



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Modalidad Tesina

“RESIDUALIDAD DE NITRATOS EN HOJA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) REGADAS CON AGUA CONTENIENDO DISTINTAS CONCENTRACIONES DEL ANIÓN”.

Alumno: DARÍO NICOLÁS BARRIOS

Asesora: Ing. Agr. (Dra.) SILVIA CARLOTA RODRÍGUEZ.

AÑO: 2020

**RESIDUALIDAD DE NITRATOS EN HOJA DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)
REGADAS CON AGUA CONTENIENDO DISTINTAS CONCENTRACIONES
DEL ANIÓN**

INTRODUCCIÓN:

Entender el concepto total de calidad en vegetales requiere integrar varios tipos de información, desde el productor hasta la llegada del producto terminado al consumidor. El término calidad incluye un aspecto objetivo y otro subjetivo (Pimpini

et al., 2000). El análisis objetivo está dado por parámetros mensurables que dan un índice de calidad, y el subjetivo incluye las características apreciables por los sentidos a nivel organoléptico (color, olor, aspecto, textura, palatabilidad, etc.).

Existe un conjunto de características comunes a todas las hortalizas que pueden definir normativas o sistemas de calidad. Son importantes ya que condicionan la posibilidad de comercializar el producto. El productor hortícola, además de tener como objetivo obtener un buen rendimiento, debe tratar de lograr un producto de calidad a través de prácticas culturales específicas y racionalizadas (Pimpini *et al.*, 2000).

El contenido de NO_3^- varía según la especie, variedad, parte comestible de la planta, etc. que se considere (Filippini, 1996; Magnifico, 1984; Seitz, 1986). Las características higiénico-sanitarias del agua y los alimentos, se ve comprometida por la presencia de cantidades excesiva de NO_3^- . La OMS y la FAO indican como dosis diaria admisible para adultos $3,7 \text{ mg NO}_3^-\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso (La Malfa, 1988). Es importante la determinación del contenido en verduras, ya que aproximadamente el 75 % de los nitratos ingeridos es aportado por las mismas (Patrino, 1984).

Los altos contenidos de nitrato en las hortalizas de hoja pueden presentar un riesgo para la salud, ya que su consumo en exceso se asocia a metahemoglobinemia infantil, formación de sustancias cancerígenas como nitrosaminas y nitrosamidas, disminución de la reserva de tocoferoles en el hígado, y bocio (Böckman *et al.*, 1993; Muro *et al.*, 1998; Urquiaga y Zapata, 2000). A causa de esta problemática, actualmente se analiza en Europa, y también en Uruguay, la introducción de límites de concentración de NO_3^- en hojas de hortalizas, por encima de los cuales su consumo no sería recomendable (Beretta *et al.* 2012). En Uruguay se ha incrementado la demanda para determinar la concentración de NO_3^- en hojas de hortalizas en general, y específicamente en lechuga, debido a la creciente demanda de los consumidores por alimentos de calidad. La lechuga (*Lactuca sativa* L.), consumida en ensaladas, es una de las especies con mayor tendencia a alcanzar alta concentración de NO_3^- en hojas y nervaduras. Por tal causa, en varios países europeos se ha fijado un límite de $2500 - 4500 \text{ mg NO}_3^-\cdot\text{kg}^{-1}$ peso fresco del vegetal para que pueda ser destinado al consumo (Pimpini, 1994).

El Código Alimentario Argentino en su Capítulo V Rotulación 1 establece que, los productos alimenticios que contengan hortalizas (tales como espinaca, remolacha, brócoli, zanahoria, coliflor u otros vegetales) cuyo contenido de nitratos sea mayor a $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de producto, tal como se ofrece al consumidor (previo a su preparación), y mayor a $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en los jugos vegetales, deben consignar con caracteres de buen realce y visibilidad, en un lugar destacado de la cara principal la siguiente leyenda: ***"Este producto no es apropiado para niños menores de 1 año por su contenido en nitratos"*** (CAA, 2007).

