



Cultivos Tropicales
ISSN: 1819-4087
Ediciones INCA

Nicolás-Barrios, Darío; Carlota-Rodríguez, Silvia; Yfran-Elvira, María de las Mercedes
Evaluación de la residualidad de nitratos en lechuga (*Lactuca sativa* L.) regadas con distintas concentraciones del anión
Cultivos Tropicales, vol. 43, núm. 3, 2022, pp. 1-6
Ediciones INCA

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193275342011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Evaluación de la residualidad de nitratos en lechuga (*Lactuca sativa* L.) regadas con distintas concentraciones del anión

Evaluation of nitrate residual in lettuce irrigated with different concentrations of the anion

 Darío Nicolás-Barrios*,  Silvia Carlota-Rodríguez,  María de las Mercedes Yfran-Elvira

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Sargento Cabral 2131, CP 3400 Corrientes, Argentina

RESUMEN: En la provincia de Corrientes, Argentina, el cultivo de lechuga representa el 54 % del total entregado a nivel nacional, pero también presenta la problemática de altas concentraciones de nitratos en agua utilizada para riego y consumo. El objetivo del presente trabajo fue determinar la residualidad de nitratos en hoja de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var Brisa y parámetros de crecimiento de plantas regadas con agua conteniendo distintas concentraciones de nitrato. El ensayo se realizó en invernadero, en un suelo Udipsament árgico, en macetas de 3 L. Los tratamientos, con cinco repeticiones, fueron: T0 (testigo): las macetas fueron regadas con agua que contenía 0 mg de $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T1: macetas regadas con agua que contenía 25 mg de $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T2: regadas con 50 mg de $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T3: regadas con 75 mg de $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T4: regadas con agua conteniendo 100 mg de $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$. Las lechugas, producidas en periodo invernal y que recibieron nitrato mediante el riego, presentaron mayor concentración de nitrato foliar respecto del testigo. Además, el riego con 100 ppm de nitratos se asoció con la concentración de nitrato foliar, masa seca de la planta entera, masa seca parte aérea de la planta y con la longitud de hojas. Mientras que, el testigo y tratamiento con aporte de 25 ppm de nitrato se asociaron con el número de hojas. Las lechugas producidas con riego con 75 y 100 ppm de nitratos tuvieron valores de nitrato foliar que superan considerablemente los estándares, por lo que no son aptas para consumo humano.

Palabras clave: abonos nitrogenados, crecimiento, hortalizas de hoja, salud pública.

ABSTRACT: In Corrientes province, Argentina, lettuce cultivation represents 54 % of the total national crop, but also presents the problem of high nitrate concentrations in water used for irrigation and consumption. The aim of this study was to determine the nitrate residual in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.) var Brisa and growth parameters of plants irrigated with water containing different concentrations of nitrate. The trial was carried out in a greenhouse, in an Udipsament-argic soil, in 3 L pots. Treatments, with five replicates, were: T0 (control): pots were irrigated with water containing 0 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T1: pots irrigated with water containing 25 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T2: irrigated with 50 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T3: irrigated with 75 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$, T4: irrigated with water containing 100 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$. Lettuces, produced in winter period and that received nitrate through irrigation, presented higher foliar nitrate concentration compared to the control. In addition, irrigation with 100 ppm nitrate was associated with leaf nitrate concentration, whole plant dry mass, and plant aerial part dry mass and leaf length. While, the control and treatment with 25 ppm nitrate were associated with the number of leaves. Lettuces produced with irrigation with 75 and 100 ppm nitrate had leaf nitrate values that considerably exceeded the standards, making them unsuitable for human consumption.

Key words: nitrogen fertilizers, growth, leafy vegetables, public health.

*Autor para correspondencia: mariyfran077@hotmail.com

Recibido: 23/07/2021

Aceptado: 30/10/2021

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es el cultivo de mayor importancia económica entre las hortalizas de hojas, debido a la posibilidad de ser cultivado todo el año, bajo diferentes sistemas de producción (1). Esta hortaliza se cultiva generalmente en suelos regados, principalmente por surcos, estando asociado a un gran consumo de agua. Las características higiénico-sanitarias del agua y los alimentos, se ve comprometida por la presencia de cantidades excesiva de nitratos (NO_3^-) (2), problema generado por el uso excesivo de abonos nitrogenados.

