



## USO DE FERTILIZANTES MINERALES EN EL CULTIVO DE LA LECHUGA EN EL DISTRITO DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE CONCEPCIÓN

USE OF MINERAL FERTILIZERS IN THE LETTUCE CROP IN THE DISTRICT OF CONCEPCIÓN, DEPARTMENT OF CONCEPCIÓN

Santiago Fabián Ayala Centurión<sup>1</sup>, Oscar Caballero Casuriaga<sup>2\*</sup> , Modesto Da Silva Oviedo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

<sup>2</sup> Profesor, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción Paraguay.

\*Autor por correspondencia: [cabariaga1305@gmail.com](mailto:cabariaga1305@gmail.com)

### RESUMEN

El experimento fue desarrollado en el área de Horticultura del campo experimental de la FCA - UNC; durante los meses de junio a agosto de 2016, con el objetivo de determinar la productividad de la lechuga (*Lactuca sativa* var. Grand Rapids) con fertilización nitrogenada y potásica. El diseño empleado fue el de bloques completos al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 20 Unidad Experimental. Los tratamientos fueron T1: sin aplicación; T2: 260 kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; T3: 260 kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 383 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; T4: 304 kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; T5: 304 kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 383 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Las determinaciones fueron: Masa individual de plantas, diámetro y altura de planta y rendimiento. Los valores obtenidos fueron sometidos a ANAVA mediante el Test F y las medias de cada tratamiento, comparadas entre sí por el Test de Tukey al 5% y al 1%. Los resultados indican que, para masa individual de plantas, y rendimiento hubo diferencias significativas entre tratamientos. Para diámetro de planta, y altura de planta, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Para todas las determinaciones el T4 demostró los mejores resultados en donde masa individual de plantas fue 312,03 gramos y el rendimiento de 29.954,40 kg ha<sup>-1</sup>, y agronómicamente para las demás determinaciones que fue para diámetro un resultado de 32,06 cm y para altura 21,75 cm. Considerando los tratamientos aplicados, el T4, logró diferencias a nivel estadístico, solamente con el T1, sin embargo, las diferencias agronómicas logradas fueron notorias por sobre los demás tratamientos.

**Palabras clave:** *Lactuca sativa*, masa, altura y diámetro de planta, rendimiento, fertilización.

### ABSTRACT

The experiment was developed in the Horticulture area of the FCA - UNC experimental field; During the months of June to August of 2016, with the objective of determining the productivity of lettuce (*Lactuca sativa* var. Grand Rapids) with nitrogen and potassium fertilization. The design used was the complete random blocks, with 5 treatments and 4 replicates, totaling 20 EU. The treatments were T1: no application; T2: 260 Kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 300 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; T3: 260 Kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 383 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; T4: 304 Kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 300 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; T5: 304 Kg ha<sup>-1</sup> de Urea + 383 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. The determinations were: Individual plant mass, plant diameter and height and yield. The obtained values were submitted to ANAVA by Test F and the means of each treatment, compared to each other by the Tukey test at 5% and at 1%. The results indicate that for individual plant mass, and yield there were significant differences between treatments. For plant diameter and plant height, no statistical differences between treatments were observed. For all determinations the T4 showed the best results where individual mass of plants was 312,03 grams and the performance of 29.954,40 kg ha<sup>-1</sup>, and agronomically for the other determinations that were for diameter a result of 32,06 cm and for height 21,75 cm. Considering the applied treatments, the T4, achieved differences at statistical level, only with the T1, however the agronomic differences achieved were notorious over the other treatments.

**Keywords:** *Lactuca sativa*, mass, height and diameter of plant, yield, fertilization.

## INTRODUCCIÓN

La lechuga es una especie anual originaria probablemente de Europa y Asia, se desarrolla mejor bajos condiciones relativamente frías, con temperaturas medias mensuales entre 13 y 16 °C. Es el rubro hortícola, más importante dentro de las hortalizas de hojas; es ampliamente conocida y se cultiva en casi todos los países del mundo. Es una planta anual de la familia Asteraceae de nombre botánico *Lactuca sativa* (Ramírez et al., 2018). Actualmente existen variedades que pueden ser cultivadas durante todo el año; es un rubro por sobre todo importante para la diversificación de la producción hortícola, por ello es necesario investigar sobre sus preferencias de clima, suelo, necesidades nutritivas e hídricas, etc., con el fin de generar información que pueda resultar apreciable para los productores que pretendan producirla a nivel comercial.

El productor tropieza con el inconveniente de obtener plantas de lechuga de escaso desarrollo y turgencia quizás debido a la poca o nula fertilización mineral; lo cual pretende ser revertido con esta investigación que combina la aplicación de Nitrógeno y Potasio, dos de los principales nutrientes esenciales (Pomares, 2008).