Los nitratos son altamente estables y no son en absoluto tóxicos para el humano, en cambio los nitritos, son muy reactivos y están dotados de numerosos efectos tóxicos. El problema reside en que, en determinadas condiciones, los nitratos se transforman en nitritos y éstos últimos se ligan a otros compuestos formando los llamados N-

nitrosados o nitrosaminas siendo los que realmente presentan toxicidad (Giannuzzi, 2010).

Es importante resaltar que estudios realizados en sistemas súper intensivos de producción de hortalizas (invernaderos), se pudo establecer que los NO_3^- duplican prácticamente sus concentraciones en los tejidos vegetales, lo que podría deberse a la menor iluminación y al manejo de la nutrición. Esto se suma a las características de las especies de hoja que, como se dijo anteriormente, se caracterizan por ser acumuladoras de este ión y, conjuntamente con las variedades y el abonado, son los principales factores que ayudan a producir dicha acumulación (Bermejillo, 2007).

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% (Molina *et al.*, 2009). El volumen promedio a lo largo de todo el año es de 980 toneladas, dándose el mayor volumen entre los meses de octubre y febrero. Vale aclarar que la participación de Corrientes es relativamente constante en el año, mientras que Buenos Aires entra con su producción entre noviembre y marzo, cuando Corrientes desciende su entrega levemente (Molina *et al.*, 2009).

En trabajos realizados por investigadores de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE con productores Hortícolas de Corrientes, se encontraron concentraciones de nitratos de entre 10,65 y 240,65 mg.L^{-1} en agua utilizada para riego y consumo, (Michellod *et al.*, 2012). Debido a que el productor utiliza el agua de la fuente de abastecimiento de su chacra (perforación, pozo a balde) sin hacer en muchos casos un análisis previo de la misma, y debido a los interrogantes que siempre nos planteamos de “cuánto afectan al cultivo las altas concentraciones de ciertos iones, como en este caso lo es el nitrato, que se encuentra en el agua”, surge la finalidad de este trabajo de determinar la residualidad del mismo en hojas de lechuga y su posible riesgo para la salud.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la residualidad de nitratos en hoja de lechuga (*Lactuca sativa* L. var Brisa) regadas con agua conteniendo distintas concentraciones de NO_3^- .

OBJETIVOS PARTICULARES

- Puesta a punto de la metodología para la determinación de nitrato foliar.
- Establecer si existen otros cambios de variables en el cultivo: altura de plantas, cambio de coloración, número de hojas, longitud de hoja.

MATERIALES Y METODOLOGÍA:

Materiales:

- Suelo: se trabajó con un suelo Udipsament árgico, extraído del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE; perteneciente a la serie Ensenada Grande.
- Material vegetal: Semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L. var Brisa).
- Agua: agua corriente del laboratorio de química (FCA-UNNE).
- Macetas plásticas de 3 litros.
- Materiales, drogas e instrumental de uso común en laboratorios, para realizar los distintos análisis.

Tareas desarrolladas:

1. Análisis de suelo:

Realizado por el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, utilizando las siguientes metodologías:

- **pH en agua:** el pH se midió potenciométricamente en una mezcla de suelo y agua en relación 1:2.5
- **Materia orgánica:** Método Walkey – Black.
- **Nitrógeno total:** Método de Kjeldahl.
- **Fósforo:** Método Bray I.
- **Potasio:** Método Acetato de Amonio.
- **Calcio, Magnesio, Potasio:** Método Acetato de Amonio.
- **Textura:** Método de Bouyoucous.

Los valores obtenidos del análisis pueden observarse en la Tabla 1.