El consumo de altos contenidos de nitrato en la dieta humana es peligroso, debido a que este ion contribuye a enfermedades como la metahemoglobinemia, que causa la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de los glóbulos rojos; ocasionando una disminución del oxígeno en los órganos y tejidos de todo el cuerpo, con daños en ellos e incluso, la muerte. También produce problemas gástricos, daño renal, desórdenes neurológicos e incluso el cáncer, efectos que se pueden notar en un periodo de mediano a largo plazo y ocasionan mayor afectación en menores de seis meses (3,4).

Las hortalizas, en particular las de hoja, acumulan contenidos de nitratos mayores a otros tipos de alimentos (1,5,6). A causa de esta problemática, se establecen límites de concentración de NO_3^- en hojas de hortalizas, por encima de los cuales su consumo no sería recomendable (7,8). En varios países europeos se ha fijado un límite de 2500-4500 $\text{mg NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de masa fresca del vegetal para que pueda ser destinado al consumo (9). La lechuga, consumida en ensaladas, es una de las especies con mayor tendencia a alcanzar alta concentración de NO_3^- en hojas y nervaduras (10), lo cual varía entre genotipos (11) y la estación de cultivo (12,13).

En Argentina, específicamente la provincia de Corrientes, tiene una participación importante en la comercialización de lechuga, representando el 54 % del total entregado a nivel nacional; mientras que, Buenos Aires tiene el 20 % y Santa Fe el 15 %. El volumen promedio a lo largo de todo el año es de 980 toneladas, el mayor volumen de producción se obtiene entre los meses de octubre y febrero. Vale aclarar que la participación de Corrientes es relativamente constante en el año, sin embargo, Buenos Aires entra con su producción entre noviembre y marzo (14).

En trabajos realizados por investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) con productores Hortícolas de Corrientes, encontraron concentraciones de NO_3^- de entre 10,65 y 240,65 mg L^{-1} en muestras de agua utilizadas para riego y consumo (15). Debido a que el productor utiliza el agua de la fuente de abastecimiento de su chacra

(perforación) sin hacer, en muchos casos, un análisis previo de la misma, el objetivo de este trabajo fue determinar la residualidad de nitratos en hoja de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var Brisa, regadas con agua conteniendo distintas concentraciones de nitrato.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el invernadero y el laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) Corrientes, Argentina. El suelo utilizado en este ensayo corresponde a un Udipsament árgico, perteneciente a la serie Ensenada Grande (16), proveniente del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE; ($27^{\circ}28'23.36''\text{S}$ y $58^{\circ}47'3.36''\text{O}$), con temperaturas media, máxima media y mínima media de 25,7; 31,3 y 20,9 °C, en el periodo estival y de 19, 23,9 y 14,9 °C, en el periodo invernal.

Las características químicas del suelo se visualizan en la Tabla 1.

La determinación cuantitativa de la MO del suelo se realizó por el método de Walkey y Black, la del P por el método Bray Kurtz I, el K por fotometría de llama, el Ca y el Mg por complexometría EDTA. El pH se midió potenciométricamente en una mezcla de suelo y agua en relación 1:2,5

El análisis fisicoquímico del agua a utilizar en el ensayo se realizó en el laboratorio de Química Analítica (UNNE) y se muestran los resultados en la Tabla 2.

Tabla 2. Características físicas y químicas del agua utilizada para preparar las soluciones de riego de los tratamientos

pH	5,97
Conductividad ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	286
Alcalinidad ($\text{mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$)	46
Nitratos (mg L^{-1})	N/D
Calcio (mg L^{-1})	24
Magnesio (mg L^{-1})	12
Dureza (mg L^{-1})	110,10
Sulfato (mg L^{-1})	2,87
Sodio (mg L^{-1})	0,06
Potasio (mg L^{-1})	2,93
Fosfato (mg L^{-1})	N/D

n/d- no disponible

Para el análisis de agua se usaron los siguientes métodos

pH: por Potenciometría, usando un peachimetro equipado con un electrodo de vidrio combinado,

Tabla 1. Características químicas del suelo proveniente del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE Corrientes, Argentina

