**ANÁLISIS CUANTITATIVO EN ECOLOGÍA**

Semestre B-2018

**PRACTICA 2**

**Profesor**: Luis D. Llambí

CONTENIDOS:

Diseño de experimentos. Definición de variable respuesta y factores. Definición de la población experimental, controles y controles de procedimiento, replicación e independencia entre réplicas. Análisis de varianza de una vía. Homocedasticidad y normalidad. Transformaciones de los datos. Pruebas paramétricas y no paramétricas. Test de comparaciones múltiples *a priori* (contrastes) y *a posteriori.*

**Ej 1.** Un investigador estaba interesado en evaluar el efecto de la competencia intraespecífica sobre el crecimiento de una hierba de la sabana (*Florecita sabanerum*). En una estación experimental, dividió un área denudada de vegetación adyacente a la vega de un río en 25 parcelas de igual tamaño. Luego, decidió establecer 5 parcelas réplicas para cada uno de 5 tratamientos de densidad de siembra (20,25,30,35 y 40 plantas/m2). Finalmente, midió los g de materia seca/promedio por planta para evaluar los cambios en el crecimiento. Conteste las siguientes preguntas: a) ¿Cuál sería la manera más correcta de asignar las réplicas a cada uno de los 5 tratamientos en su área de trabajo de modo de garantizar la independencia entre réplicas y tratamientos?; b) ¿Qué efecto tendría sobre la interpretación de los resultados distribuir en filas paralelas a la vega del río las 5 réplicas para cada tratamiento?; c) Para determinar el promedio de peso por planta, se muestrearon 10 plantas dentro de cada parcela; ¿Es cada una de las plantas muestreadas una réplica experimental?; d) Especifique la variable respuesta y el factor analizado, así como los niveles o tratamientos del factor.

Los resultados del experimento se presentan en la hoja 1 del archivo de Excel. e) especifique la hipótesis nula y la hipótesis alternativa a evaluar; f) Utilizando SPSS, evalúe la homocedasticidad; g) Realice un análisis de varianza paramétrico para un α=0.05. Establezca la prueba de comparaciones múltiples apropiada en el menú. Establezca, en función de la zona de aceptación de la Ho, el resultado de la prueba y el resultado de las comparaciones múltiples. Presente los resultados de forma gráfica. ¿Qué concluye?

**Ej 2**. PARTE 1: Un investigador se planteó evaluar a través de un experimento de campo el efecto de la fertilización nitrogenada (utilizando un fertilizante diluido en agua) sobre la producción primaria neta de una pastura en un potrero en la selva nublada. Para esto, delimitó en el potrero parcelas de 3x3 m. Para medir la productividad primaria se seleccionaron dentro de cada parcela sub-parcelas de 1x1 m, se cosechó la biomasa aérea y se determinó en el laboratorio su peso seco promedio. Luego de 1 mes, en cada parcela se seleccionaron otras tres sub-parcelas de 1x1 m y se determinó el peso seco promedio. La producción primaria se determinó en cada parcela como diferencia entre el peso promedio final y el inicial. A) Especifique un diseño para el experimento que incluya parcelas control, controles de procedimiento y parcelas experimentales (replicadas en cada caso); B) ¿Cuál es la forma más correcta de distribuir en el espacio del potrero las parcelas control, experimentales y de control de procedimiento y de asignar los tratamientos a las réplicas?; C) Especifique la variable respuesta y el factor analizado, así como los niveles o tratamientos del factor; D) ¿Son las 3 sub-parcelas utilizadas para estimar la biomasa aérea réplicas experimentales o pseudo-réplicas?; E) ¿Qué efecto tendría sobre su diseño si una de las cuatro esquinas del potrero se quemara accidentalmente?

