

Determinación del tamaño óptimo de parcela en experimento con cebollita de hoja (*Allium fistulosum*. L)

Determinación del tamaño óptimo de parcela en experimento con cebollita de hoja (*Allium fistulosum*. L)

DOI: 10.34188/bjaerv6n4-031

Recebimento dos originais: 05/08/2023

Aceitação para publicação: 30/09/2023

Guido Gustavo Humada González

Doutor en Estatística e Experimentação Agropecuaria pela Universidade Federal de Lavras-UFLA
Universidad San Carlos
Rua Alfredo Seiferheld 4989. Asunción – PY
gustavohumad@hotmail.com

Jorge David Irala Ortiz

Ingeniero Agrónomo por Universidad San Carlos
Universidad San Carlos
Rua Alfredo Seiferheld 4989. Asunción – PY
iralajorge514@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de estimar el tamaño óptimo de parcela en experimentación con cebollita de hoja, variedad kyoto market, fue montado un experimento en el distrito de Limpio, Paraguay, situado en las coordenadas geográficas 25°9'58" S y 57°29.137' O. La investigación se desarrolló entre los meses de noviembre del 2021 y marzo del 2022 y para el efecto fue montado un ensayo de uniformidad cuya población en estudio estuvo compuesta por 5000 plantas distribuidas en 100 unidades experimentales básicas (UEB) de 1 m². La variable analizada fue el peso de hojas de cebollita de cada UEB, y vía modelo lineal segmentado con respuesta plato se determinará que el tamaño óptimo de parcela. Los resultados indican que el coeficiente de variación tiende a disminuir a medida que aumenta el tamaño de la parcela. Ese comportamiento no es lineal y depende de diversos factores, controlables o no. El tamaño de parcela estimado para el cultivo de cebollita de hoja variedad Kyoto market es de 5,69 m².

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

RESUMO

Com o objetivo de estimar o tamanho ótimo de parcela para experimentação com cebola de folha, variedade de Kyoto market, foi instalado um experimento no distrito de Limpio, Paraguai, localizado nas coordenadas geográficas 25°9'58" S e 57°29.137' O. A pesquisa foi realizada entre os meses de novembro de 2021 e março de 2022. Foi montado um ensaio de uniformidade cuja população em estudo foi composta por 5000 plantas distribuídas em 100 unidades experimentais básicas (UEB) de 1 m². A variável analisada foi o peso das folhas de cebola de cada UEB, e o tamanho ideal de parcela foi determinado via modelo linear segmentado com resposta plato. Os resultados indicam que o coeficiente de variação tende a diminuir à medida que o tamanho da parcela aumenta. Este comportamento não é linear e depende de vários fatores, controláveis ou não. O tamanho de parcela experimental estimado para o cultivo de cebola de folha da variedade comercial de Kyoto é 5,69 m².

Palavras-chave: Ensaio de uniformidade, modelo linear segmentado com resposta plato, precisão experimental.

1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de cebollita de hoja (*Allium fistulosum L*), especie no bulbífrica, tiene una gran importancia a nivel mundial. Es frecuente su cultivo para el auto consumo en huertas familiares, pero también lo realizan pequeños agricultores y productores especializados, ya que constituye una fuente de ingresos que contribuye económicamente a la canasta de oferta de hortalizas del productor. Por lo general, cuando se realiza una investigación agrícola en busca de evaluar un evento de interés en un determinado cultivo, se define el tamaño de la unidad experimental básica que recibirá el tratamiento basado en literaturas anteriores, en otros casos, sin una sólida base estadística lo cual puede conducir a finalizar el estudio con conclusiones erradas.

Para obtener resultados validos es necesario realizar experimentos con bajo error experimental. En general, todo investigador reconoce la existencia del error experimental, pero no siempre está dispuesto a invertir el esfuerzo y tiempo requeridos para su cuantificación. Se conforman con introducir medidas de control en el proceso de investigación, tratando así de reducir el monto del error experimental y validar los resultados de su experiencia.

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 planeamiento experimental adecuado basado en tamaño de parcela acordes al cultivo. (Morais et al., 2014; Cargnelutti Filho et al., 2015).

Un buen planeamiento experimental consiste en aplicar estrictas medidas de control entre las que se destacan: el uso de material experimental homogéneo; el control de factores externos al asignar las unidades experimentales a los tratamientos, la asignación de un número razonable de unidades experimentales a los distintos tratamientos a ser evaluados así como la correcta utilización de las técnicas aplicadas en la investigación.