MO (g kg^{-1})	N (g kg^{-1})	P (ppm)	K (cmol kg^{-1})	Ca (cmol kg^{-1})	Mg (cmol kg^{-1})	pH (H_2O)	Clase textural
0,66	0,03	6,40	0,23	2,94	0,80	6,76	Arenoso

determinación “*in situ*”; Conductividad eléctrica (Ce): por Conductimetría, empleando un conductímetro estandarizado a 25 °C; Calcio y Magnesio: por Volumetría de Formación de complejos (17); Dureza Total: por Volumetría de Formación de complejos (17); Cloruros: por Volumetría de precipitación, Método de Mohr (17); Sulfato: por Turbidimetría (Método ASTM D 516-90) (18); Sodio y Potasio: por espectrometría de absorción atómica (17); Fósforo: por Espectrofotometría de Absorción molecular, utilizando el método del azul de molibdeno (17); Nitrato: por Espectrofotometría de Absorción molecular, por el método del salicilato de sodio (19).

Manejo de cultivo

Primeramente, se realizó una desinfección del suelo mediante solarización (20) durante tres meses. Posteriormente, se realizó la siembra de la lechuga (*Lactuca sativa* L. var Brisa), en macetas de 3 L de capacidad, a una profundidad de 0,3 cm (longitud de la semilla), considerando que la profundidad de siembra debe ser la mínima posible. Se utilizaron los siguientes tratamientos con cinco repeticiones:

T0 (testigo): las macetas fueron regadas con agua que contenía 0 mg de $\text{NO}_3^- \text{L}^{-1}$

T1: macetas regadas con agua que contenía 25 mg de $\text{NO}_3^- \text{L}^{-1}$

T2: regadas con 50 mg de $\text{NO}_3^- \text{L}^{-1}$

T3: regadas con 75 mg de $\text{NO}_3^- \text{L}^{-1}$

T4: regadas con agua conteniendo 100 mg de $\text{NO}_3^- \text{L}^{-1}$

Las soluciones utilizadas se prepararon con KNO_3^- , disolviendo en agua corriente la cantidad correspondiente a la dosis de cada tratamiento.

Las plantas se mantuvieron en el invernáculo de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE), con temperaturas medias de 26 °C y, conociendo la capacidad de campo y la masa de la maceta, se mantuvo por gravimetría la humedad del suelo al 80 % de la capacidad de campo mediante riego con probeta, restituyendo la misma cada vez que se registraba descenso de la masa total de la maceta.

El ensayo se inició con la siembra de las semillas en el mes de abril, colocando cuatro semillas por maceta. El primer riego se realizó con agua corriente, sin agregado de NO_3^- , a fin de asegurar la germinación de las plántulas, debidas al incremento de potencial osmótico que pueda generar el anión.

A los 13 días se realizó el raleo de las plántulas y repique a las macetas que presentaron fallas, a fin de que cada maceta cuente con una planta, y para cada tratamiento corresponden 5 plantas en macetas individuales. Durante este periodo, el riego se realizó con agua corriente, sin agregado del anión.

A los tres días del raleo y posterior repique, se observaron todas las macetas con plantas establecidas y se procedió a iniciar el riego con la solución correspondiente a cada tratamiento.

Parámetros evaluados

Análisis foliar de lechuga: se cosechó de manera escalonada, en función del desarrollo de las plantas. La primera cosecha se llevó a cabo a los 60 días de la siembra y 12 días después se realizó otra, finalizando con el total de plantas, identificándose cada una. Se procedió a medir la masa fresca y luego se secó el material, en estufa a una temperatura no mayor de 60 °C. Una vez seco, el material fue molido en mortero hasta obtener un tamaño adecuado de partícula.

La determinación de nitratos en hojas de lechuga, utilizando el método colorimétrico por nitración con ácido salicílico (21), cuya fundamentación es la siguiente: el complejo formado por nitración de ácido salicílico bajo condiciones fuertemente ácidas presenta máxima absorción a una longitud de onda de 410 nm en soluciones básicas ($\text{pH} > 12$). La absorbancia del cromóforo es directamente proporcional a la cantidad de N-NO_3^- .

Se trabaja en tubos con muestra y contramuestra, para eliminar el efecto de la absorción provocada por los pigmentos vegetales y así cuantificar solamente la absorbancia del complejo formado. A continuación, se detalla el procedimiento seguido.