La fertilización es una práctica insustituible en la actividad agraria, consistente en reponer al suelo aquellos nutrientes que se van agotando por la propia extracción de los cultivos (Quesada y Méndez, 2005). Los fertilizantes representan unos de los principales insumos de la producción agraria, por lo que el uso eficiente constituye una importante fuente de ahorro y de reducción de los impactos medioambientales (Agredo, 2014).

La presente investigación propone determinar la productividad de la lechuga con fertilización nitrogenada y potásica; para el efecto plantea los siguientes objetivos específicos: Evaluar el efecto de los diferentes tratamientos en el rendimiento del cultivo, determinar el peso de la planta según los tratamientos aplicados, medir diámetro y altura de planta, de acuerdo a cada tratamiento.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio realizado fue de tipo experimental y cuantitativo. El experimento fue realizado en el Campus Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Concepción ubicado a la altura del Km 2,5 ruta V, General Bernardino Caballero.

Las condiciones generales del clima del departamento de Concepción son las siguientes:

temperatura media anual 25° C, la humedad relativa del aire media anual 80 % y una precipitación anual media de 1.200 mm (DNAC y DMH, 2013).

El suelo posee una textura franco - arcillo - arenosa, el contenido de materia orgánica en los 20 cm. superficiales es de 0.85%, considerado bajo; el pH es de 6,43, caracterizado como levemente ácido. Los contenidos de nutrientes esenciales se encuentran en niveles considerados bajos; y sin presentar toxicidad por Aluminio (MAG, 2013).

El diseño experimental fue el de Bloques Completos al Azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, las repeticiones estuvieron dadas por los bloques. Cada unidad experimental (UE) tuvo una superficie de 2 m<sup>2</sup> (1 m x 2 m), y contenía 27 plantas, distanciadas entre sí 0,25 m entre plantas y 3 hiladas por tablón, de las cuales fueron evaluadas 5 plantas seleccionadas al azar, para cada tratamiento. La descripción de las combinaciones empleadas como tratamientos, se pueden observar en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Descripción de las combinaciones utilizadas como tratamientos en el experimento. Concepción, Paraguay, 2016.

Trat.	Descripción	Cantidad ( kg ha <sup>-1</sup> )
1	Testigo (Sin aplicación)	-
2	Nitrógeno + K <sub>2</sub> O	117 kg ha <sup>-1</sup> N +180 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
3	Nitrógeno + K <sub>2</sub> O	118 kg ha <sup>-1</sup> N +229 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
4	Nitrógeno + K <sub>2</sub> O	136 kg ha <sup>-1</sup> N +180 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
5	Nitrógeno + K <sub>2</sub> O	136 kg ha <sup>-1</sup> N +229 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O

En primer lugar, fue realizada la preparación del terreno, mediante dos pasadas de motocultor. Al mismo tiempo se procedió a sembrar las semillas de lechuga de la variedad Grand Rapids, en bandejas de germinación de tergorop de 128 celdas, utilizando sustrato comercial.

Posteriormente, se prepararon los tablones de 1 m de ancho, 0,15 m de altura y 10 m de largo, para albergar a las plantas de lechuga; al mismo tiempo se procedió a incorporar estiércol bovino, en dosis de 7 kg m<sup>2</sup>. El siguiente paso fue la instalación del sistema de riego por goteo, correspondiendo dos cintas de goteos para cada tablón. Una vez que las mudas contaron con 4 a 6 hojas verdaderas fueron trasplantadas a su lugar definitivo, y realizados diariamente los

cuidados culturales requeridos.

Los tratamientos fueron aplicados de la siguiente forma: la urea en dos aplicaciones a los 15 y a los 30 días después del trasplante, y el cloruro de potasio, en una sola aplicación a los 15 días del trasplante. Las cosechas fueron iniciadas a los 50 días del trasplante, y siguieron a medida que las plantas iban alcanzando la madurez comercial.

De cada UE fueron cosechadas 5 plantas, las cuales fueron evaluadas. La cosecha fue realizada mediante un corte a raíz del suelo, utilizando un cuchillo con buen filo. Posteriormente el producto cosechado fue llevado al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNC., dónde fue realizada la colecta de datos, para las determinaciones correspondientes; utilizando instrumentos disponibles en el laboratorio.

Las determinaciones evaluadas fueron las siguientes:

Masa individual de plantas ( $\text{g pl}^{-1}$ ). Para esta determinación se obtuvo la masa de las plantas cosechadas, utilizando balanza electrónica de precisión. Los datos fueron expresados en gramos por planta ( $\text{g pl}^{-1}$ ).

