en tejidos comestibles es una necesidad científica, social y económica.

Proveer a una población creciente de alimentos y dietas saludables procedentes de sistemas de producción sostenibles, es un reto inmediato para alcanzar una Intensificación Sostenible de la Agricultura (SIA, por sus siglas en inglés). Para ello, en la agricultura moderna debe existir un compromiso entre la productividad de los cultivos, la seguridad y calidad alimentaria y el mínimo impacto sobre el entorno, maximizando la aplicación de conocimiento por hectárea cultivada.

Sin embargo, el empleo masivo de fertilizantes nitrogenados en agricultura durante los últimos 50 años ha dado lugar a actuales problemas medioambientales, así como de salud pública. Actualmente, existe una gran preocupación respecto a dos aspectos: primero, el aumento de la concentración de nitratos en los tejidos vegetales comestibles y en las aguas superficiales y subterráneas que conlleva un aumento de la eutrofización y origina problemas de potabilidad y, segundo, la contaminación atmosférica que potencia el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono y la lluvia ácida.

El nitrato forma parte de la dieta de los seres humanos y se puede encontrar en agua, hortalizas, frutas, carnes curadas, pescado, productos lácteos, cervezas y cereales. Las hortalizas de hoja grande tales como la lechuga (*Lactuca sativa L.*) y la espinaca (*Spinacea oleracea L.*), son especies que tienden especialmente a acumular este anión en sus tejidos foliares. De hecho, las hortalizas representan la principal fuente de ingesta diaria de nitrato en la dieta humana (Santamaria, 2006).

El riesgo de incorporación de cantidades elevadas de nitratos a la cadena alimentaria a través del agua y los alimentos ha originado que, por un lado, se controlen y regulen las zonas vulnerables a la contaminación de aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias; y por otro lado, la UE establezca contenidos máximos de nitratos en productos alimenticios, haciendo especial hincapié en hortalizas (Reg. 1258/2011/CE1).

Actualmente, a pesar del progreso conseguido con las buenas prácticas agrarias para reducir la presencia de nitratos en ciertas hortalizas de hoja (i.e. lechuga y espinaca), y una estricta aplicación de las mismas, todavía no ha sido posible alcanzar niveles inferiores a los valores establecidos por la ley en determinadas regiones de la Unión Europea.

El factor determinante de la persistencia de este problema es el clima, en particular, las condiciones de luz, en determinados periodos estacionales (ej. otoño, invierno) y regiones geográficas. Dichas condiciones no pueden ser alteradas por el productor y por tanto, encontrar alternativas a través del diseño de productos y sistemas sostenibles que aumenten la eficiencia en el uso del nitrógeno y disminuya los contenidos de nitratos en tejidos comestibles es una necesidad científica, social y económica.

En cultivos con suelo, tanto el amonio (forma reducida de nitrógeno) como la urea (que tras ser hidrolizada por la actividad ureasa de las bacterias del suelo da lugar a amonio), son transformados rápidamente a nitrato (forma oxidada de nitrógeno), por la acción de las comunidades bacterianas nitrificantes del suelo. En este caso, las plantas siguen absorbiendo nitrógeno mayoritariamente en forma de nitrato.

Sin embargo, cuando se aplican abonos estabilizados, con el fin de evitar la acumulación de nitrato en el suelo, cuya formulación incluye un fertilizante nitrogenado, principalmente en forma amoniacal o ureica, y un inhibidor de la nitrificación, la oxidación bacteriana del amonio en el suelo se ve ralentizada y el nitrógeno permanece durante más tiempo en forma de amonio, el cual no es susceptible de ser lixiviado ni desnitrificado. No obstante, la persistencia prolongada de amonio o urea como principal fuente de nitrógeno provoca una situación de estrés severo en gran variedad de cultivos, mostrando síntomas de toxicidad tras su aplicación, y conduciendo en último término a una importante disminución en la producción de las cosechas (Imagen 1).