- Extracción del N-NO_3^- : mediante ebullición de 0,5 g de muestra en 50 mL de agua destilada durante 30 minutos.
- Filltración y transferencia cuantitativa a matraz de 50 mL.
- Pipeteo de alícuotas de 0,2 mL de extracto por duplicado en tubos de vidrio de 25 mL (tubo testigo y tubo problema).
- Adición al tubo problema de 0,8 mL de solución de ácido salicílico al 5 % (p/v) en ácido sulfúrico concentrado. Adición de 0,8 mL de ácido sulfúrico concentrado al tubo testigo.
- Adición lenta, transcurridos 20 minutos, de 19 mL de solución NaOH 2N a cada tubo.
- Desarrollo de color durante 24 horas (color estable hasta 72 hs).
- Preparación de soluciones patrón de nitrato con 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 mg g^{-1} a partir de una solución madre de 1000 $\text{mg NO}_3\text{K g}^{-1}$.
- Pipeteo de alícuotas de 0,2 mL de las soluciones patrón. Adición a cada tubo de los mismos reactivos que para el tubo problema.
- Lectura de la absorbancia de las soluciones patrón en un espectrofotómetro de doble haz a longitud de onda = 410 nm. Con los valores obtenidos se ajusta una recta de regresión y se calcula el coeficiente angular (m) para establecer la concentración del N-NO_3^- en las muestras problema.
- Lectura de la absorbancia de cada muestra con su blanco.

También se evaluaron variables de crecimiento: altura de plantas, masa seca de la planta entera y masa seca de la parte aérea, número de hojas y longitud de hoja.

Diseño estadístico

Se trabajó con un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos a las pruebas de normalidad mediante prueba de bondad de ajuste con el estadístico Shapiro-Wilks modificado ($\alpha=0,05$) y se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y prueba de Duncan ($p\leq 0,05$), utilizando el software Infostat (22). Para analizar la interdependencia de variables se realizó un análisis de componentes principales (ACP) y se estandarizaron los datos para realizar el análisis sobre la matriz de correlación de las variables.

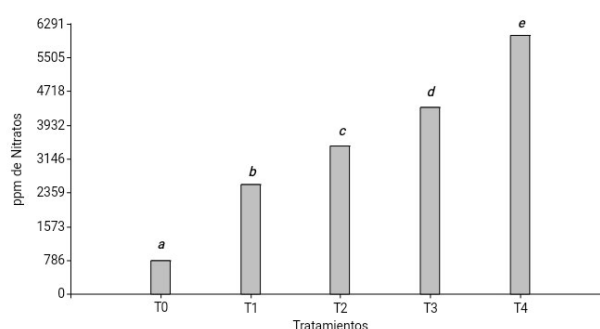
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las características químicas del suelo utilizado en el ensayo mostró valores de materia orgánica muy bajos ($<0,7\%$), según el tipo de textura del suelo, por lo que no estaría aportando nitratos al suelo/cultivo (Tabla 1), ya que el valor de materia orgánica es utilizado como indicador de la fertilidad del suelo (23). Los niveles bajos de nutrientes en el suelo provocan que las plantas adquieran menor crecimiento; aun así, esto no debería influir en el objetivo final del trabajo.

En cuanto al agua utilizada, los principales parámetros que definen el riesgo del uso de un determinado tipo de agua son el contenido salino y la conductividad eléctrica. Cuando el contenido salino es mayor a 2 g L^{-1} o presenta conductividad eléctrica mayor a $3,105\text{ }\mu\text{S cm}^{-1}$, los problemas de salinidad pueden ser muy graves (24). Según el análisis del agua utilizada para el ensayo, muestra que la misma no trae aparejado riesgo alguno de salinidad, ya que los valores obtenidos están por debajo de los parámetros de referencia (8). También, se destaca que el agua no contiene nitratos en solución, por lo que no estaría modificando lo aportado en cada tratamiento.

Concentraciones de nitratos en las hojas de lechuga

El análisis realizado a las hojas de lechuga mostró diferencias significativas entre todos los tratamientos (Figura 1), registrándose un aumento proporcional del contenido de nitrato foliar, en función de la dosis aportada de nitrato en los distintos tratamientos. El tratamiento testigo (sin aporte de nitrato) arrojó los valores significativamente menores, diferenciándose de los tratamientos 1, 2 y 3, con valores intermedios y del tratamiento 4, que presentó los valores significativamente mayores. La concentración de nitrato en lechuga regadas con distintas concentraciones de nitrato, fue mayor a lo obtenido en investigaciones anteriores (25) donde se registraron $1\,079\text{ mg kg}^{-1}$ de nitrato foliar en lechuga var. *Acephala*, cv Levistro, en lechugas var. Capitata cv.