Diámetro de planta (cm). Se determinó mediante reglas rígidas dos puntos tangentes exactamente opuestos, en la parte de máxima expansión de la planta sin aplicar presión excesiva, y luego se midió mediante cinta métrica la distancia entre ambos puntos, determinando así el diámetro de planta.

Altura de planta (cm). Esta determinación se realizó mediante regla centimetrada en toda la extensión perpendicular de la planta, desde la base hasta la altura máxima, excluyendo la raíz.

Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Fue determinado utilizando los datos de masa fresca y convirtiéndolos para una superficie de 1 ha.

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de Varianza (ANOVA) mediante el test F, para cada una de las determinaciones realizadas y donde se observaron efectos significativos, fueron comparados entre sí por el test de TUKEY. Para el procesamiento de datos fue utilizado el programa estadístico ASSISTAT.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Masa individual de plantas

En la tabla 2 se presenta las medias de masa individual y el test de Tukey realizada, se encontraron diferencias significativas al comparar las medias de los diferentes tratamientos. Según el test de Tukey al 5 %, el

CV de 18,66 %, es considerado adecuado para este tipo de investigaciones.

**Tabla 2.** Medias de masa individual de plantas de lechuga (Grand Rapid) en función de la fertilización nitrogenada y potásica.

Trat.	Masa fresca de cabezas ( $\text{g pl}^{-1}$ )
1	203,63 b
2	269,07 a b
3	251,82 a b
4	312,02 a
5	248,95 a b
Media General:	257,10
CV (%):	18,66
DMS:	108,19

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5 % de probabilidad. CV: coeficiente de variación, DMS: Diferencia mínima significativa.

Para esta determinación, el mejor desempeño se da con el T4, que demuestra igualdad estadística con T5, T3, T2, y por el contrario resulta diferente a nivel estadístico con T1, que es el tratamiento de menor resultado. Por su parte T5, T3, T2, y T1, no difieren entre sí, a este nivel.

Guzman (2003) menciona que las plantas de lechuga son seleccionadas por tamaño, los cuales son indicadores de calidad del producto, y pueden alcanzar pesos de 100 a 500 g, o más; en esta investigación se lograron medias de entre 263,63 a 312,03 g.

Por su parte Vásquez (2015), en investigaciones con fertilización en lechuga de diferentes variedades menciona la obtención de resultados de masa individual de plantas de  $220 \text{ g planta}^{-1}$ , levemente inferiores a los resultados conseguidos en esta investigación, dónde la media general obtenida fue de  $257,1 \text{ g pl}^{-1}$ . Esto se debe posiblemente debido a que la variedad Grand Rapid utilizado en el trabajo, de mayor porte que las utilizadas en la investigación mencionada.

### Diámetro y Altura de planta

Según puede observarse en la tabla 3, para estas determinaciones, no se dieron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados. Los CV fueron de 4,06 % para diámetro de plantas y 6,8 % para altura; considerados aceptables en investigación agrícola.

En diámetro de plantas el T4, es el que obtiene los mejores resultados, seguido muy de cerca por el T5. El T1, que no recibió fertilización registra los menores valores, con diferencias con respecto a T4 de 2,375 cm,

estando la DMS en 2,85 cm. Por su parte T2 y T3, obtienen valores prácticamente idénticos.

**Tabla 3.** Medias de Diámetro y Altura de lechuga (Grand rapid). en función de la fertilización nitrogenada y potásica.

Trat.	Diámetro de planta (cm)	Altura de planta (cm)
1	29,68 a	19,81 a
2	30,87 a	21,18 a
3	30,93 a	20,56 a
4	32,06 a	21,75 a
5	32,00 a	21,00 a
Media General:	31,11	20,86
CV (%):	4,06	6,80
DMS:	2,85	3,20

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: coeficiente de variación, DMS: Diferencia mínima significativa.

Entre las variables morfológicas utilizadas para evaluar la calidad de plantas en lechuga, el diámetro de planta, constituye uno de los más importantes atributos (Arcos et al., 2011).

Giaconi y Escaff (2001), en trabajos de fertilización nitrogenada y potásica, con variedades de lechuga, obtuvieron aumentos en diámetro de planta de hasta 5 centímetros, ligeramente superiores a lo alcanzado en esta investigación en la cual se vieron aumentos de hasta 3 centímetros.

Arcos et al. (2011), sin especificar la variedad de lechuga utilizada, trabajando con dosis superiores a 15 toneladas por hectárea de compost, logró diámetros de 34,95 cm, superiores a los alcanzados en esta investigación, dónde el T4, llegando a los máximos valores para este experimento, no superó los 32,1 cm.

