



Doctoral Thesis Abstract

Experimental designs and spatial and/or temporal models in agricultural, livestock and forestry production systems

Doctorando

Borges Mira, Alejandra 

Director/a

Terra, José 

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay

Codirector/a

Dixon, Philip 

Iowa State University, USA

Abstract

One of the main objectives of agronomic experimentation is to obtain reliable data to establish comparisons between treatments and test working hypotheses. To meet this objective, it is essential to have well-designed and planned experiments, as well as a data analysis strategy that takes into account the design factors and additional relevant information, mainly in large field scale trials evaluated for several years which generate correlations in space and/or time. The purpose of this research was to evaluate the efficiency of experimental designs with different degrees of complexity and the adjustment of spatial, temporal and spatio-temporal models in experiments with different crops, seeking to avoid biases in the variance estimates, and an adequate control of the empirical type 1 error rate. The most relevant results of this work show that with high experimental field heterogeneity and large experiment size, the choice of the experimental design becomes essential to obtain accurate and precise treatment effect estimates. Once the appropriate experimental design has been chosen, spatial modeling of the correlation between experimental units further improves the design performance. These improvements can be accompanied by unbiased standard errors and a correct control of the type 1 empirical error rate if the model used to estimate the spatial correlation of the response variable is adequate. Additionally, with high number of replicates, reliable results can be obtained beyond the preferred spatial model. On the other hand, when intra-plot spatial correlations are included, the advantage of spatial modeling is not as clear. In the case of forest tillage experiments, the inclusion of spatial correlation between trees in the same plot increased the precision of comparisons between treatment means, achieving reductions in the standard error of the mean difference of up to 40 %. However, in trials conducted on permanent grasslands with large plot sizes, the advantages were not clear. These differences between trials may be due to the scale at which these spatial correlations are manifested, the number of subsamples per plot and the effect of treatments on the spatial distribution of the variables of interest.

Keyword: experimental design efficiency, mixed models, spatio-temporal variability





Diseños experimentales y modelos espaciales y/o temporales en sistemas productivos agrícolas, ganaderos y forestales

Resumen

Uno de los principales objetivos de la experimentación agronómica es obtener datos confiables que permitan establecer comparaciones entre tratamientos y poner a prueba las hipótesis de trabajo. Para cumplir este objetivo se necesitan experimentos bien diseñados y planificados, así como una estrategia de análisis de los datos que contemple los factores de diseño e información adicional relevante, especialmente en ensayos de campo de gran tamaño evaluados por varios años, que generan correlaciones en el espacio y/o en el tiempo. El propósito de esta investigación fue evaluar la eficiencia de diseños experimentales con diferente grado de complejidad y el ajuste de modelos espaciales, temporales y espacio-temporales en experimentos con diferentes cultivos, buscando evitar sesgos en las estimaciones de varianza y un control adecuado de la tasa empírica de error de tipo 1. Los resultados más relevantes de este trabajo muestran que cuando la heterogeneidad del terreno experimental es alta y el tamaño del experimento es grande, la elección del diseño experimental se vuelve esencial para obtener estimaciones precisas y con mayor exactitud. Una vez elegido el diseño experimental adecuado, la modelización espacial de la correlación entre unidades experimentales mejora aún más el desempeño del diseño elegido. Estas mejoras pueden estar acompañadas de errores estándar insesgados y un correcto control de la tasa de error empírica de tipo 1 si el modelo usado para estimar la correlación espacial de la variable de respuesta es el adecuado. Adicionalmente, cuando el número de repeticiones es alto, se pueden obtener buenos resultados más allá del modelo espacial preferido. Por otro lado, cuando se incluyen correlaciones espaciales intraparcarias, la ventaja de la modelización espacial no es tan clara. En el caso de parcelas en ensayos forestales, la inclusión de la correlación espacial entre árboles de una misma parcela significó grandes incrementos en la precisión de las comparaciones entre medias de tratamientos, lo que logró reducciones del error estándar de la diferencia de medias de hasta 40 %. Sin embargo, en ensayos sobre campo natural con parcelas de gran tamaño, las ventajas casi no se evidenciaron. Estas diferencias entre ensayos pueden deberse a la escala a la cual se manifiestan esas correlaciones espaciales, al número de submuestras por parcela y al efecto de los tratamientos sobre la distribución espacial de las variables de interés.

Palabras clave: eficiencia de diseños experimentales, modelos mixtos, variabilidad espacio-temporal

Fecha de la defensa: 20 de octubre de 2022

Tribunal:

Presidente

Mónica Balzarini
Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y
Técnicas (CONICET), Argentina

Relator

Emilio Laca
University of California, USA

Relatora

María Virginia Pravia
Instituto Nacional de Investigación
Agropecuaria (INIA), Uruguay