[T0: testigo; T1: solución 25 ppm de nitrato; T2: solución 50 ppm de nitrato; T3: solución 75 ppm de nitrato; T4: solución 100 ppm de nitrato]. Los valores representan la media de cinco repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$) según la prueba de Duncan. Error Estándar (E.E.): T0: 6,04; T1: 2,95; T2: 2,53; T3: 1,92; T4: 0,97

Figura 1. Concentración de nitratos en hojas de lechuga regadas con diferentes concentraciones de nitratos

Española, cultivada con residuos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Los resultados indican valores muy por encima de $4\,000\text{ mg kg}^{-1}$ de NO_3^- foliar en los tratamientos con aporte de 75 y 100 ppm de nitrato en el agua de riego, superando considerablemente los valores máximos de nitrato en lechugas (Tabla 3), por lo que su uso en alimentación humana podría acarrear problemas de salud. La concentración de nitratos en la planta es un estado dinámico y representa la diferencia entre la absorción y la asimilación. Cuando la absorción de nitratos excede a la asimilación se pueden acumular en las vacuolas de las células de los vegetales. El nitrato que se incorpora mediante el riego se vio reflejado en los resultados. Por lo tanto, la calidad del agua, en cuanto a la concentración de nitratos, va incidir en su acumulación en las plantas de lechuga. Así, cuanto mayor es la concentración de nitratos en el agua de riego, mayor es la posibilidad de acumulación en el cultivo. Se destaca que también, se han reportado en la región contaminaciones del agua subterránea con nitratos (26). Así, el exceso de nitratos, no solo se puede acumular en las hojas de los cultivos, sino que también pueden convertirse en un riesgo de contaminación del medio ambiente.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) y Biplot de las variables de crecimiento analizadas y la concentración de nitratos en hojas explicaron en dos componentes el 80,1 % de la asociación entre las variables. Los componentes principales 1 y 2 (CP 1, CP 2) representan el 51,7 % y el 30,4 %, respectivamente, de la variación total (Figura 2).

El tratamiento con mayor aporte de nitrato (100 ppm de nitrato (T4)), presentó mayor asociación con la concentración de nitrato foliar, favoreciendo una acumulación de nitratos elevada en los tejidos y el crecimiento medido a través de los parámetros longitud de hoja, masa seca de la planta entera y masa seca de la planta sin raíz.

Tabla 3. Contenidos máximos de nitrato en lechuga regulados por la Comisión Europea

Cultivo	Periodo de cosecha	mg de NO ₃ · kg ⁻¹
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	Cosechadas entre 1 octubre y 31 marzo:	
	Cultivadas en invernadero	4500
	Cultivadas al aire libre	4000
	Cosechadas entre 1 abril y 30 septiembre:	
	Cultivadas en invernadero	3500
	Cultivadas al aire libre	2500

Es importante mencionar que este tratamiento consideró un aporte de nitrato excesivo para el cultivo, lo que en la práctica es extremadamente perjudicial para su cultivo y el medio ambiente, por tanto, se debe determinar un aporte de nitrato que logre un balance en términos de rendimiento, calidad, inocuidad y cuidado del medio ambiente.

Resultados similares registraron (27,28) en plantas de lechuga, donde con mayor aporte de nitrato aumentó el crecimiento y contenido de nitrato foliar.

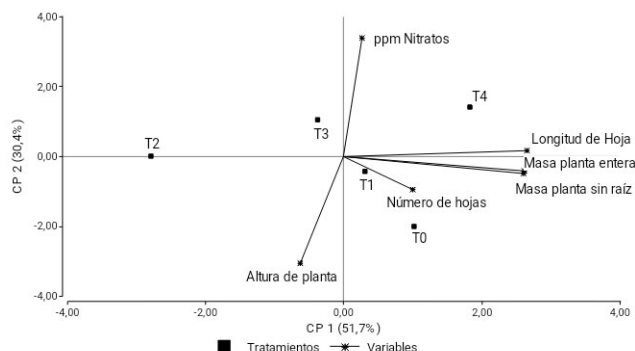
La aplicación de nitrato en concentraciones 50 y 75 ppm no se asoció a ningún parámetro de crecimiento de las plantas; sin embargo, el testigo (T0) y el tratamiento con aporte de 25 ppm de nitrato (T1) se asoció al número de hojas.

