

COLEGIO DE POSTGRUADOS

PROGRAMA DE POSTGRADO: **ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL**

CURSO: **DISEÑOS EXPERIMENTALES: MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS**

PROFESOR TITULAR: **DR. PEDRO ANTONIO LÓPEZ**

COLABORADOR (ES):

CORREO ELECTRÓNICO: **palopex@colpos.mx; pal_1967@live.com**

TELÉFONO: **2851447**

EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO:

CLAVE DEL CURSO: **CEI-613**

PRE-REQUISITOS: **Principios de estadística y computación**

TIPO DE CURSO:

- Teórico
 Práctico
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera
 Verano
 Otoño
 No aplica

SE IMPARTE A:

- Maestría en Ciencias
 Doctorado en Ciencias
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial
 No presencial
 Mixto

HORAS CLASE:

Presenciales **54**
Extra clase **138**
Total **192**

CRÉDITOS: **3**

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

Durante sus estudios y como egresado de un programa de postgrado, el profesionista frecuentemente se enfrenta a situaciones que le exigen un conocimiento básico de los diseños experimentales y de la planeación y conducción de experimentos, ya sea en campo, en laboratorio o en invernadero; prueba de ello es que la presente propuesta de curso se apoya, en primer instancia, en comentarios de egresados (también documentados en el seguimiento a los egresados desarrollado por un grupo de académicos del PROEDAR) y en solicitudes de estudiantes por la necesidad de contar entre la oferta de cursos del PROEDAR, con un curso sobre diseños experimentales, el cual he impartido como Problema Especial ininterrumpidamente desde 2011. Además, el estudio de los recursos genéticos así como la optimización de los factores que intervienen en la producción agrícola, sea en campo, invernadero o en laboratorio requieren, entre otros aspectos, de un conocimiento y dominio de los principios básicos y aplicados de la estadística y de los diseños experimentales, con el fin de llevar a cabo una buena planeación y conducción de los experimentos, así como un adecuado análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Por otro lado, una herramienta valiosa para el análisis de los datos en experimentación es el Sistema de Análisis Estadístico (SAS, por sus siglas en Inglés), cuyo manejo se ha hecho más accesible a partir de la disponibilidad de la versión para Windows, de la cual el Colegio de Postgraduados es una de las pocas instituciones nacionales con licencia para el uso de dicho software; sin embargo, pocos son los cursos que abordan directamente el manejo de este programa, no sólo en el PROEDAR, sino en otros Programas u Orientaciones del Colegio de Postgraduados. Por lo expuesto anteriormente se propone el presente curso, el cual está diseñado para impartirse a alumnos del PROEDAR del Campus Puebla cuyo tema de investigación esté relacionado con el estudio de los recursos genéticos o de factores involucrados en la optimización de las prácticas de laboratorio o agronómicas, quienes han recibido algunos cursos de estadística básica pero no cuentan con experiencia en la planeación y conducción de experimentos, ni en el manejo y análisis de la información utilizando el paquete estadístico SAS. El curso está propuesto para impartirse a alumnos de maestría o doctorado que requieran analizar con mayor nivel de profundidad los aspectos teóricos y prácticos de los diseños experimentales y de los pasos a seguir para asegurar una buena planeación, establecimiento y conducción de los experimentos en campo, en laboratorio o invernadero, para la selección del diseño experimental y del modelo estadístico más adecuados y los métodos más apropiados de análisis e interpretación de los resultados, a fin de lograr una presentación clara y concisa de los mismos para su publicación en artículos científicos en revistas especializadas.

Este curso pretende aportar las herramientas requeridas en trabajos de investigación de estudiantes que abordan temas que se desarrollan en el marco de las Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC) 'Recursos Genéticos, Biotecnología e Innovación' y 'Medio Ambiente y Recursos Naturales', actualmente vigentes en el PROEDAR; sin embargo, se considera también que a nivel de Postgrado un estudiante o egresado del PROEDAR debe manejar un mínimo de información básica relacionada con el tema de experimentación.



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

Este curso se relaciona y complementa al curso CEI 610 “La estadística en el desarrollo”, así como otros cursos que abordan el conocimiento, caracterización y aprovechamiento de los recursos genéticos y la optimización de prácticas inherentes a procesos de producción agrícola en campo, laboratorio y/o invernadero. Dichos cursos son impartidos actualmente en el PROEDAR.

OBJETIVO GENERAL

Que el alumno conozca, maneje y aplique los principios básicos de la planeación, establecimiento y conducción de experimentos; así como el planteamiento de los modelos estadísticos apropiados y el análisis de los datos obtenidos, mediante el uso del paquete estadístico SAS, interpretando los resultados apropiadamente.

