

Dimensionamiento de parcela experimental en lechuga (*Lactuca sativa*) variedad veneranda conducida en sistema hidropónico recirculante de nutrientes

Sizing of experimental plot in lettuce (*Lactuca sativa*) variety veneranda conducted in hydroponic system recirculating nutrientes

DOI: 10.34188/bjaerv5n4-042

Recebimento dos originais: 06/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

Guido Gustavo Humada González

Doctor en Estadística y Experimentación Agraria por la Universidad Federal de Lavras – UFLA

Institución: Catedrático de Universidad San Carlos – USC

Dirección: Alfredo Seiferheld 4989, Asunción - PY

E-mail: gustavohumad@hotmail.com

Alexis Sebastián Lezcano Núñez

Estudiante de Agronomía

Institución: Universidad San Carlos - USC

Dirección: Alfredo Seiferheld 4989, Asunción – PY

E-mail: alexislezcano@gmail.com

Belén Gaete Humada

Estudiante de Química

Institución: Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas

Dirección: Mcal. Estigarribia Km. 11,5. Campus Universitario, San Lorenzo – PY

E-mail: belengaetehumada@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el tamaño adecuado de parcela en experimento con lechuga variedad veneranda conducido en el sistema hidropónico NFT fue montado un experimento en la ciudad de San Lorenzo – PY, en coordenadas geográficas 25°19'59"S y 57°31'59"O. El experimento se desarrolló entre los meses de agosto a octubre del 2020, y fue conducido en un ensayo de uniformidad cuya población estuvo compuesta por 100 plantas de lechuga, variedad veneranda. La primera etapa del cultivo se realizó en la mesa de maternidad, para las siguientes etapas del cultivo se montaron caños con medidas específicas para cada etapa (intermedia, 10 caños de 50mm, y final, 10 caños de 75mm de diámetro). Cada caño, en cada etapa, alojo 10 plantas. La conductividad eléctrica vario según el estadio de desarrollo de la planta, etapa inicial 0,8 micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), etapa intermedia 1,3($\mu\text{S}/\text{cm}$) y etapa final 1.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La variable analizada fue: el peso individual de las lechugas; posteriormente, vía modelo lineal segmentado con respuesta plato se determinó que el tamaño adecuado de parcela en experimento con lechuga variedad Veneranda en sistema cerrado NFT es 0,52m² de área o siete plantas. En base a lo expuesto se recomienda, en parcelas experimentales con lechuga var. Veneranda, utilizar siete plantas en cada unidad experimental básica y realizar nuevas estimaciones en caso de utilizar diferente variedad o sistema de producción.

Palabras clave: Ensayo de uniformidad, error experimental, modelo lineal segmentado con respuesta plato.

ABSTRACT

With the objective of determining the adequate plot size in an experiment with lettuce variety *veneranda* conducted in the NFT hydroponic system, an experiment was set up in the city of San Lorenzo - PY, at geographical coordinates 25°19'59"S and 57°31'59"W. The experiment was developed between the months of August to October 2020, and was conducted in a uniformity trial whose population was composed of 100 lettuce plants, variety *veneranda*. The first stage of cultivation was carried out on the maternity bench. For the following stages of cultivation, pipes were assembled with specific measures for each stage (intermediate, 10 pipes of 50 mm, and final, 10 pipes of 75 mm diameter). Each pipe, at each stage, housed 10 plants. The electrical conductivity varied according to the stage of plant development, initial stage 0.8 micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), intermediate stage 1.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and final stage 1.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The variable analyzed was the individual weight of the lettuce; subsequently, via a segmented linear model with plateau response, it was determined that the adequate plot size in an experiment with lettuce variety *Veneranda* in a closed NFT system is 0.52m² of area, or seven plants. Based on the above, it is recommended, in experimental plots with *Veneranda* lettuce, to use seven plants in each basic experimental unit and to make new estimates in case of using a different variety or production system.

Keywords: Uniformity test, experimental error, linear segmented model with plate response.