La variabilidad del suelo es el que mas influencia tiene sobre el error experimental, pero si se conoce su magnitud se puede seleccionar un tamaño de parcela que permita reducirlo y así tener un mayor grado de confiabilidad en los resultados de investigación que se obtengan (Mayor et al., 2012).

El tamaño de parcela experimental, es una variable que puede controlar el investigador, y es uno de los factores que más favorece al error experimental.

La falta de homogeneidad entre las unidades experimentales genera un efecto considerable sobre la magnitud de la variabilidad de los datos (Khan et al., 2017), o sea, sobre el error experimental. Si este error no se controla o se cuantifica, su efecto podría distorsionar la estimación de las medias de los tratamientos y su comparación. Por lo tanto, si se desea que los resultados de un ensayo sean confiables se recomiendan aplicar técnicas experimentales adecuadas, dentro de las

que se encuentra, utilizar un tamaño y una forma adecuados de unidad experimental (Condo y Pazmiño, 2015).

La unidad experimental (parcela) es el área en la que se lleva a cabo la asignación aleatoria de los tratamientos de un ensayo. Barros y Tavares (1995) la definen como la unidad básica que provee la información en la cual se basa la experimentación. Esta información, que se convertirá en los resultados del ensayo, proviene de pruebas de naturaleza probabilística. Para seleccionar el tamaño óptimo de la unidad experimental hay que tener en cuenta criterios de orden económico, estadístico y práctico.

Son muchas las consideraciones que hay que tener en cuenta antes de decidir el tamaño de la unidad experimental en un experimento, área del lote experimental, tipo de suelo, objetivo de la investigación, número de repeticiones y grado de precisión, homogeneidad del material experimental son algunas de ellas (Voysset, 1985).

Se considera que a mayor tamaño de la unidad experimental habrá un menor error experimental, lo que aumenta la precisión de la prueba crítica. Sin embargo, esta relación no es lineal; inicialmente, conforme aumenta el tamaño de la parcela se disminuye considerablemente el error experimental hasta un determinado punto, a partir del cual lo que se gana en la precisión es muy poco, por lo que no se justifica el aumento del tamaño de la unidad experimental más allá de este punto. De aquí, la importancia de los diferentes métodos para establecer un tamaño óptimo de parcela (Ferreira et al. 2009).

Existen diversos métodos para determinar el tamaño óptimo de parcela experimental, la mayoría de ellas basadas en ensayos de uniformidad.

Los ensayos en blancos (o de uniformidad) son parcelas de extensión relativamente grande que es tratada en toda su superficie uniformemente en cuanto a fertilización, aplicación de agroquímicos y demás labores de cultivo y que a la hora de la cosecha se subdivide en parcelas más pequeñas (unidades básicas). Posteriormente, las unidades básicas se agrupan de manera que formen parcelas de diferentes formas y tamaños, a estas parcelas resultantes se les cuantifica el rendimiento correspondiente mediante la adición de los rendimientos de las unidades básicas adyacentes. La comparación de cada tipo de parcela se hace recurriendo al error probable, error típico o al coeficiente de variación (Kavitha, 2010).

Entre los métodos más recientes destaca el **modelo lineal segmentado con respuesta plato (MLSRP)**, propuesto por Paranaíba *et al.* (2009), este modelo consta de dos segmentos. El primero describe una recta decreciente hasta una determinada constante P, que es el plato, y el segundo segmento se refiere al plato, que a partir de un determinado valor del coeficiente de variación (CV) asume un valor constante.

El modelo es representado por:

$$CV_{(X_i)} \left\{ \begin{array}{l} \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \text{ si } X_i \leq X_0 \\ CVP + \varepsilon_i \text{ si } X_i > X_0 \end{array} \right\}$$

en que $CV_{(X_i)}$ es el coeficiente de variación entre los totales para parcelas con X_i UEB, X_0 es el tamaño óptimo de parcela, CVP es el coeficiente de variación en el punto de unión entre el segmento lineal y el plato, β_0 y β_1 son los parámetros del segmento lineal y ε_i es el error asociado al $CV_{(X_i)}$ asumiendo normalidad e independientemente distribuido con media 0 y variancia σ_ε^2 constante.