### Rendimiento

En esta determinación, se encontraron diferencias significativas comparando las medias de los diferentes tratamientos según el test de Tukey al 5 %. Para rendimiento, el mejor resultado se consigue con el T4, que estadísticamente no difiere de T5, T3, T2, pero sí resulta superior a nivel estadístico a T1, que por su parte, no presenta diferencias significativas en relación a T5, T3, T2, y T1, tal como se observa en la tabla 4.

Según Condor y Villagarcía (2002), afirman que conforme aumentan las dosis de fertilización se incrementan también los rendimientos, notándose el efecto directo de los fertilizantes en la producción total de biomasa

de la lechuga, dependiendo además de las condiciones de cultivo y del material vegetal utilizado.

Según Cantliffe et al. (1998), en investigaciones realizadas en lechuga acephala, con diferentes dosis de N P K, llegaron a rendimientos de 21.590 kg ha<sup>-1</sup>, inferiores a los 29.954,4 kg ha<sup>-1</sup>, a los cuáles se llegó en esta investigación con el tratamiento de mejor desempeño.

**Tabla 4.** Medias de Rendimiento de lechuga (Grand Rapid) en función de la fertilización nitrogenada y potásica.

Trat.	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
1	19.553,60 b
2	25.831,46 a b
3	24.174,96 a b
4	29.954,40 a
5	23.899,36 a b
Media General:	24.682,75
CV (%):	18,67
DMS:	10.391,59

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí, por el test de Tukey al 5% de probabilidad. CV: coeficiente de variación, DMS: Diferencia mínima significativa.

### CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las condiciones en las que fue llevado a cabo el experimento, se pueden realizar las siguientes conclusiones:

Las combinaciones de fertilizantes nitrogenados y potásicos produjeron una respuesta positiva significativa en las determinaciones de masa fresca individual y rendimiento, destacándose el tratamiento 4. Sin embargo, no tuvieron un efecto significativo en las demás variables.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agredo, E. D. (2014). *Comparación de la eficiencia en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en un suelo rehabilitado con abono orgánico Bocashi y el mismo suelo con fertilizante químico NPK* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6137/1/T04167.pdf>
- Arcos, B., Benavides, O., & Rodríguez, M. (2011). Evaluación de dos sustratos y dos dosis de fertilización en condiciones hidropónicas bajo invernadero en lechuga *Lactuca sativa* L. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2),

- 95-108.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104092>
- Cantliffe, D. J., Hochmuth, G. J., Karchi, I., Secker, I., & Ben-Yehoshua, S. (1998). Nitrogen fertility requirement for iceberg lettuce grown on sandland with plastic mulch and drip irrigation. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 110, 306–309.
- Condor, A., & Villagarcia, G. (2002). Evaluación de mezcla formulada de fertilizante con dosis crecientes y aplicación de materia orgánica en el rendimiento de tabaco negro en un suelo arenoso bajo condiciones de invernadero. *Revista Peruana de Biología*, 9(2), 121–126.  
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/2532>
- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, PY), & DMH (Dirección de Meteorología e Hidrología). (2013). *Características climáticas de Concepción*.
- Giacomi, V., & Escaff, M. (2001). *Cultivo de hortalizas* (15<sup>a</sup> ed.). Editorial Universitaria.
- Guzmán, J. M. (2003). Sustratos y tecnología de almácigo. En *Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos*. UCR-CYTED.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY), & EAC (Escuela Agrícola de Concepción). (2013). *Ánálisis de suelo*.
- Pomares, F. (2008). La fertilización y la fertirrigación, programas de nutrición, influencia sobre la programación. En *XI Jornadas del grupo de horticultura* (pp. 133–143). Fundación Ruralcaja Valencia.  
<http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7182>
- Quesada, G., & Méndez, C. (2005). Análisis fisicoquímico de materias primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas. *Revista de Agricultura Tropical*, 35, 1–13.  
<https://hdl.handle.net/10669/78540>
- Ramírez, G. A. V., Valencia, B. G., Cardona, M. L. O., López, L. M. D., Álvarez, B. E. J., & Hinestrosa, H. E. G. (2018). Evaluación comparativa de lechuga (*Lactuca sativa L.*) “Verónica” bajo condiciones controladas en dos métodos de producción. *Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño*, 4(1), 36–46.  
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/2055/0>
- Vásquez, C. J. G. (2015). *Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en tres ciclos de siembra consecutivos en San Miguel de la Tigra, San Carlos, Alajuela, CR*.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/238/6469>