1 INTRODUCCIÓN

La lechuga es una hortaliza cultivada prácticamente en todo el mundo. En general, cuanto más verde es el color de la hortaliza, mayor será su contenido de clorofila (Dias et al., 2020). Se cultiva bajo diferentes sistemas de producción: al aire libre, bajo invernadero, en suelo y en hidroponía. Hoy en día se ha optado por probar nuevas alternativas de producción, tal es el caso de los cultivos hidropónicos, sistema que otorga beneficios en cuanto a rentabilidad. (FAO, 2006). El sistema de recirculación de solución nutritiva NFT (Nutrient Film Technique), consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva que pasa a través de las raíces del cultivo, sin pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye como un sistema cerrado. La estimación del tamaño de parcela es algo complejo en función de la cantidad de variables envueltas en el proceso. Es así que diferentes métodos fueron propuestos y son utilizados con relativa eficiencia conforme a la situación en que son aplicados. (Peixoto, 2011). El error experimental es la medida de variación existente entre las observaciones de las unidades experimentales básicas tratadas igualmente. Una alternativa para reducir el error experimental es la utilización de un buen planeamiento experimental con tamaños adecuados de parcela a (Cargnelutti Filho et al., 2015; Morais et al., 2014). Diferentes resultados fueron obtenidos en estudios de tamaño de parcela en los diversos cultivos ya sean anuales o perennes. Por ejemplo: en ensayos con frijol (Smiderle et al., 2014) utilizo 60 plantas; en experimentos *in vitro*, 12 plantas, (Morais et al., 2014); en estudios con mucuna, 16 plantas, equivalentes a 8m² de área útil (Cargnelutti Filho et al., 2014); en experimentos con girasol, seis plantas, (Sousa et al., 2015); en ensayos con mamón, ocho plantas, (Paludo et al., 2015). Tal diferencia de tamaños ocurre en razón de los distintos cultivos estudiados,

asi como las diversas características consideradas en los análisis y en los diferentes métodos de estimación utilizados. Así como sucede en otros cultivos el tamaño de parcela experimental utilizados en investigaciones con lechuga también es muy variable. Por citar: (Ocaña et al., 2018) 100 plantas por tratamiento. A su vez (Gutiérrez et al., 2013) empleo 45 plantas, (Jiménez et al., 2013) utilizo 500 plantas para realizar las inferencias de su investigación. Con vista a mejorar la precisión experimental el presente trabajo tiene como objetivo determinar el tamaño adecuado de parcela en experimento con lechuga variedad veneranda conducido en el sistema hidropónico NFT y compararlo con otras estimaciones de tamaño óptimo realizadas y utilizadas en otras variedades de lechuga hidropónica.

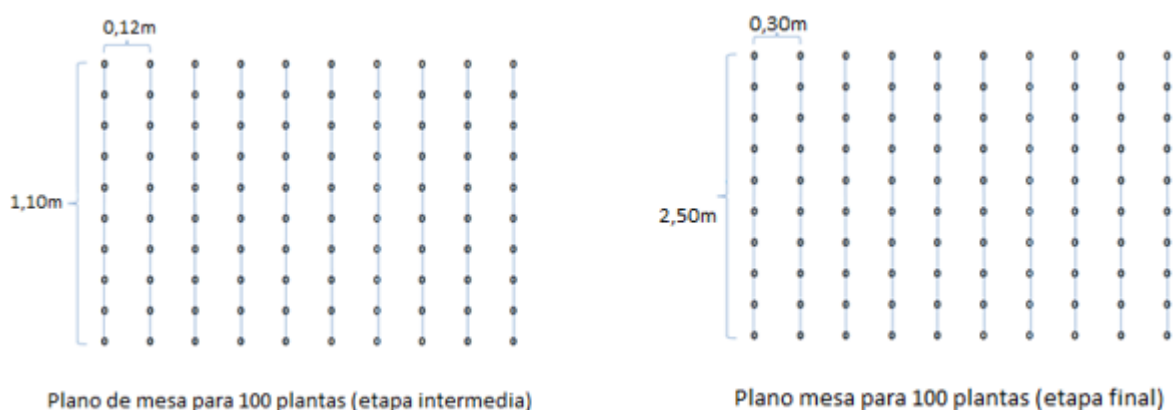
2 MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se llevó a cabo de agosto a octubre del 2020 en la ciudad de San Lorenzo, Paraguay, en coordenadas geográficas 25°19'59"S y 57°31'59"O y con una altitud de 101 metros sobre el nivel del mar. La población estuvo compuesta por 100 plantas de lechuga, variedad veneranda, conducidas en un ensayo de uniformidad o experimento en blanco. La variable evaluada corresponde al peso de la lechuga, expresados en gramos, a los sesenta días después de la siembra.

Para el desarrollo de la investigación se montó un experimento en blanco donde la población en estudio (100 plantas de lechuga) fueron manejadas uniformemente (sin efecto de tratamiento alguno) desde la siembra hasta el momento de cosecha. Para el efecto, se montaron 10 caños para cada etapa del cultivo (intermedia y final). Cada caño, en cada etapa, alojó 10 plantas totalizando así 100 plantas de lechuga el cual se observa en la figura N° 1.