2. Análisis del agua a utilizar:

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Física y Química de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, utilizando las siguientes metodologías:

- **pH:** por Potenciometría, usando un peachímetro equipado con un electrodo de vidrio combinado, determinación “in situ”.
- **Conductividad eléctrica (Ce):** por Conductimetría, empleando un conductímetro estandarizado a 25 °C.
- **Calcio y Magnesio:** por Volumetría de Formación de complejos (APHA, 2005).
- **Dureza Total:** por Volumetría de Formación de complejos (APHA, 2005).
- **Cloruros:** por Volumetría de precipitación, Método de Mohr (APHA, 2005).
- **Sulfato:** por Turbidimetría (Método ASTM D 516-90) (Annual book of Standards 1994).
- **Sodio y Potasio:** por espectrometría de absorción atómica (APHA, 2005).
- **Fósforo:** por Espectrofotometría de Absorción molecular, utilizando el método del azul de molibdeno (APHA, 2005).
- **Nitrato:** por Espectrofotometría de Absorción molecular, por el método del salicilato de sodio (Rodríguez *et al*, 2005).

Los valores obtenidos del análisis del agua utilizada pueden observarse en la Tabla 2.

3. Determinación del poder germinativo de la semilla:

Para determinar el Poder Germinativo de las semillas se realizó un germinador tipo “Cámara Húmeda”, el cual consistía en una bandeja de plástico transparente con tapa (a fin de evitar pérdidas de humedad por evaporación). Dentro de la misma se colocó un papel de filtro húmedo (con agua corriente) y sobre éste se depositaron 50 semillas de lechuga (*Lactuca sativa* var. Brisa) de manera equidistante, dispuestas en 5 filas de 10 semillas cada una.

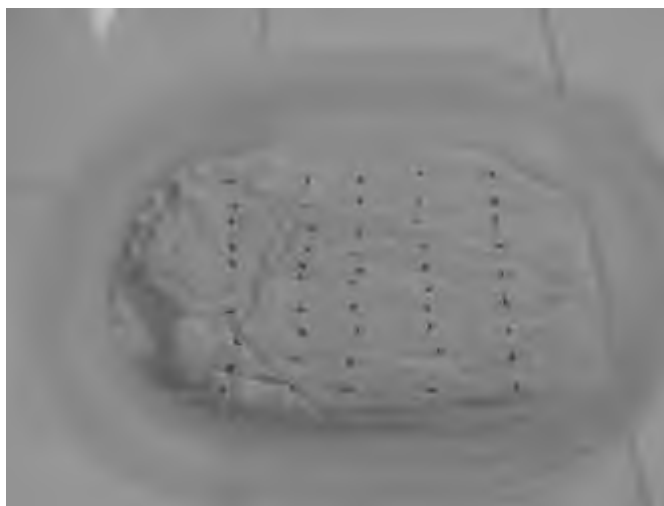


Figura 1. Ensayo de Poder Germinativo.

4. Preparación y tratamiento de las plantas:

Primeramente, se realizó una desinfección del suelo mediante solarización (3 meses). Se realizó la siembra, en maceta de 3L, a una profundidad de 0.3 cm (longitud de la semilla), considerando que la profundidad de siembra debe ser la mínima posible (Scaglia E., 2004).

Se utilizaron los siguientes tratamientos con 5 repeticiones, manteniendo la humedad del suelo al 80% de la capacidad de campo mediante riegos:

- T0 (testigo): las macetas fueron regadas con agua que contenía 0 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$;
- T1: macetas regadas con agua que contenía 25 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$;
- T2: regadas con 50 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$;
- T3: regadas con 75 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$ y
- T4: regadas con agua conteniendo 100 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$.

Las plantas se mantuvieron en el invernáculo de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE), con temperaturas medias de 26°C.

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. Posteriormente, se tomó una masa determinada del mismo y se cuantificó la cantidad de NO_3^- con el método descrito a continuación, previa extracción del analito con agua hirviendo (Cataldo *et al.*, 1975).

5. Análisis foliar de lechuga:

Se realizó en el Laboratorio de Física y Química de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE. Para determinar nitratos en hojas de lechuga se utilizó el método colorimétrico por nitración con ácido salicílico (Cataldo, *et al.*, 1975), 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^- .

6. Diseño estadístico:

Se trabajó con un diseño experimental de bloques completos al azar de cinco tratamientos con cinco repeticiones cada uno, ya que la diferencia en la respuesta de las unidades experimentales se puede anticipar. De esta manera cada bloque cuenta con una repetición completa de todos los tratamientos (Di Rienzo, 2014). Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA y prueba de Duncan ($p \leq 0,05$) utilizando el software Infostat (Di Rienzo, 2014).