CONCLUSIONES

- El aporte de distintas concentraciones de nitrato mediante riego en plantas de lechuga, incide en mayor residualidad de nitrato foliar respecto del testigo, sin aporte de nitrato.
- El riego con 100 ppm de nitratos se asocia con la concentración de nitrato foliar y los parámetros de crecimiento, masa seca de la planta entera y masa seca de la planta sin raíz y longitud de las hojas.
- El contenido de nitrato en hojas de lechugas regadas con agua conteniendo nitrato de 75 y 100 ppm superaron el contenido de nitrato foliar máximo exigido en los países miembros de la Comunidad Europea, lo que indicaría que no son aptas para consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Velasco J, Aguirre G, Ortuño N. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga *Lactuca sativa* var. Crespa) en cultivo de hidroponía. Journal of the Selva Andina Biosphere. 2016;4(2):71-83.
- FAO. Small-scale aquaponic food production [Internet]. Roma, Italia: Fisheries and Aquaculture Technical Paper.; 2014 [cited 18/04/2022]. 22 p. Available from: <https://silos.tips/download/small-scale-aquaponic-food-production>
- Bolaños-Alfaro JD, Cordero-Castro G, Segura-Araya G. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). Revista Tecnología en Marcha. 2017;30(4):15-27.



[T0: testigo; T1: solución 25 ppm de nitrato; T2: solución 50 ppm de nitrato; T3: solución 75 ppm de nitrato; T4: solución 100 ppm de nitrato]

Figura 2. Biplot resultante del Análisis Componentes Principales (ACP) de las variables de crecimiento y concentración de nitrato foliar en los cinco tratamientos probados

- Donoso R, Cortés S. Exposición a nitratos en agua y su relación con disfunción de la glándula tiroides: revisión sistemática ¿Existen riesgos para la salud de la población? Revista médica de Chile. 2018;146(2):223-31.
- Pascale A, Echevarren V, Pan M, Forteza C, García A. Metahemoglobinemia relacionada con ingesta de puré de acelgas. Archivos de Pediatría del Uruguay. 2017;88(6):335-40.
- Seifu YW. Nitrate content in minimally processed lettuce (*Lactuca sativa* L.) as affected by fluorescent light exposure during storage. J. Plant Biochem. Physiol. 2017;5(2):1-5.
- Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, MAFF. Nitrate in lettuce and spinach. [Internet]. Food surveillance information sheet 177; 1999. Available from: https://scholar.google.com/scholar?cluster=13751483539224059039&hl=es&as_sdt=2005&sciodt=0,5
- Código Alimentario Argentino. Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. Agua potable. [Internet]. 2010 [cited 18/04/2022]. Available from: http://www.alimentoargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_12.php
- European Commission Regulation. Regulation 2011/1258 - Amendment of Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuffs [Internet]. - European Commission Commission Regulation - [EU] 2011. No 1258/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No. 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuffs. Off. J. Eur. Union. 2011; L