La mesa de la etapa intermedia abarco un área de 1,18m² (1,10m de largo y 1,08m de ancho). Ya en etapa final, el área de la mesa fue 6,75m² (2,50m de largo y 2,70m de ancho).

Figura 1. Ilustración gráfica de la composición de las mesas utilizadas en la investigación.



En fecha 08 de agosto se realizó la siembra de las semillas peletizadas de lechuga variedad veneranda en espuma fenólica pre perforada (1,9 x 1,9 x 2cm) especial para semillas peletizadas. Luego, para mejor manejo, fueron colocadas en una bandeja rígida y ubicadas en una caja cerrada para evitar el contacto directo de la luz solar con la semilla y así facilitar la germinación y establecimiento uniforme de la semilla.

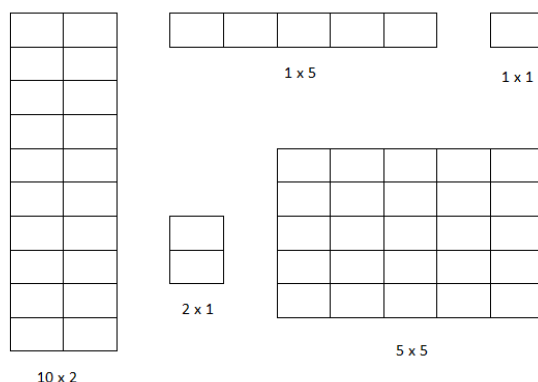
La espuma fenólica y semillas fue monitoreadas día a día para brindarles las condiciones óptimas (temperatura, humedad) para obtener un buen porcentaje de germinación, el cual ocurrió 72hs después de la siembra. Posteriormente la espuma fenólica fue sacada de la bandeja y colocadas en la mesa de maternidad por 17 días; donde se le suministro los nutrientes necesarios para el desarrollo de la plántula. Transcurrido ese tiempo, y ya con una altura adecuada que le permita estar en contacto con la luz solar y hacer la fotosíntesis fueron trasladadas (las 100 plantas) a la mesa de etapa intermedia conformados por caños pvc de 50mm de diámetro durante 20 días.

Finalmente, 40 días después de la siembra, las plantas fueron trasladadas (respetando misma posición y lugar en que estaban en la mesa intermedia) a los tubos de pvc de 75mm (mesa de etapa final). Día a día, en cada etapa de la investigación, se monitoreo la conductividad eléctrica de la solución nutritiva, con instrumentos electrónicos de medición, a fin de mantener y corregir la siguiente dosificación: etapa inicial 0,8 micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$), etapa intermedia 1,3($\mu\text{S}/\text{cm}$) y etapa final 1.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Durante la conducción del cultivo se destacó la presencia de trips lo que obligo a aplicar una única vez un insecticida comercial a dosis de 1 gramos por litro de agua para controlarlo. La cosecha se realizó a los 60 días después de la siembra.

Cada una de las 100 plantas o unidades experimentales básicas UEB cosechadas fueron identificadas por fila y por hilera, posteriormente fueron pesadas individualmente utilizando una balanza de precisión cuyos resultados fueron expresados en gramos por planta. Las UEB fueron ordenadas en una grilla formada por 10 líneas y 10 columnas, identificando la posición individual de cada planta (UEB) por fila y por hilera (columnas).

Utilizando las 100 UEB fueron simulados ocho diferentes tamaños de parcela (Figura N°2), formados por x_1 UEB de largo (columnas) y x_2 UEB de ancho (filas). Los tamaños de parcela fueron simulados agrupando las UEB adyacentes de modo que x_1x_2 correspondan a X (tamaño de la parcela, en número de UEB). Posteriormente fueron establecidos los siguientes parámetros: número de parcelas (N), con x UEB de tamaño, calculado por $N= 100/X$; el tamaño de la UEB para la productividad de lechuga y el coeficiente de variación entre las parcelas [$CV_{(x)}$] de tamaño X. Los ocho tamaños de parcela utilizados fueron 1, 2, 4, 5, 10, 20, 25 y 50 UEB.

Figura 2. Ilustración de algunos tamaños de parcelas resultantes de los diferentes agrupamientos posibles en experimento con lechuga var. veneranda.



