

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**DISEÑOS EXPERIMENTALES**

**I. DATOS GENERALES**

<b>Unidad académica:</b>	Departamento de Fitotecnia
<b>Programa Educativo:</b>	Ingeniería Agronómica Especialista en Fitotecnia.
<b>Nivel educativo:</b>	Licenciatura.
<b>Línea Curricular:</b>	Metodología
<b>Asignatura:</b>	Diseños Experimentales.
<b>Carácter:</b>	Obligatorio.
<b>Tipo:</b>	Teórico práctico
<b>Prerrequisitos</b>	Metodología de la Investigación, Matemáticas, Probabilidad y Estadística
<b>Ciclo escolar/año/semestre:</b>	Quinto año/2017/Primero.
<b>Horas teoría/semana:</b>	3
<b>Horas práctica/semana:</b>	2
<b>Horas de estudio independiente/semana:</b>	1.5 (teoría) y 1.0 (práctica)
<b>Viajes de estudio (8h/d):</b>	0
<b>Horas totales del curso:</b>	80 presenciales y 40 independiente
<b>Número de créditos:</b>	7.5
<b>Profesores:</b>	Dr. Jaime Sahagún Castellanos, Dr. Alberto Tapia Aguilar, Dr. Filemón Ramírez Pérez, Dr. Juan Enrique Rodríguez Pérez, M.C. Tomás Corona Sáez, M.C. Arturo Curiel Rodríguez, M.C. Marcelino Pérez Vivar

**Clave:**

**II. INTRODUCCIÓN**

La asignatura de Diseños Experimentales es un curso obligatorio ubicado en el primer semestre de quinto año de la licenciatura en Ingeniería Agronómica Especialista en Fitotecnia. Horizontalmente dará las bases metodológicas para la toma de decisiones asociadas a los ejes transversales del programa educativo, como lo son: inocuidad, bioseguridad y soberanía alimentaria. Verticalmente considera elementos del curso de Metodología de la Investigación y, fundamentalmente de la asignatura de Estadística y

Probabilidad, con el propósito de apoyar el entendimiento de numerosos aspectos teóricos y generar el conocimiento metodológico para el análisis e interpretación de información de prácticas y talleres de diversos cursos, como Genética, Fisiotecnia Vegetal, Producción y Tecnología de Semillas, etc. Así mismo, es un apoyo fundamental e indispensable para el desarrollo de tesis como una opción de titulación, o bien, para aquellos alumnos que decidan continuar con estudios de posgrado en ciencias o investigación.

Se enfatizará el empleo de herramientas básicas de Estadística y Probabilidad en el contexto del análisis e interpretación de datos generados en experimentos de tipo agrícola. De la misma manera, se exigirá el desarrollo de ejercicios que involucren la presentación de un problema que demande trabajo experimental, definición y discriminación de alternativas de solución, diseño y ejecución del experimento, análisis de la información e interpretación de resultados.

El curso consta de seis unidades temáticas que incluyen la apropiación del lenguaje de los diseños experimentales, la definición de análisis de varianza y sus supuestos, así como la forma de verificarlos y la aplicación de transformaciones en caso de que aquellos no se cumplan. Posteriormente, se aborda el estudio de los diseños experimentales básicos, algunas técnicas de comparación de efectos de tratamientos, el análisis de experimentos factoriales, de parcelas divididas y de covarianza. Finalmente, se estudian técnicas asociadas a la estimación de componentes de varianza.

La forma de enseñanza está orientada a la obtención de objetivos. El curso se llevará a cabo en la modalidad de exposición mediante conferencias presenciales, discusión y ejemplificación de técnicas estadísticas desarrolladas con apoyo de apuntes, notas y lecturas. Todo ello complementado con trabajo independiente del alumno a través de tareas, ejercicios y prácticas relativas al diseño, establecimiento y ejecución de experimentos. Las actividades se evaluarán a través de exámenes, tareas e informes.

### **III. PRESENTACIÓN.**

La investigación experimental es una herramienta fundamental en el estudio de los fenómenos relacionado con los aspectos básicos y aplicados de los procesos de producción agrícola. En este sentido, los diseños experimentales constituyen instrumentos de gran valor, en los que se apoya la generación de nuevos conocimientos y tecnologías.