Los dos segmentos, lineal y plato, son igualados en el punto de X_0 . Para obtener X_0 se toma $\beta_0 + \beta_1 X_0 = CVP$. Despejando X_0 de $\beta_0 + \beta_1 X_0 = CVP$ se tiene la expresión que determina el tamaño óptimo de parcela que es dado por

$$X_0 = (CVP - \beta_0) / \beta_1$$

Así como sucede en otros cultivos el tamaño de parcela experimental utilizados en investigaciones con cebollita de hojas es muy variable. Por ejemplo, Castro y Rios (2008) utilizaron 15 m² para cada UEB, Marquez (1985) condujo su investigación en parcelas de tamaño 4,4 m², Herrera (2017), empleo 23,5 m² como unidad experimental básica.

Delante de lo expuesto el objetivo general de esta investigación es estimar el tamaño óptimo de parcela en experimentación con cebollita de hoja. El objetivo específico es determinar el comportamiento del coeficiente de variación en relación al tamaño de parcela,

3 MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó cabo entre los meses de noviembre del 2021 y marzo del 2022, en el distrito de Limpio, Departamento Central, cuyas coordenadas geográficas son; latitud 25°9'58" S 57°29.137' O.

De acuerdo con la clasificación de Köppen-Geiger, el clima en la región es cálido y templado, la temperatura máxima es de 40°C en verano, la mínima llega a 0°C en invierno y la media anual de 23°C, El régimen de precipitación es de 1560mm al año. Las características químicas del suelo obtenidas mediante el análisis en laboratorio muestran que el lugar se caracteriza por un suelo de textura franco arenoso, con un pH de 6,20 y una materia orgánica de 1,71%.

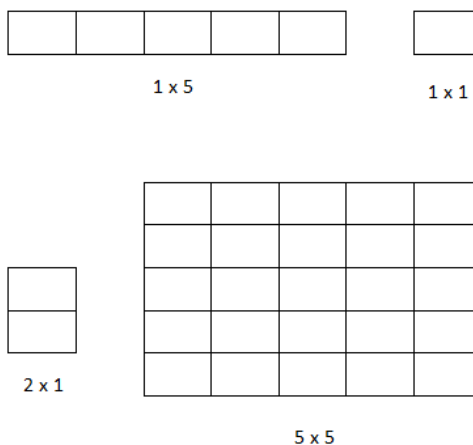
Departamento:		CENTRAL					Distrito:					LIMPIO					Fecha:		19/11/21	
Nº Lab.	Código	Prof. cm.	pH	Mat.Org. %	P mg/kg	Ca ²⁺ mg/kg	Mg ²⁺ mg/kg	K ⁺ cmol/kg	Al ³⁺ +H ⁺ cmol/kg	Sat.Al %	Na cmol/kg	C.E dS/m	Clase Textural	Color						
														Munsell	Descripción					
21-1398	M1	0-10	6,20	1,71	19,22	0,79	0,49	0,05	0,00	0,00	-----	-----	Areno Franco	5 YR 5/4	Marrón Rojizo Oq					

La población en estudio estuvo representada por plantas de cebollita de hojas variedad kyoto market sembradas en un área útil de 100 m² distribuidas en 100 UEB (Unidades Experimentales Básicas). Para cada unidad experimental se contó con un tamaño de 1m² de parcela (5 hileras de plantas espaciadas en 0.2m y distanciadas en 0,1m entre plantas), llegando así a 50 plantas por UEB, con un total poblacional de 5000 plantas. El ciclo del cultivo, desde la siembra a la cosecha, fue de 65 días y la variable evaluada fue el rendimiento (peso) en gramos de cada UEB.

Posteriormente, cada una de las 100 UEB cosechadas fueron identificadas por fila y por hilera, a continuación, fueron pesadas individualmente utilizando una balanza de precisión cuyos resultados fueron expresados en gramos por planta. Las UEBs fueron ordenadas en una grilla formada por 10 líneas y 10 columnas, identificando la posición individual de cada sub parcela por fila y por hilera (columnas).

Utilizando las 100 UEB fueron simulados ocho diferentes tamaños de parcela (Figura N°1), 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 variable rendimiento (peso) 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 N° 1. Ilustración de algunos tamaños de parcelas de los diferentes agrupamientos po



Los datos obtenidos 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 (parcelas) posibles, el tamaño óptimo de parcela en experimento con cebollita de hoja variedad kyoto market.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE CADA PARCELA SIMULADO

En la tabla 1 se observa los coeficientes de variación (CV) de cada tamaño de parcela simulado, provenientes de la variable producción en gramos de cebollita de hojas variedad kyoto market.

Tabla 1. Número de simulaciones, tamaño de parcela en unidad experimental básica (UEB), número total de UEB y parcelas, área de parcela (m²), coeficiente de variación expresado en porcentaje (CV %) para cada tamaño de parcela simulado en experimento en blanco con cebollita de hoja variedad kyoto market.