También se observaron otras variables en el cultivo (altura de plantas, cambio de coloración, peso de la planta, número de hojas, largo de hoja). En este trabajo no se fertilizó, porque el objetivo del mismo fue evaluar solamente cómo influyen en el cultivo las distintas concentraciones de NO_3^- del agua utilizada para el riego del mismo.

7. Ensayo:

El ensayo se inició el 03/04 con la siembra de las semillas, colocando 4 semillas por maceta en el suelo previamente desinfectado. El primer riego se realizó con agua corriente, sin agregado de NO_3^- , a fin de asegurar la germinación de las plántulas sin interferencias 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. Durante este periodo, el riego se realizó con agua corriente, sin agregado del anión.

A los 3 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.

Las soluciones utilizadas se prepararon con KNO_3^- , disolviendo en agua corriente la cantidad correspondiente a la dosis de cada tratamiento. En el ensayo se utilizaron botellas de 2 L para preparar la solución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 observamos los resultados del análisis de suelo con valores de nitrógeno y materia orgánica no significativos, por lo que no estarían aportando nitratos al suelo y/o al cultivo, ya que el valor de materia orgánica es utilizado como indicador de la fertilidad del suelo y, considerando su contenido, es muy bajo <0,7% (Andrades *et. al.* 2014).

Tabla 1: Características químicas del suelo utilizado para la siembra.

Parámetros	Resultados
pH	6,76
Materia orgánica (%)	0.66
Nitrógeno total (%)	0,03
Magnesio (meq/100g)	0,80
Calcio (meq/100g)	2,94
Potasio (meq/100g)	0,23
Fósforo (ppm)	6,40
Clase textural	Arenoso

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

Parámetros	Resultados
pH	5,97
Conductividad ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	286
Alcalinidad ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) exp. por bicarbonatos	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

Nota: N/D: no detecta

Respecto al suelo, al ser muy bajo el contenido de materia orgánica (Andrades *et. al.* 2014), se infiere que no estaría aportando nutrientes en abundancia a la solución del suelo. En general, los valores de nutrientes resultante del análisis, se encuentran por debajo de los valores recomendados para el cultivo (Medina J. F., *et al* 2015).

Características recomendadas del suelo:

Nitrógeno total (%)	0,2-0,4
Magnesio (meq/100g)	2
Calcio (meq/100g)	15
Potasio (meq/100g)	1,5
Fósforo (ppm)	80-100

Por los bajos niveles de nutrientes es de esperar que las plantas adquirieran menor crecimiento, aún así esto no debería influir en el objetivo final del trabajo.

Por otro lado, la textura arenosa es fundamental para evitar problemas de anegamiento y aparición de enfermedades fúngicas.

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. En general, con contenido salino mayor a 2 g/L o con conductividad eléctrica mayor a $3.10^5 \mu\text{S/cm}$, los problemas de salinidad pueden ser muy graves (Saavedra del R. G. *et. al.*, 2017). El análisis del agua utilizada mostró que la misma no trae aparejado riesgo de salinidad, ya que los valores obtenidos están por debajo de los citados anteriormente como parámetros.

También se destaca que el agua de riego no contenía nitratos en solución, por lo que no estaría modificando lo aportado en cada tratamiento.

Poder Germinativo

Al segundo día se observó la germinación del 94% de las semillas (47/50) y desde allí no hubo cambios en cuanto a la cantidad germinada.

Cosecha

En las Figuras 2-6 se pueden observar algunas de las plantas cosechadas tanto del testigo como de los tratamientos:



Figura 2. Planta de lechuga cosechada a los 60 días de ser sometida al tratamiento testigo.



Figura 3. Planta de lechuga cosechada a los 70 días de ser sometida al tratamiento 1.



Figura 4. Planta de lechuga cosechada a los 70 días de ser sometida al tratamiento 2.