PARTE 2: En base a su asesoría el investigador se planteó realizar el experimento de delimitando aleatoriamente en el potrero 18 parcelas de 3x3 m. Luego, seleccionó 6 de estas parcelas al azar y agregó un fertilizante foliar nitrogenado diluido en agua. En otras 6 parcelas seleccionadas al azar agregó la misma cantidad de agua pero sin fertilizante. Las últimas 6 parcelas se establecieron como controles. Al inicio del experimento, se seleccionaron al azar 3 sub-parcelas de 1x1 m, se cosechó la biomasa aérea y se determinó en el laboratorio su peso seco promedio. Luego de 1 mes, en cada parcela se seleccionaron otras tres sub-parcelas de 1x1 m al azar y se determinó el peso seco promedio. La producción primaria se determinó en cada parcela como diferencia entre el peso promedio final y el inicial. Los resultados se presentan en la hoja 4 del archivo de Excel. Se pretende evaluar con un 95% de confianza si la fertilización tuvo un efecto sobre la producción primaria de la pastura. a) ¿Cuál de los tratamientos constituye el control de procedimiento?; b) especifique la hipótesis nula y la hipótesis alternativa a evaluar en este caso (note que la pregunta se refiere exclusivamente al efecto de la fertilización); e) Utilizando SPSS, evalúe la homocedasticidad; c) Realice el análisis de varianza (para un α=0.05); d) Establezca la prueba de comparaciones múltiples apropiada en el menú de los ***contrastes*** (note que en este caso es apropiado realizar pruebas secuenciales *a priori*, dadas nuestras hipótesis). Establezca, en función de la zona de aceptación de la Ho, el resultado de la ANDEVA y el resultado de las comparaciones múltiples. ¿Qué concluye?

**Ej 3**. En estudio sobre el uso de distintos hábitats acuáticos por una especie de pez, se evaluó la composición química de los tejidos. Un elemento medido fue el carbono en los tejidos. Para esto, se tomaron muestras de los músculos de 10 individuos adultos de cada hábitat y se midió la cantidad de C presente (en %). Los resultados se presentan en el archivo de Excel correspondiente a la Práctica 2 (hoja 1). Se quiere saber si el contenido de C era diferente entre los hábitats estudiados; a) Especifique la variable respuesta y el(los) factor(es) analizados, así como los niveles o tratamientos en cada factor; b) especifique la hipótesis nula y la hipótesis alternativa a evaluar; c) Utilizando SPSS, evalúe la homocedasticidad; d) Realice un análisis de varianza paramétrico para un α=0.05. Establezca la prueba de comparaciones múltiples apropiada en el menú. Identifique en la tabla de salida del programa las sumas de cuadrados y los cuadrados medios (defina los grados de libertad apropiados), el estadístico F (de dónde proviene su cálculo?) y su probabilidad. Establezca, en función de la zona de aceptación de la Ho, el resultado de la prueba y el resultado de las comparaciones múltiples. ¿Qué concluye?; e) ¿Cómo puede establecer a partir de la salida del programa, la proporción existente en la variación producto de la diferencias entre tratamientos (variación generada por el factor) y la variación residual dentro de cada tratamiento (variabilidad intrínseca entre réplicas)?

**Ej 4**. En un experimento de laboratorio para analizar el efecto sobre el hígado de una dieta rica en lípidos, se sometieron a un conjunto de ratas a 4 dietas diferentes (una normal y otras con contenido variable de lípidos). Al cabo de 4 semanas se sacrificaron las ratas, se extrajo el hígado y se pesó. Los resultados se expresaron en porcentaje de peso del hígado en función del peso total del animal (ver hoja 3 de Excel). Se pretende evaluar con un 95% de confianza si la dieta tuvo un efecto sobre el peso relativo del hígado. A) Especifique la variable respuesta y el factor analizado, así como los niveles o tratamientos del factor; b) especifique la hipótesis nula y la hipótesis alternativa a evaluar; c) Utilizando SPSS, evalúe la homocedasticidad; d) ¿Qué podría indicarle en este caso una diferencia en las varianzas entre tratamientos?, ¿Qué efecto tiene sobre el error tipo I?; e) De encontrar que los datos son heterocedásticos, realice una transformación apropiada para este tipo de datos y vuelva a realizar el test de homocedasticidad; f) Realice el análisis de varianza paramétrico y otro no paramétrico y compare los resultados (para un α=0.05). Establezca la prueba de comparaciones múltiples apropiada en el menú. Establezca, en función de la zona de aceptación de la Ho, el resultado de la prueba y el resultado de las comparaciones múltiples. ¿Qué concluye?

**Bibliografía recomendada**

Hulbert SH. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs 54(2):187-211.

Quinn, GP., Keough MJ. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press.

Segnini S. 2010. Escogiendo un método estadístico: manual práctico para las ciencias biológicas. Universidad de los Andes, Mérida.

Underwood, AJ. 1997. Experiments in Ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press.

Van Emden H. 2008. Statistics for Terrified Biologists. Blackwell Publishing.