Los resultados fueron analizados en el programa R. Mediante el modelo lineal segmentado con respuesta plato se estimó, previo cálculo de los coeficientes de variación de los diferentes agrupamientos posibles (Figura 1), el tamaño óptimo de parcela en experimento con lechuga variedad veneranda en sistema NFT.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro N° 1 se observa los coeficientes de variación (CV) de cada tamaño de parcela simulado. Existe una relación inversa entre el tamaño de parcela con el desvío padrón en relación a la media. Esta afirmación coincide con lo observado por Humada-Gonzalez et al. (2019) que en experimento de campo con rabanito demostró que efectivamente cuando mayor es el tamaño de parcela menor es el coeficiente de variación.

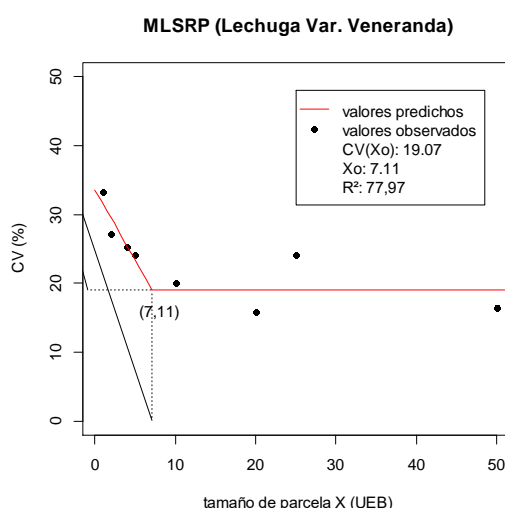
Cuadro N° 1 Número de simulaciones, tamaño de parcela en unidad experimental básica (UEB), número total de plantas y parcelas, área de parcela (m²), coeficiente de variación expresado en porcentaje (CV %) para cada tamaño de parcela simulado en experimento en blanco con Lechuga Var. Veneranda.

Simulaciones	Tamaño (UEB)	Forma	N° de plantas	Total de Parcelas	Área (m ²)	CV (%)
1	1	1x1	1	100	0,075	33,26
2	2	1x2	2	50	0,150	26,54
3	2	2x1	2	50	0,150	27,82
4	4	2x2	4	25	0,300	25,24
5	5	1x5	5	20	0,375	24,16
6	5	5x1	5	20	0,375	23,98
7	10	2x5	10	10	0,750	24,31
8	10	5x2	10	10	0,750	23,07
9	10	1x10	10	10	0,750	23,19
10	10	10x1	10	10	0,750	9,29
11	20	2x10	20	5	1,500	24,33
12	20	10x2	20	5	1,500	7,47
13	25	5x5	25	4	1,875	24,01
14	50	5x10	50	2	3,750	27,85
15	50	10x5	50	2	3,750	4,94

Esa disminución de valores de CV no presenta un comportamiento lineal. Depende de varios factores, controlables o no. Entre los factores controlables se ve que la forma de la parcela influye en el CV mismo que tengan el mismo tamaño. Formas de parcela 1x2 presenta menor valor de CV que forma de parcela 2x1 el cual es demostrado en la tabla de abajo. Entre los factores no controlables se puede referenciar a la variabilidad genética del material experimental (semilla) y aparición de eventos no predecibles ni casuales como intervención de algún animal invadiendo y destruyendo parte del cultivo y también efectos climáticos tales como granizadas, heladas y ausencia de energía eléctrica en el caso de cultivo hidropónicos en sistema NFT.

El tamaño adecuado de parcela (figura N°3) en experimento de campo con lechuga estimado vía MLSRP es igual a 7 UEB, equivalentes a 7 plantas $\approx 0,52\text{m}^2$ de área. Este resultado es inferior a lo determinado por Miete, (2021) que en experimento con lechuga variedad Isabella desarrollado en sistema hidropónico NFT afirmó que el tamaño óptimo de UEB es 11 plantas equivalentes a $0,82\text{m}^2$ de área, valor estimado vía modelo cuadrático segmentado con respuesta plato. A su vez, los resultados obtenidos en este experimento (siete plantas como UEB) difiere con Luz et al. (2006) que en experimento para evaluar la producción hidropónica de lechuga en solución nutritiva con y sin silicio utilizó UEB compuestas por 11 y 12 plantas.

Figura 3. Relación entre el coeficiente de variación (CV) y el tamaño de parcela X, en números de plantas, para la característica agronómica productividad de lechuga var. veneranda expresadas en gramos por planta con sus respectivos coeficientes de variación en el punto de tamaño óptimo y el tamaño óptimo determinado por el método del modelo segmentado lineal con respuesta plato (MLSRP).