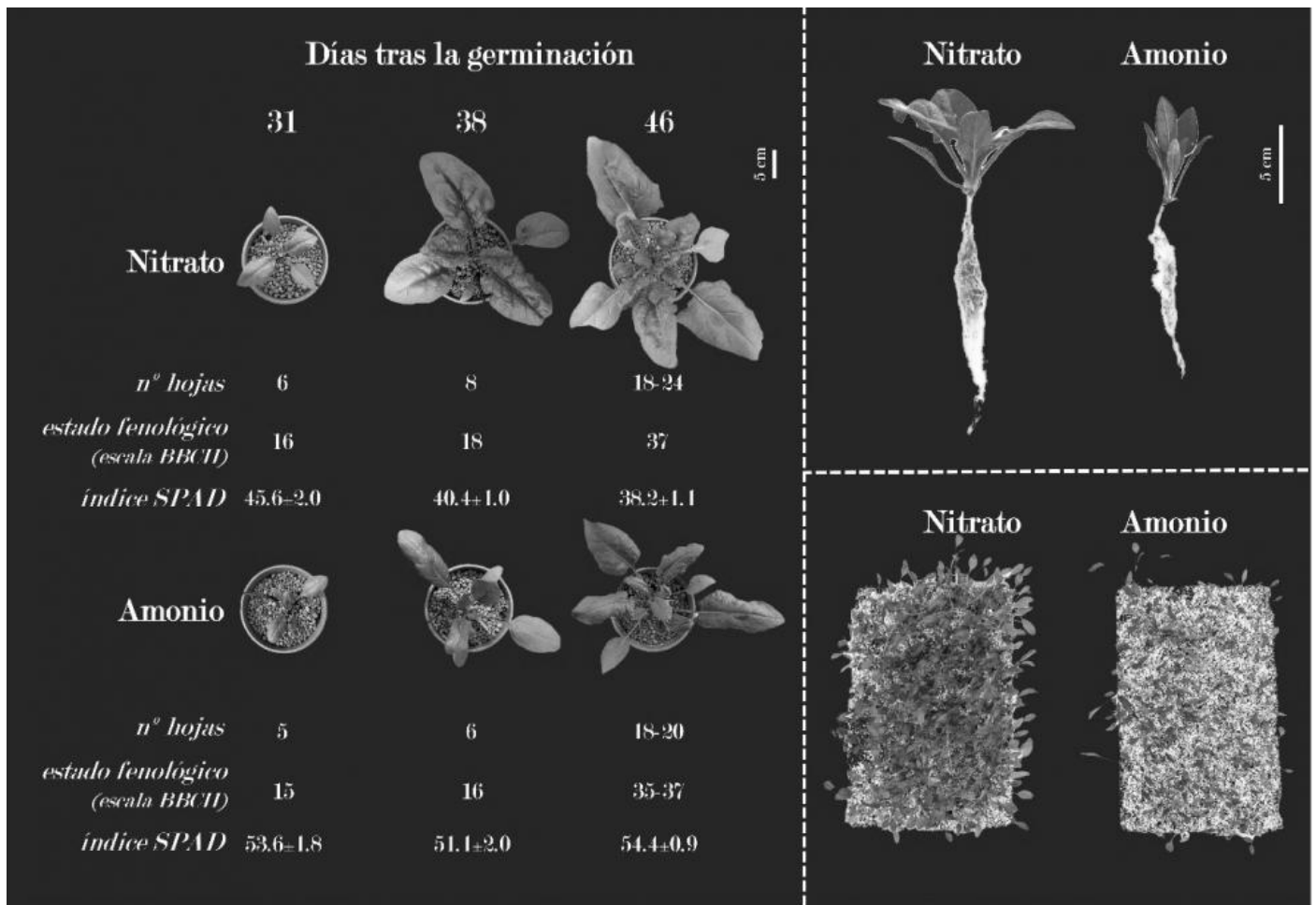


Imagen 1. Síntomas visuales de "síndrome amoniacal" en plantas de espinaca durante distintos estadios de crecimiento (escala BBCH) y crecidas en distintos sistemas de cultivo sin suelo.