Simulaciones	Tamaño (UEB)	Forma	Nº de plantas	Área (m ²)	CV (%)
1	1	1x1	50	1	11.05
2	2	1x2	100	2	7.40
3	2	2x1	100	2	6.93
4	4	2x2	200	4	4.80
5	5	1x5	250	5	4.76
6	5	5x1	250	5	4.55
7	10	2x5	500	10	3.48
8	10	5x2	500	10	3.55
9	10	1x10	500	10	3.70
10	10	10x1	500	10	3.12
11	20	2x10	1000	20	2.64
12	20	10x2	1000	20	2.81
13	25	5x5	1250	25	2.83
14	50	5x10	2500	50	1.76
15	50	10x5	2500	50	2.94

Se observa que el coeficiente de variación varía y disminuye, conforme aumenta el tamaño parcela, disminuye el coeficiente de variación. Esa disminución de valores no presenta un comportamiento lineal. Depende de varios factores, controlables o no. Entre los factores controlables se ve que la forma y tamaño de la unidad experimental influye en el CV. Formas de parcela 2x2 presenta menor valor de CV que forma de parcela 2x1 el cual es demostrado en la tabla de arriba. Entre los factores no controlables se puede referenciar a la variabilidad genética del

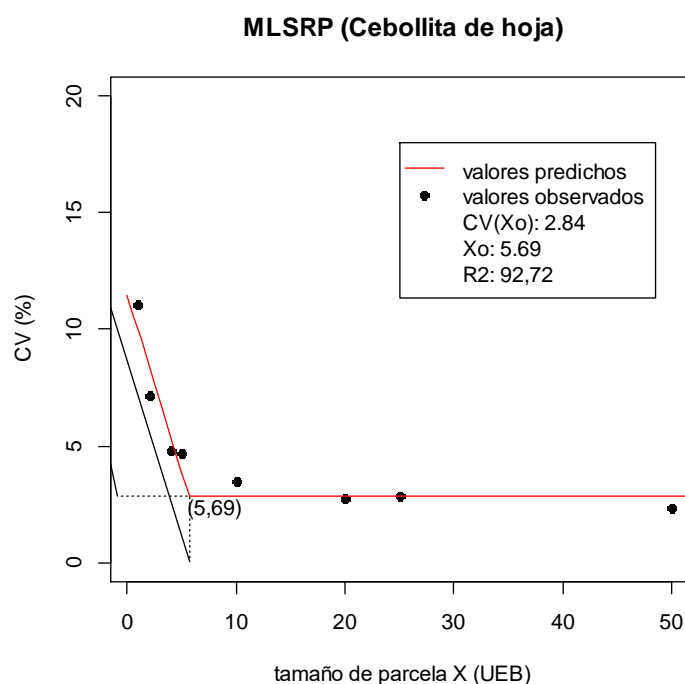
material experimental (semilla) y aparición de eventos casuales no predecibles como intervención de algún animal, eventos climáticos tales como tormentas, granizadas, y heladas.

Estos resultados concuerdan con Humada-Gonzalez et al. (2022) que en una investigación de dimensionamiento de parcela experimental en lechuga (*Lactuca sativa* L) variedad veneranda conducida en sistema hidropónico recirculante de nutrientes demostró que efectivamente cuando mayor es el tamaño de parcela menor es el valor del coeficiente de variación.

4.2 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE PARCELA EXPERIMENTAL VÍA MODELO LINEAL SEGMENTADO CON RESPUESTA PLATO

El tamaño óptimo de parcela (figura N° 2) en experimento de campo con cebollita de hoja estimado vía MLSRP es igual a 5,69 UEB. Considerado que cada UEB es de 1 m², el tamaño óptimo equivale a 5,69 m² de área.

Figura N° 2. Relación entre el coeficiente de variación (CV) y el tamaño de parcela X, en números de UEB, para la productividad de cebollita de hoja var. Kyoto market expresadas en gramos por UEB 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).



Este resultado es próximo a lo utilizado por Márquez (1985), que realizó una investigación con 4,4 m² de área para cada UEB descrito en el libro Genotecnia vegetal. Comparativamente, el tamaño de UEB obtenido en este experimento. A su vez, el valor estimados en esta investigación es inferior a los 15 m² y 23 m², empleados por Castro y Ríos (2008), y Herrera (2017), respectivamente.