El tamaño óptimo de parcela no puede generalizarse, depende de ciertas variables como el tipo de cultivo, la variedad utilizada y el método de estimación utilizado.

4 CONCLUSIÓN

En las condiciones en que fue conducido el experimento se concluye:

El tamaño adecuado de parcela experimental estimado para lechuga var. veneranda conducido en sistema hidropónico NFT es de 7 plantas o área de 0,52m² estimado vía modelo lineal segmentado con respuesta plato.

El valor estimado en esta investigación es inferior a lo recomendado para otras variedades de lechuga hidropónica.

El tamaño óptimo de parcela para lechuga variedad Veneranda es inferior a lo utilizado en experimentos con lechuga en sistemas hidropónicos.

Ya que el dimensionamiento de la parcela experimental varía según ciertas condiciones, se recomienda realizar nuevas estimaciones en caso de utilizar otra variedad o sistema de producción.

REFERENCIAS

- Cargnelutti Filho, A., Toebe, M., Alves, B. M., Burin, C., Neu, I. M. M., & Facco, G. 2014. Tamanho de parcela para avaliar a massa de plantas de mucuna cinza. *Comunicata Scientiae*, 5(2):196-204.
- Cargnelutti Filho, A., Toebe, M., Alves, B. M., Burin, C., Santos, G. O. d., Facco, G. & Neu, I. M. M. 2015. Sample size to evaluate morphological and productive characters in black oat in evaluation times. *Ciência Rural*, 45(1):9-13.
- Dias, L. A., Silveira, P. E., Omura, S. S., Garcia, B. & Oliveira, R. E. 2020. Determinação de Teores de Clorofilas e Carotenoides em Alface, Rúcula e Cebolinha. *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, Curitiba. 3(4):3100-3107.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). 2006. Cultivo de lechuga (En línea). Consultado el 18 de noviembre del 2020. Disponible en http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/LECHUGA
- Gutierrez, A., Ceballos, M. & Vega, D. 2013. Evaluación morfológica y de calidad de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el municipio de Anolaima, Cundinamarca. *Inventum. COL.* 14(1):7-12.
- Humada-Gonzalez, G., Cardozo, N., Moreira, J., Nascimento, A., Melo, A., Pelegrino, D. 2019. Dimensionamiento de parcela experimental en experimento con rabanito. *Pubvet*, 13(10):1-5.
- Jiménez, M. C., González, L. G., Falcón, A. & Espinosa, S. 2013. Evaluación de tres bioestimulantes en lechuga en condiciones de organopónico. *Centro agrícola. CU*, 40(1):79-82.
- Luz, José Magno Q, Guimarães, Silése T M R e Korndörfer, Gaspar Henrique. 2006 Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. *Horticultura Brasileira* [online], v. 24, n. 3 pp. 295-300.
- Miete, G. 2021. Determinación del tamaño de parcela experimental de lechuga variedad Isabella (*Lactuca Sativa*) en sistema NFT Tesis.(Ing. Agr.) Asunción, PY: Carrera de Ingeniería Agronómica. FIA.USC. 36p.
- Morais, A. R., Araújo, A. G., Pasqual, M. & Peixoto, A. P. B. 2014. Estimación do tamanho de parcela para experimento com cultura de tecidos em videira. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1):113-123.
- Ocaña, J. C., Lindao, V. A., Cabezas, A., Yáñez, J., Ceballos, J. P., Eraso, N. S. & Leiva, M. 2018. Evaluación de tres dosis de potasio en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Crispa) bajo el sistema hidropónico recirculante NTF bajo invernadero. *European Scientific Journal. MK*, 14(36):92-103.
- Paludo, A. L., Lopes, S. J., Brum, B., Storck, L., Santos, D. d. & Haesbaert, F. M. 2015. Tamanho de parcela e número de repetições para mamoneira em diferentes espaçamentos entre plantas. *Revista Caatinga, Mossoró*, 28(4):253 -258.
- Peixoto, A. P.; Faria, G.A.; Moraes, A.R. 2011. Modelos de regressão com platô na estimativa do tamanho de parcelas em experimento de conservação in vitro de maracujazeiro. *Ciência Rural*, 41(11):1907-1913.

Smiderle, É. C., Silva, F. B., Guilherme, S. R., Arantes, S. A., Botelh, R. T. & Arantes, K. R. 2014. Tamanho de parcelas experimentais para a seleção de genótipos na cultura do feijoeiro. *ComunicataScientiae*, 5(1):51-58.