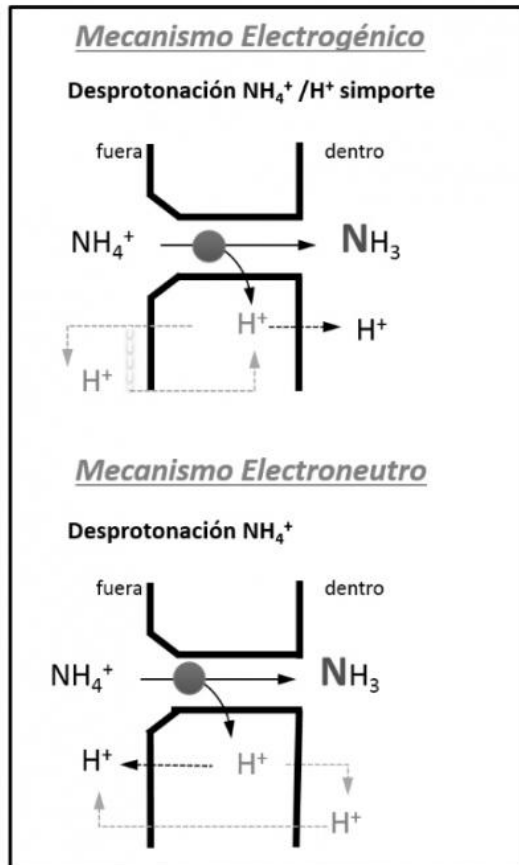
MODULATransProt propone nuevas prácticas para la aplicación de fertilizantes amoniacales en sistemas de cultivo sin suelo usados en horticultura, las cuales permitirán a las plantas regular por sí mismas sus mecanismos fisiológicos evitando la disminución de rendimiento en condiciones de nutrición amoniacal. El presente proyecto, vinculado al Reto 2 sobre Seguridad y Calidad Alimentaria del Programa Estatal de I+D+i y Retos de la Sociedad, contribuirá de forma importante a incrementar la calidad y seguridad alimentaria de hortalizas de hoja, consiguiendo minimizar el contenido de nitratos en tejidos vegetales comestibles.

El proyecto cuenta con un equipo multidisciplinar (áreas de conocimiento implicadas: agronomía, fisiología vegetal, química, biología molecular y farmacognosia) cuyos miembros pertenecen a 6 grupos de investigación de 4 instituciones europeas diferentes. En esta propuesta participan la Universidad Pública de Navarra (Institutos de investigación IMAB e INAMAT2, España), Universidad de Navarra (grupos BACH y Farmacognosia, España), Universidad de Lisboa (Centro de Ecología, Evolución y Cambios Ambientales, cE3c, Portugal) e Instituto de Investigación Leibniz de Genética Vegetal y de Cultivos (IPK Gatersleben, Alemania).

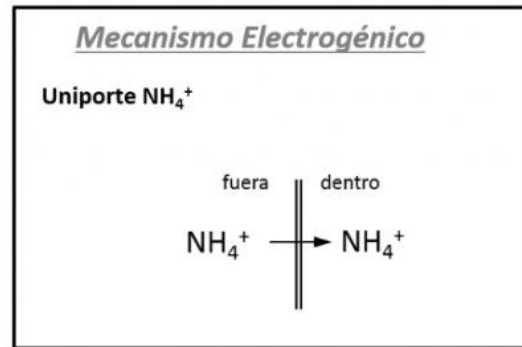
Para conseguir este objetivo, el proyecto está soportado por **tres pilares fundamentales** que se corresponden con tres paquetes de trabajo:

Pilar 1: Conocimiento molecular y fisiológico. Relacionado con el estudio de los mecanismos de entrada del amonio en la planta, basado en su forma química (NH_3 o NH_4^+) y su regulación. Este paquete de trabajo viene apoyado por el siguiente esquema de transporte de amonio propuesto y publicado recientemente por algunos de los participantes del proyecto en la revista científica multidisciplinar Science Advances (Ariz et al., 2018; Imagen 2)