- 320: 15-17.; 2011 [cited 18/04/2022]. Available from: <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vivb6glpi8zv>
10. Bahadoran Z, Mirmiran P, Jeddi S, Azizi F, Ghasemi A, Hadaegh F. Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2016;51:93-105.
11. Campos-García T, Sánchez-García P, Alcántar-González G, Calderón-Zavala G. Respuesta agronómica y nutrimental de fresa a soluciones nutritivas con diferente relación $\text{NH}_4^{+}/\text{NO}_3^{-}$. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2016;7(3):599-606.
12. Fu Y, Li H, Yu J, Liu H, Cao Z, Manukovsky NS, et al. Interaction effects of light intensity and nitrogen concentration on growth, photosynthetic characteristics and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L. Var. youmaicai). *Scientia horticulturae*. 2017;214:51-7.
13. Wencomo-Cárdenas HB. Actividad de la enzima nitrato reductasa en plántulas de *Jatropha curcas* L. bajo diferentes porcentajes de sombra. *Pastos y Forrajes*. 2019;42(4):268-76.
14. Molina NA, Maina M, Parrens G. La comercialización en los mercados concentradores. El caso del Mercado de Corrientes. En: Día de Campo Hortícola INTA - Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista- Centro Regional Corrientes. Argentina: Publicación Técnica No Publicación EEA Bella Vista; 2009. p. 14-28.
15. Rodríguez SC, De Asmundis CL, Martínez GC. Variaciones estacionales de las concentraciones de fosfatos y nitratos en distintas fuentes de aguas de pequeños productores hortícolas. *Agrotecnia*. 2016; (24):30-4.
16. Escobar EH, Ligier HD, Matteio HR. Atlas de Suelos de la República Argentina. Provincia de Corrientes. escala 1: 500.000. [Internet]. Castelar, Buenos Aires: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD ARG. 85/019. CIRN. INTA; 1988. Available from: <https://catalogoagronomia.uns.edu.ar/cgi-bin/opacmarc/wxis?IscScript=opac/xis/opac.xis&task=BIB-RECORD&db=agrono&curr=1&total=5&cid=/tmp/filet2GVYJ>
17. American Public Health Association (APHA). 137th Annual Meeting [Internet]. Medscape. 2009 [cited 19/04/2022]. Available from: <https://www.medscape.com/viewcollection/30548>
18. ASTM D 1995. Standard test methods for sulfate ion in water [Internet]. [PDFCOFFEE.COM](https://www.pdfcoffee.com/astm-d-516-pdf-free.html). 1995 [cited 19/04/2022]. Available from: <https://www.pdfcoffee.com/astm-d-516-pdf-free.html>
19. Rodríguez SC, Fernández JA, Martínez G. Validación Interna de un método para la Determinación de Nitratos en Agua. En: XX Congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. [Internet]. Provincia de Mendoza, República Argentina; 2005. Available from: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3041/Pretelt%20y%20Socarras..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Cuellas M, Amoia P, Delmazzo P. Efecto de diferentes tratamientos de desinfección del suelo sobre las propiedades edáficas. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. 2019;35(1):26-37.
21. Cataldo DA, Maroon M, Schrader LE, Youngs VL. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in soil science and plant analysis*. 1975;6(1):71-80.
22. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. Infostat versión 2018. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba [Internet]. 2018. Available from: <http://www.infostat.com.ar/>
23. Villar EM, Rodríguez MSA. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen [Internet]. 3ra ed. Universidad de La Rioja; 2022 [cited 19/04/2022]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=267902>
24. Saavedra G, Corradini F, Antúnez A. Manual de producción de lechuga [Internet]. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias/ No 9; 2017. Available from: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.140.01/6703/Bolet%20c3%adn%20INIA%20N%20c2%b0%20374?sequence=1&isAllowed=y>
25. Quispe EWA, Figueras MLT, Pezoa AB, Laguna OT, Gonzales JW, Contreras VHE. Evaluación de la concentración de nitratos, calidad microbiológica y funcional en lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en los sistemas acuapónico e hidropónico. *Anales Científicos*. 2018;79(1):101-10. doi:10.21704/ac.v79i1.1145
26. Rodríguez S, Yfran Elvira M, Peralta H. Caracterización del agua para diferentes usos de productores de las Ferias Francas del departamento de San Roque, provincia de Corrientes, Argentina. VirtualPro.co, Colombia [Internet]. 2020 [cited 19/04/2022];(220). Available from: <https://www.virtualpro.co/biblioteca/caracterizacion-del-agua-para-diferentes-usos-de-productores-de-las-ferias-francas-del-departamento-de-san-roque-provincia-de-corrientes-argentina->
27. Urlić B, Jukić Špika M, Becker C, Kläring H-P, Krumbein A, Goreta Ban S, et al. Effect of NO_3 and NH_4 concentrations in nutrient solution on yield and nitrate concentration in seasonally grown leaf lettuce. *Acta agriculturae scandinavica, section b-soil & plant Science*. 2017;67(8):748-57.
28. Lara-Izaguirre AY, Rojas-Velázquez AN, Romero-Méndez MJ, Ramírez-Tobías HM, Cruz-Crespo E, Alcalá-Jáuregui JA, et al. Crecimiento y acumulación de NO_3 -en lechuga hidropónica con relaciones nitrato/amonio en dos estaciones de cultivo. *Revista fitotecnica mexicana*. 2019;42(1):21-9.