El conjunto de principios y métodos básicos que se integran en el curso de Diseños Experimentales, constituye la piedra angular para la delineación de investigación que permita arribar a conclusiones sobre los fenómenos bajo investigación, en forma tal que se pueda evaluar la incertidumbre de las conclusiones generadas en términos de probabilidad. Este conocimiento aunado con las habilidades y valores que se generen y desarrollen en el curso, darán al alumno una sólida base metodológica para la toma de decisiones que también podrán ser aplicadas en un contexto de bajo impacto ambiental, inocuidad alimentaria y agricultura sostenible.

El alumno será capaz de demostrar supuestos en la experimentación agrícola, a fin de determinar la veracidad de los mismos, así como aplicar los principios básicos de los diseños experimentales.

### **IV. OBJETIVO DEL CURSO**

Aplicar en forma racional elementos teóricos y metodológicos básicos, relativos a Diseños Experimentales, a fin de concebir la interpretación adecuada de los resultados obtenidos por el análisis de información experimental que, a su vez, permita la toma de decisiones expresadas con una medida de riesgo.

### **V. CONTENIDO**

#### **Unidad 1. Presentación del curso y conceptos básicos (4.5 h)**

**Objetivo.** Reconocer la importancia de los diseños experimentales en el desarrollo de la investigación agrícola, así como en el proceso de formación y ejercicio profesional del Ingeniero Agrónomo en Fitotecnia.

**Contenido.** Ubicación del curso en el Plan de Estudios. El papel de los diseños experimentales en la investigación y desarrollo de la agricultura. Conceptos (Experimento, factor, nivel, experimento simple, experimento factorial, tratamiento, unidad experimental, repetición, aleatorización, diseño experimental, diseño de tratamientos, bloque, error experimental, media poblacional). Trabajo independiente (2.25 h).

## **Unidad 2. La técnica del análisis de la varianza y sus supuestos (6.0 h)**

**Objetivo.** Explicar los conceptos del análisis de varianza y sus supuestos básicos, a fin de identificar la veracidad de éstos, así como corregir la insatisfacción de ellos.

**Contenido.** El concepto del análisis de la varianza. Los supuestos del análisis de varianza: normalidad, homogeneidad de varianza e independencia de observaciones y de errores. Métodos para verificar los supuestos del análisis de varianza. Transformación de datos cuando se violan los supuestos del análisis de varianza. Ejercicios (trabajo independiente, 3.0 h).

## **Unidad 3. Diseños Experimentales Básicos (completamente al azar, bloques completos al azar y cuadro latino), comparaciones de medidas de tratamientos y contrastes (13.5 h)**

**Objetivo.** Revisar los principios de los diseños experimentales básicos, en función de las variaciones entre grupos (bloques) de unidades experimentales, su forma de aplicación y su análisis e interpretación; para probar hipótesis relativas a la igualdad de medias de tratamientos, de acuerdo con los diseños experimentales empleados.

**Contenido.** Conceptos generales de diseños experimentales para investigación de campo. Control del error experimental y concepto de estratificación (bloqueo). Descomposición de sumas de cuadrados y de grados de libertad. Diseño experimental completamente al azar. Diseño experimental bloques al azar. Generalización del modelo del diseño de bloques completos al azar. Diseño experimental cuadrado latino. Comparaciones de medias de tratamientos (DMS, SNK, Tukey, Dunnet, Scheffe). Contrastes ortogonales. Ejercicios (trabajo independiente 6.75 h).

#### **Unidad 4. Experimentos factoriales (13.5 h)**

**Objetivo.** Revisar los conceptos y métodos de análisis de experimentos con dos o más factores cruzados, para utilizar en los diseños experimentales básicos.

**Contenido.** Conceptos y notación. Análisis de experimentos factoriales en diseños experimentales básicos. Factoriales fraccionados. Confusión para experimentos con una repetición. Conceptos y descripción de experimentos en arreglos de parcelas divididas. Modelos y análisis de experimentos en arreglos de parcelas divididas. Comparaciones de medias. Ejercicios (trabajo independiente 6.75 h).

#### **Unidad 5. Análisis de Covarianza (4.5 h)**

**Objetivo.** Explicar la técnica que permite separar los efectos de los factores de interés de un experimento, de los efectos causados por otros factores de naturaleza indeseable, los cuales son independientes de los efectos de los tratamientos bajo estudio.