Transporte de amonio a través de proteínas Amt-Mep-Rh



Transporte de amonio a través de transportadores K^+/NH_4^+



Transporte de amonio a través de algunas aquaporinas

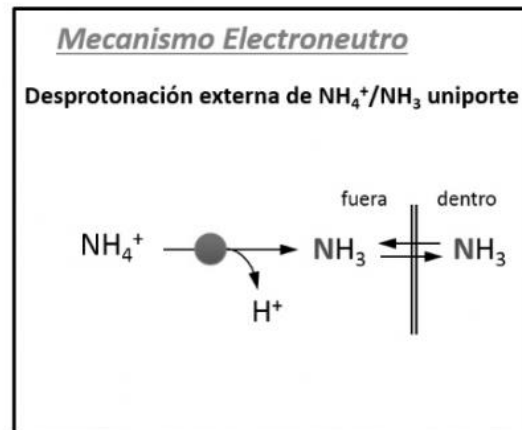


Imagen 2. Mecanismos de transporte de amonio en seres vivos (Ariz et al., 2018).

Pilar 2: Aplicación de más conocimiento por hectárea. Enfocado a la aplicación de moduladores metabólicos intervinientes en el proceso de absorción del amonio por las raíces en sistemas de cultivo hortícolas de hoja sin suelo. Las especies hortícolas que se estudiarán serán: espinaca, lechuga y rúcula entre otras.

¿Por qué usar sistemas de cultivo sin suelo? El gran aumento de los sistemas de cultivo sin suelo en las últimas décadas ha sido impulsado, en parte, por la fuerte y creciente demanda de alimentos seguros de alta calidad fuera de temporada. Los sistemas de cultivo sin suelo, que incluyen no sólo el hidropónico puro y el aeropónico, sino también los sistemas con sustratos inertes, se utilizan comúnmente en la producción de hortalizas y horticultura urbana (Raviv et al., 2019).

Los sistemas sin suelo ofrecen un uso eficiente de los recursos, como el de los nutrientes y el agua, y un menor riesgo de expansión de plagas y enfermedades en los cultivos (Raviv et al., 2019). Por ejemplo, el sistema "Nutrient Film Technique (NFT)" (Imagen 3) es uno de los sistemas de cultivo sin suelo que mejor maximiza la eficiencia del uso del agua, el cual recicla toda el agua y los nutrientes no utilizados por las plantas, minimizando la producción de aguas residuales.

Uno de los mensajes clave lanzados por la Comisión Lancet, es que la producción sostenible de alimentos no debería utilizar tierra adicional, salvaguardar la biodiversidad, reducir y gestionar responsablemente el uso del agua y reducir sustancialmente la contaminación por nitrógeno (Willett et al., 2019). Por tanto, este tipo de sistemas nos permite, por un lado, lograr la SIA, fortaleciendo la producción de alimentos con un mínimo impacto ambiental negativo e "incremento cero" de la degradación del suelo, y por otro lado, gestionar esos factores que afectan la producción de vegetales saludables de manera eficiente, como la aplicación de nutrientes/fertilizantes, sin depender de la influencia de algunos factores ambientales y/o físico-químicos ligados a la matriz suelo.

En este contexto socioeconómico y ambiental, la aplicación de fertilizantes nitrogenados alternativos a la fertilización basada en nitrato en sistemas de cultivo sin suelo podría prevenir las pérdidas de nitrógeno al medio ambiente y reducir el contenido de nitratos en los tejidos vegetales comestibles.



Imagen 3. Mesas de hidroponía tipo NFT experimentales (mesas Minicamp con sistema New Growing System, NGS®) instaladas para el proyecto MODULATransProt. Imágenes cedidas por la UPNa.

Pilar 3: Seguridad Alimentaria y Dietas Saludables. Relacionado con la producción sostenible de vegetales saludables: “Acumulación Cero de Nitrato”.

Este sistema de nutrición principalmente amoniacal permitirá una producción segura y sostenible de vegetales 100% saludables, con 0% de contenido de nitratos en tejidos comestibles.