Figura 5. Planta de lechuga cosechada a los 70 días de ser sometida al tratamiento 3.



Figura 6. Planta de lechuga cosechada a los 70 días de ser sometida al tratamiento 4.

Se aprecia que entre las plantas de cada tratamiento y el testigo no hubo diferencias apreciables en cuanto a su aspecto externo (altura, peso, color, etc.). Los valores se pueden observar en la tabla 3 en Anexo.

Concentraciones de nitratos obtenidos en las muestras del ensayo

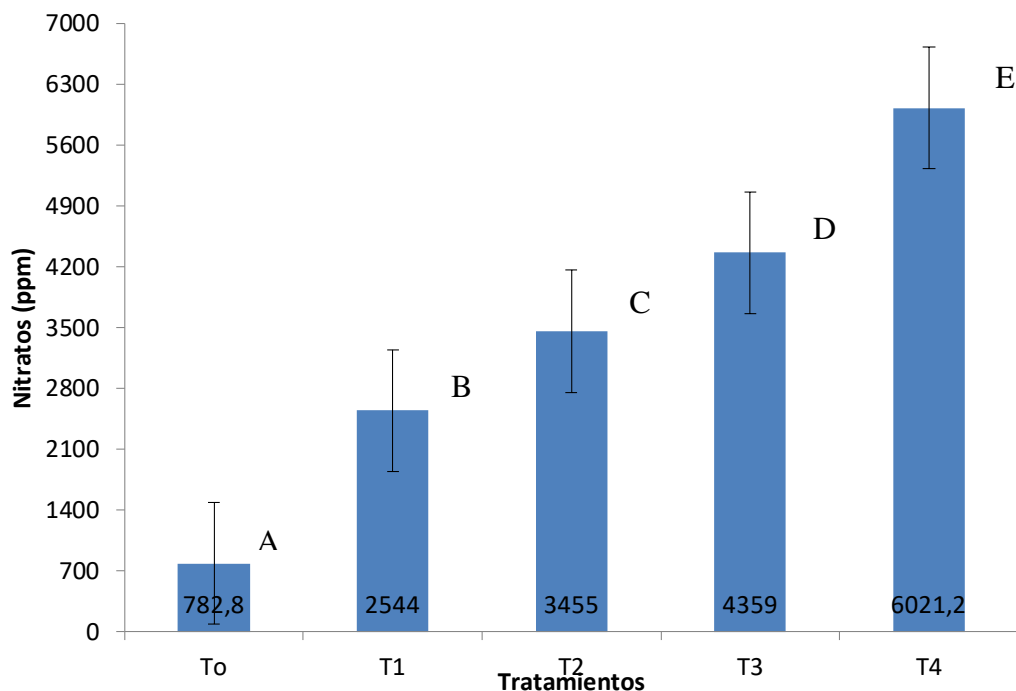


Figura 7. Concentración de nitratos en hojas de lechuga expuestas a diferentes concentraciones de nitratos en el agua de riego (T0: testigo; T1: solución 25 ppm de NO_3^- ; T2: solución 50 ppm de NO_3^- ; T3: solución 75 ppm de NO_3^- ; T4: solución 100 ppm de NO_3^-). Los valores representan la media de cinco repeticiones. Las letras 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.

Los resultados de este análisis (Figura 7) muestra que hay diferencias significativas entre todos los tratamientos, registrándose un aumento proporcional del contenido de nitrato foliar en función de la dosis aportada del analito en los distintos tratamientos. El tratamiento testigo (sin aporte de nitrato) arrojó los valores estadísticamente menores, diferenciándose del tratamiento 1, 2 y 3, con valores intermedios y del tratamiento 4, que presentó los valores estadísticamente mayores. En este caso, el tratamiento 4 (100 ppm de NO_3^-), arrojó un valor muy por encima de 2500 - 4500 $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$, considerado como límite para que pueda ser destinado al consumo (Pimpini, 1994), por lo que su uso en alimentación humana podría acarrear problemas de salud.