TEMAS Y SUBTEMAS

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
4.0 HORAS	1 Libro de Campo y principios de la experimentación 1.1. Conceptos. Método científico, Estadística, Experimento, Factores, Diseño experimental, Tratamientos, Arreglo de tratamientos, Tamaño de parcela, Unidad experimental, Parcela útil, Repeticiones, Ambientes, Variables, Mediciones, Precisión, Correlación, Análisis de varianza, Fuentes de variación, Grados de libertad, Suma de cuadrados, Cuadrados medios, Valores de F, Significancia. Modelos estadísticos	El alumno reconocerá la importancia de la elaboración de un libro de campo y su manejo adecuado, también se familiarizará con la aplicación de los principales conceptos empleados en la estadística y la experimentación
12.0 HORAS	2 Introducción al Sistema de Análisis Estadístico (SAS) 2.1. ¿Qué es el SAS? 2.2. Cómo acceder al SAS. 2.3. Explorando el SAS. Ventanas: Editor, Output, Log, Menú, Ayuda en SAS. 2.4. Principales comandos en SAS. 2.5. Principales procedimientos en SAS: PROC IMPORT, PROC PRINT, PROC SORT, PROC ANOVA, PROC GLM, etc. 2.6. Aleatorización en SAS.	El alumno se familiarizará con el manejo y aplicación del menú de opciones, con los principales comandos y procedimientos empleados en el paquete estadístico SAS.
18.0 HORAS	3 Diseños experimentales 3.1. ¿Por qué usar los diseños experimentales? 3.2. Niveles de variación. 3.3. Diseño experimental completamente al azar (DECA). Aspectos teóricos y prácticos; ventajas y desventajas. 3.4. Diseño experimental en bloques completos al azar (DEBA). Aspectos teóricos y prácticos; ventajas y desventajas.	El alumno conocerá los principios teóricos y las bases prácticas para seleccionar el diseño experimental a emplear, el modelo estadístico apropiado y los arreglos de tratamientos más frecuentemente usados en la experimentación; así como



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

	<p>3.5. Diseño experimental en Cuadro Latino (DECL). Aspectos teóricos y prácticos; ventajas y desventajas.</p> <p>3.6. Diseño experimental en bloques incompletos (Látice). Aspectos teóricos y prácticos; ventajas y desventajas.</p> <p>3.7. Arreglos factoriales. Aspectos teóricos y prácticos; ventajas y desventajas.</p> <p>3.8. Arreglos en parcelas divididas. Aspectos teóricos y prácticos; ventajas y desventajas.</p> <p>3.9. Superficies de respuesta.</p> <p>3.10. Arreglos especiales. Diseño en franjas (strip plot design).</p> <p>3.11. Análisis combinados.</p>	las ventajas y desventajas de la aplicación de cada uno de ellos.
18.0 HORAS	<p>4 Análisis de la información</p> <p>4.1. Análisis preliminar de datos. Datos fuera de tipo (outliers), Gráficas de dispersión, Distribución de las variables, elaboración de gráficas (Q-Plot) en SAS, Transformación de variables, empleo de PROC MEANS en SAS, Matriz de datos.</p> <p>4.2. Aplicación de PROC ANOVA y/o PROC GLM en SAS.</p> <p>4.2.1. Análisis de experimentos completamente al azar. Programación e interpretación de resultados.</p> <p>4.2.2. Análisis de experimentos en bloques completos al azar. Programación e interpretación de resultados.</p> <p>4.2.3. Análisis de experimentos en Cuadro Latino. Programación e interpretación de resultados.</p> <p>4.2.4. Análisis de experimentos en Látice. Programación e interpretación de resultados.</p> <p>4.2.5. Análisis de experimentos factoriales. Programación e interpretación de resultados.</p> <p>4.2.5. Análisis de series de experimentos. Programación e interpretación de resultados.</p>	El alumno conocerá los principios teóricos y la aplicación práctica del análisis preliminar de la información, del análisis de varianza de datos obtenidos a partir de diferentes diseños experimentales y de la aplicación de arreglos de tratamientos; así como la interpretación de los resultados.
4.0 HORAS	<p>5 Sistematización y presentación de resultados</p> <p>5.1. Elaboración y presentación de Cuadros.</p> <p>5.2. Elaboración y presentación de Figuras.</p>	El alumno practicará la presentación de resultados en Cuadros y Figuras, a partir de los resultados obtenidos en el análisis de la información, para su publicación en artículos científicos.