Estas variaciones se deben a que el tamaño de parcela depende de varios factores, entre los principales se destacan; la variedad utilizada, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y el manejo del cultivo. Además, el tamaño de parcela determinado también puede variar según la densidad de siembra y el método de estimación utilizado.

Considerando la calidad de ajuste (figura 2) se verifica que el valor del coeficiente de determinación en este conjunto de datos es (92,72 %); considerando que dicho valor puede asumir valores de 0 a 100 % se reafirma lo demostrado por Humada- Gonzalez et. al (2018), los modelos segmentados son una herramienta valida para dimensionar tamaños de parcelas experimentales ya que permiten obtener una combinación interesante de resultados, o sea, buen ajuste desde el enfoque estadístico y resultados coherentes desde el punto de vista práctico.

En este estudio, el modelo lineal segmentado con respuesta plato, estimó valores inferiores a los mencionados anteriormente, por lo que puede ser considerado como una opción válida para utilizarlo en condiciones donde existan limitaciones de área para realizar el experimento.

5 CONCLUSIONES

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

El tamaño de parcela estimado en esta investigación para el cultivo de cebollita de hoja variedad Kyoto market es de 5,69 m², estimado vía modelo lineal segmentado con respuesta plato.

El coeficiente de variación tiende a disminuir a medida que aumenta el tamaño de parcela. Ese comportamiento no es lineal y depende de diversos factores, controlables o no.

REFERENCIAS

- Barros, I., & Tavares, M. 1995. Estimativa do tamanho ótimo de parcelas experimentais através de cálculos algébricos. *Revista Bragantia*, 54(1), 209-215.
- 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.
- Castro, C. Y Rios, N. 2008. Evaluación agronómica de nueve híbridos de cebolla (*Allium cepa* (L.)). Universidad Nacional Agraria, UNA. Sébaco: Matagalpa.
- Condo, P. L. & Pazmiño, G. J. 2015. *Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Ferreira, P., Furtado, D., & Ramalho, A. 2009. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposicao de metodos de estimacao. *Revista Brasileira de Biometria*, 27(2), 255-268.
- Herrera, M. 2017. Producción de cebolla (*Allium cepa* L) en tres densidades de siembra y con cuatro fuentes de Materia Orgánica: Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1645>
- Humada Gonzalez, G., Morais, A., Caballero, C., Bortolini, J., Liska, G. 2016 Estimacion del tamaño óptimo de parcela en experimentación con la batata dulce. *Agrociencias*, v 22, n 2, p. 1 – 10.
- Humada-Gonzalez, G., Lezcano, A., Moreira, Gaete Humada, B. 2022 Dimensionamiento de parcela experimental en lechuga (*Lactuca sativa*) variedad veneranda conducida en sistema hidropónico recirculante de nutrientes. *BJAER*, v.5, n. 4, p.3983 – 3991.
- Kavitha, B. 2010. Study on optimum plot size and optimum plot shape of soybean crop. Tesis Mag.Sc. Dharwad, India. University of Agricultural Sciences. 58 p.
- Khan, M.; Hasija, R. C. & Tanwar, N. 2017. Optimum size and shape of plots based on data from a uniformity trial on Indian Mustard in Haryana. *MAUSAM*. 68 (1):67-74.
- Marquez, S. F. 1985. *Genotecnia Vegetal: métodos, teoría, resultados*. México: AGT Editor. D.F. 357 p. Disponible en <https://www.researchgate.net/profile/Natanael-Magana-Lira/publication/283490239>.
- Mayor, V., Blair, M., Muñoz, J. 2012. Metodología para estimar el coeficiente de heterogeneidad del suelo, el numero de repeticiones y el tamaño de parcela en investigaciones con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta agronómica* 61(1):32-39.
- Morais, A. R., Araújo, A. G., Pasqual, M. & Peixoto, A. P. B. 2014. Estimacão do tamanho de parcela para experimento com cultura de tecidos em videira. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1), 113-123.
- Paranaíba, A. P., Ferreira, D. F. y Morais, A. R. 2009. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimacão. *Rev. Bras. Biom.* 27(2):255-268.
- Paranaíba, P. F., Ferreira, D. F., Morais, A. R. 2009 Tamanho ótimo de parcela experimental: proposição de métodos de estimacão. *Revista Brasileira de Biometria*, v.27, n.2, p. 255-268.
- Voysest, O. 1985. Tamaño de parcela. In: López Genes, Marceliano; Fernández O., Fernando O.; Schoonhoven, Aart van (eds.). *Frijol: Investigación y producción*. Programa de las Naciones Unidas (PNUD); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. p. 409-417.