Pilar 4: Información Integrativa y Transversal. Centrado en la integración y el establecimiento de conexiones entre los 3 paquetes de trabajo anteriores y el impacto del proyecto:

Impacto científico técnico o internacional: MODULA-TransProt generará conocimiento original para los campos de conocimiento de la horticultura, fisiología vegetal y farmacognosia. La implicación de este equipo multidisciplinar constituido por investigadores nacionales e internacionales (UPNa-IPK-FCUL-UNAV) será esencial para encontrar nuevas prácticas agrarias en el uso de fertilizantes amoniacales en sistemas de cultivo sin suelo para la horticultura.

Impacto en la sociedad: es de gran interés transmitir la importancia de las conexiones entre sociedad, medioambiente, tecnología y ciencia, las cuales son y serán clave para la subsistencia de la vida en la Tierra. En este aspecto, nos gustaría crear junto con la Unidad Cultural de la UPNa una serie de actividades (ya planificadas en el plan de trabajo del proyecto) para estudiantes y público en general:

1) Artículos de divulgación.

2) Exposición interactiva, dirigida al público en general, así como a personas comprometidas que quieran saber más sobre los sistemas sostenibles de producción alimentaria y prácticas alternativas de fertilización nitrogenada en horticultura. Exposición itinerante (escuelas, institutos, centros cívicos).

Impacto en bioeconomía: el entendimiento de los mecanismos que originan la sensibilidad al amonio es crucial para conseguir aumentar la eficiencia en el uso del nitrógeno. Los sistemas de cultivo hidropónico presentan mayor eficiencia en el uso de recursos (nutrientes y agua). En 2018, Europa ha contado con el 47,3% de la cuota del mercado global de técnicas avanzadas para invernadero inteligente en cultivo hidropónico (invernaderos “high-tech”), siendo España uno de los 3 países que han liderado la producción de

cultivos en hidroponía. Este mercado global de los sistemas de hidroponía ha sido valorado en 23.940 millones de dólares americanos en 2018 y se prevé que tenga un CAGR del 6.8% durante 2019-2024 (Mordor Intelligence, 2019).

Así, MODULATransProt será pionero en el campo de la horticultura, proporcionando nuevas prácticas de fertilización nitrogenada en sistemas avanzados de hidroponía y permitiendo una producción saludable y segura de hortalizas.

Para más información relacionada con el desarrollo de herramientas para diagnosticar y combatir el síndrome amoniaca se puede consultar un número especial que está siendo co-editado por la IP del proyecto MODULATransProt, Idoia Ariz en la revista internacional "Agronomy", editorial MDPI, de acceso abierto: "Development of tools for diagnosing and counteracting ammonium toxicity in model and crop plants" Guest Editors: Dr. Teresa Fuertes-Mendizabal (UPV/EHU, España); Prof. Dr. Bertrand Hirel (INRAE, Francia; Dr. Idoia Ariz (UPNa, España)).

https://www.mdpi.com/journal/agronomy/special_issues/tools_ammonium_toxicity

O más abreviado:

<https://www.mdpi.com/si/77943>

Ariz I, Boeckstaens M, Gouveia C, Martins AP, Sanz-Luque E, Fernández E, Soveral G, von Wirén N, Marini AM, Aparicio-Tejo PM, et al (2018) Nitrogen isotope signature evidences ammonium deprotonation as a common transport mechanism for the AMT-Mep-Rh protein superfamily. Sci Adv 4: eaar3599.

Meier U (2001) BBCH-Monografía: estadios de crecimiento de las plantas mono- y dicotiledóneas. Informe Técnico, 2ª Edición. Centro Federal Alemán de Investigación en Biología para Agricultura y Ciencias Forestales.

Raviv M, Lieth JH, Bar-Tal A (2019) Soilless Culture: Theory and Practice, Segunda Edición. Elsevier. Santamaria P (2006) Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. J Sci Food Agric 86: 10–17.

Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, Garnett T, Tilman D, DeClerck F, Wood A, et al (2019) Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 393: 447–492.

COMENTARIOS AL ARTÍCULO/NOTICIA

Nuevo comentario

Identificarse | Registrarse