CONCLUSIÓN:

De los resultados obtenidos en este ensayo vemos que el contenido de nitrato foliar incrementó en función de la concentración del anión en la solución de riego suministrada, siendo marcada la diferencia entre la concentración en el testigo y los tratamientos.

Además se observó que el incremento de nitratos en la solución de riego no produjo cambios significativos en otras características como ser: altura de la planta, coloración de hojas, número y longitud de las mismas.

Hay que destacar la importancia que tiene el asesoramiento que se le da al productor sobre el análisis de agua, el cual debe realizarse antes y durante toda la producción de cualquier cultivo bajo riego.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Public Health Association (APHA) 133rd Annual Meeting & Exposition in Philadelphia, PA. December 2005.
2. Andrades M., Martinez M.E., 2014. Fertilidad del Suelo y Parámetros que la Definen, 3ª Edición. Universidad de La Rioja.
3. Beretta, A., Casanova O., Monza J., Perdomo C. 2012. Eliminación del color del extracto para determinar nitrato en muestras secas de lechuga. Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Agrociencia. Vol 16. N° 1. Montevideo, Uruguay.
4. Bermejillo, A. 2007. El cultivo de rúcula (*Eruca sativa*) en sistemas no tradicionales. Informe final. Facultad de Ciencias Agrarias - UN de Cuyo SECTYP.
5. Böckman O., Kaarstad O., Lie O, Richards I. 1993. Agricultura y Fertilizante: Fertilizantes en perspectiva. 2a ed. Oslo: Ostlands- Posten. 265p.

6. Cataldo D., Haroon M., Schrader L., Youngs V. 1975. Rapid Colorimetric Determination of Nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Soil Science and Plant analysis*, 6: 71 - 80.
7. Código Alimentario Argentino (CAA). 2007. Art. 235 Res. Conjunta 68/2007 y 196/2007. Modificación. Ley 18.284. Dec. Reglamentario 2126, Cap. V, Buenos Aires, Argentina.
8. Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2014. InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
9. Filippini, M. F. 1996. Aspetti ecofisiologici della nutrizione minerale in radicchio (*Cichoriumintybus* L. var. *silvestre* Bischoff). Agron. Ambientale. Univ.degli Studi. Padova.Italia.
10. Giannuzzi, L. 2010. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
11. La Malfa, G. 1988. Nuovi orientamenti dei consumi e delle produzioni alimentari. La qualità degli ortaggi destinati al consumo allo stato fresco. Cons. Nazi. Delle Ricerche. 69 pp. Torino. Italia.
12. Magnifico, V. 1984. L'accumulo dei nitrati negli ortaggi. Not. Ortoflorofruit. 6: 246-250.Italia.
13. Maroto Borrego, 1990. Elementos de horticultura general. Editorial Mundi-Prensa. 243pp.
14. Medina J. F. 2015. Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga. Revista Agropecuaria granja N° 22. Cabildo de Gran Canaria.
15. Michellod, A. M. - Rodríguez, S. C. - Acevedo, H. A. - Martínez, G.a C. 2012. Determinación de las concentraciones de nitratos y fosfatos en aguas de riego de la zona de Molina Punta, Corrientes y su correlación. Comunicación científica y Tecnológica - Secretaría General de Ciencia y Técnica - Corrientes, República Argentina.
<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/investigacion/comunicaciones.php>
16. Molina, N.; Maina, M. y Perrens, G. 2009. Proyecto regional hortícola. Día de Campo Hortícola INTA - Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista-Centro Regional Corrientes. La comercialización en los mercados concentradores. El caso del Mercado de Corrientes. ISSN 1515-9299 Serie Técnica N° 32.
17. Muro J, Irigoyen I, Lamsfus C. 1998. Acumulación de nitratos en hortalizas de hoja. En: Vega JM, Aparicio PJ, Castillo F, Maldonado JM. [Eds.]. Avances en el Metabolismo del Nitrógeno: de la Fisiología a la Biología Molecular: IV