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

El curso se desarrollará con dos sesiones teóricas por semana, durante las cuales el profesor expondrá los temas a tratar, los cuales serán discutidos de manera grupal; además el alumno o alumna dedicará al menos ocho horas/semana para prácticas y tareas, con tiempo variable para asesorías, previo acuerdo entre estudiantes y profesor. El desarrollo del curso se enfocará a la aplicación práctica de los temas cubiertos en clase. Se programarán tareas y prácticas para cada tema del programa. Se recomienda que el alumno cuente con un tema de investigación definido para que el contenido del curso le apoye en la planeación de su trabajo o, en caso de tratarse de un estudiante con avances en su investigación, es recomendable que cuente con datos originales producto de su estudio, para la ejecución de ejercicios con datos reales. Se requiere que el alumno obtenga una clave de acceso al programa SAS en escritorio remoto, esto lo puede tramitar a través del sistema del Departamento de Redes del Colegio de Postgraduados, vía correo electrónico. Cada alumno entregará un trabajo final con datos reales, donde aplicará los conocimientos adquiridos durante el curso. Adicionalmente, se solicitará al Laboratorio de Cómputo del Campus Puebla, que cuente con el paquete SAS instalado en cada uno de los procesadores.

LISTA DE PRÁCTICAS

- Práctica 1. Elaboración del libro de campo.
- Práctica 2. Uso de comandos en SAS.
- Practica 3. Planeación y establecimiento de un experimento.
- Práctica 4. Conducción y toma de datos de un experimento.
- Práctica 5. Análisis de datos de un experimento.
- Práctica 6. Elaboración de un reporte científico.

RECURSOS DIDÁCTICOS

Para las sesiones teóricas se emplearán un proyector, una pantalla y computadora portátil. También se hará uso del pizarrón. Se hará uso de notas de clase que se han preparado para cada tema. Para las sesiones prácticas se utilizará material diverso, de acuerdo al tipo de experimento que se establecerá, ya sea en campo, en laboratorio o en invernadero. En las sesiones prácticas también se hará uso de computadoras portátiles o de los equipos instalados en el Laboratorio de Cómputo del Campus Puebla. El software que se utilizará será el Statistical Analysis System (SAS) vía escritorio remoto o instalado en equipo del Laboratorio de Cómputo. También se hará uso de Excel, Power Point y Word.



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Se tomará en cuenta la asistencia de los alumnos para la asignación de calificaciones, se aplicarán dos exámenes escritos, el primero de ellos cubriendo el material visto en los temas 1 y 2; mientras que el segundo examen cubrirá el material de los temas 3, 4 y 5. Se evaluará el reporte de tareas y prácticas, así como el reporte del trabajo final. La calificación final será el resultado de la suma ponderada de las siguientes actividades:

Actividad	Porcentaje de evaluación
Asistencia †	Requisito para acreditar calificación
Exámenes	30
Reportes de prácticas	40
Trabajo final	30
Total	100

† El o la estudiante no podrán tener más de tres faltas injustificadas

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, REVISTA O EDITORIAL, PÁGINAS)

- Bautista-Martínez N., L. Soto-Rojas, R. Pérez-Pacheco (eds). 2009. Tópicos selectos de estadística aplicados a la fitosanidad. Colegio de Postgraduados-Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Oaxaca, Montecillo, mpio. de Texcoco, Edo. de México. 256 p.
- Cochran W.G. and Cox G.M. 1957. Experimental designs. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York. 617 p.
- Gilbert J.E., Lewis R.V., Wilkinson M.J. and Caligari P.D.S. 1999. Developing an appropriate strategy to assess genetic variability in plant germplasm collections. Theor. Appl. Genet. 98:1125-1131.
- Johnson R.A. and D.W. Wichern.1992. Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. U.S.A. 594 p.
- López P. A. 2015. Notas de clase. Colegio de Postgraduados Campus Puebla.
- Martínez G. A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Ed. Trillas. México. 756 p.
- McIntosh M. S. 1983. Analysis of combined experiments. Agronomy Journal 75: 153-155.
- Mohammadi S.A. and Prasanna B.M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants—salient statistical tools and considerations. Crop Science 43: 1235-1248.
- Moore K. J. and P. M. Dixon. 2015. Analysis of Combined Experiments Revisited. Agronomy Journal 107(2):763-771.
- Moore D.S. and G.P. McCabe. 1993. Introduction to the practice of statistics. 2nd ed. W.H. Freeman and Company. United States of America. 854 p.



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

- Robinson P.H., J. Wiseman, P. Udén, G. Mateos. 2006. Some experimental design and statistical criteria for analysis of studies in manuscripts submitted for consideration for publication. *Animal Feed Science and Technology* 129: 1–11.
- Sahagún C. J. 2007. *Estadística descriptiva y probabilidad. Una perspectiva biológica*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 282 p.
- SAS Institute. 2002-2003. *Statistical Analysis System, Version 9.1*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Steel R.G.D. y J. H. Torrie. 1985. *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. 1a ed. en Español. McGraw Hill de México, S.A. de C.V. México. 622 p.