- Reunión Nacional, Marbella, 1997. Sevilla: Universidad de Sevilla. pp. 453 - 464.
18. OMS (Organización Mundial de la Salud), 2006. Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. OMS. Ginebra, Suiza.
 19. Patruno, A. 1984. Influenza dei fattori agronomici sul contenuto dei nitrati nei prodotti agricoli. Riv. de Agron. 18: 79-91. Italia.
 20. Pimpini, F. 1994. I nitrati negli ortaggi: preoccuparsi é bene, occuparsene é meglio. Colture Protette. 12: 7. Italia.
 21. Pimpini, F.; Filippini, M.F.; Gennari, A. 2000. La qualità dei prodotti frutiorticoli. Curso de posgrado. Maestría de Horticultura. FCAgrarias, Mendoza.
 22. Rodríguez, S. C.; Fernández, J. A.; Martínez, G. 2005. Validación Interna de un método para la Determinación de Nitratos en Agua- XX Congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Provincia de Mendoza. República Argentina.
 23. Saavedra Del R. G., Corradini S. F., Antúnez B. A., Felmer E. S. Manual de Producción de Lechuga. Boletín INIA / N° 09. Santiago, Chile, 2017.
 24. Scaglia E., Vega M.A., Salto C., 2004. Lechuga tipo “de hoja”. Prácticas para una producción continua a campo. INTA Rafaela.
 25. Seitz, P. 1986. La problematica dei nitrati in orticoltura. Colture Protette, 15: 10, 17-24. Italia.
 26. Urquiaga S, Zapata F. 2000. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. Porto Alegre: Gênese. 110p.
- Páginas Internet consultadas:
http://media.firabcn.es/content/S112014/docs/Manual_iniciacion_huerto_urbano.pdf.

ANEXO

Fotos tomadas durante el proyecto



Figura 8. Imagen de las soluciones utilizadas para el riego según Tratamiento.



Figura 9. Imagen del testigo y los distintos tratamientos tomada a 13 días de iniciado el ensayo.



Figura 10. Imagen del testigo y los distintos tratamientos tomada a los 30 días de iniciado el ensayo.



Figura 11. Imágenes del testigo y los distintos tratamientos tomadas a los 38 días de iniciado el ensayo.



Figura 12. Imagen tomada a los 50 días de iniciado el ensayo.

Tabla 3. Datos Complementarios

		T0	T1	T2	T3	T4
F. Cosecha	1	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017
	2	16/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017
	3	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017
	4	16/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	16/06/2017	28/06/2017
	5	28/06/2017	28/06/2017	28/06/2017	16/06/2017	16/06/2017
Peso pl. ent.	1	32,52 g	14,9 g	19,24 g	30,24 g	23,56 g
	2	20,27 g	37,93 g	10,87 g	20,81 g	28,43 g
	3	33,61 g	33,01 g	20,71 g	18,12 g	33,48 g
	4	24,12 g	23,23 g	15,51 g	11,37 g	27,52 g
	5	34,76 g	6,18 g	6,09 g	25,02 g	35,78 g
P. pl. s/raíz	1	30,46 g	13,62 g	16,87 g	27,31 g	22,6 g
	2	17,7 g	33,35 g	10,09 g	19,63 g	26,78 g
	3	29,84 g	31,11 g	19,47 g	14,68 g	31,93 g
	4	20,16 g	21,28 g	12,66 g	9,28 g	25,82 g
	5	29,26 g	5,21 g	5,26 g	21,82 g	
Long. Hoja (cm)	1	22	19,5	16,5	17	19
	2	16	18,5	19	22	24
	3	21,8	21	19	18	20
	4	17	19,5	15,5	17	19
	5	19,5	14	13	18	17,5
Color	1	Verde, homogéneo, sin variación.				
	2					
	3					
	4					

	5					
Altura planta (cm)	1	5,5	11	17,5	5	3
	2	17	4,7	6,5	4	7
	3	4	5,5	7,5	2	9
	4	16	5,5	7	9	4
	5	4	5	2	6,5	
Núm. Hojas	1	17	15	10	17	24
	2	9	18	12	13	14
	3	15	26	14	16	2
	4	10	13	12	9	14
	5	18	11	12	13	11