**Contenido.** Concepto de covariable. Diseño, análisis de covarianza, ajuste de medias y pruebas de hipótesis para un experimento simple y uno factorial. Ejercicios (tiempo independiente 2.25 h).

#### **Unidad 6. Estimación de componentes de varianza (6.0 h)**

**Objetivo.** Aprender los principios y algoritmos que permiten identificar las relaciones entre factores bajo estudio, afin de generar modelos estadísticos adecuados, y a partir de ellos obtener grados de libertad, sumas de cuadrados, esperanzas de cuadrados medios y diseñar pruebas de hipótesis, que servirán de base en el análisis de datos en diversas situaciones experimentales.

**Contenido.** Relaciones entre factores (anidados y cruzados). Representación gráfica de las relaciones entre factores. Modelos aleatorios y mixtos. Algoritmo para la determinación del modelo estadístico acorde a la situación experimental. Determinación de grados de libertad, sumas de cuadrados y esperanzas de cuadrados medios y pruebas de hipótesis en modelos mixtos y aleatorios. Series de experimentos. Pseudo experimentos. Ejercicios (tiempo independiente 3.0 h).

## VI. ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Todas las prácticas del presente curso tienen una relación estrecha con todas las unidades desarrolladas en teoría, al estar diseñadas como ejercicios de tipo integrador, que, incluso, trascienden la presente cátedra, promoviendo el desarrollando numerosas habilidades involucradas con el perfil de egreso de la carrera.

**Práctica 1. Criterios generales para la selección de Diseños Experimentales y Diseños de tratamiento (6 h).** Apoya a todas las unidades abordadas en la teoría.

**Objetivo:** Aplicar principios adecuados en la identificación de variaciones en unidades experimentales, para planear adecuadamente los diseños y arreglos experimentales. Así mismo, practicar el diseño de tratamientos a partir de niveles de distintos factores pertinentes en investigaciones de campo.

**Contenido:** Definición de conceptos. Diseños de tratamientos y diseños experimentales.

Aplicación de diseños de tratamientos, diseños experimentales y arreglos experimentales. Ejercicios (trabajo independiente 3 h).

**Práctica 2. Aplicación de herramientas computacionales para el análisis de datos (6 h).** Apoya a todas las unidades a excepción de la 1.

**Objetivos:** Adquirir habilidades y destrezas en el empleo adecuado de herramientas computacionales utilizadas para capturar datos y análisis de experimentos.

**Contenido:** Análisis de varianza, comparaciones de medias, contrastes. Experimentos factoriales y parcelas divididas. Análisis de covarianza. Esperanzas de cuadrados medios. Ejercicios (trabajo independiente 3 h).

**Práctica 3. Establecimiento y conducción de un experimento formal (20 h).** Apoya la totalidad del programa teórico.

**Objetivos:** Aplicar en forma adecuada conocimientos teóricos en el desarrollo de destrezas y habilidades, a fin de analizar así como presentar informes de experimentos de campo.

**Contenido:** Anteproyecto. Detección de factores sistemáticos de variación en lotes experimentales para la selección del diseño experimental. Definiciones de unidad experimental, tamaño de bloque, número de repeticiones. Establecimiento, conducción y registro de variables. Libreta de campo. Análisis estadístico computacional. Informe y exposición de resultados. Ejercicios (trabajo independiente 10 h).

## **VII. MÉTODO DIDÁCTICO**

El curso se impartirá durante 16 semanas, en cada una de ellas se ofrecerán dos sesiones teóricas de 1.5 horas y una sesión práctica de 2 horas por semana, lo que corresponde a 48 sesiones que incluyen 80 horas presenciales. Adicionalmente el estudiante destinará 40 horas de trabajo independiente a esta asignatura.

Para las evaluaciones se destinarán tres sesiones para exámenes parciales y una sesión para examen final.

El curso teórico se desarrollará con base en: Exposición en el aula y discusión grupal del trabajo independiente.

En el curso práctico incluirá actividades de: Revisión de bibliografía científica, exposición de resultados experimentales, construcción de libreta de campo, conducción experimental, análisis de información con herramientas computacionales, presentación oral de resultados de la investigación asignada.

El trabajo independiente apoyará la formación mediante el desarrollo de tareas, reportes escritos, desarrollo de experiencias experimentales, análisis de datos y elaboración de informes de resultados experimentales.

## **VII. EVALUACIÓN**

Teoría (60 % de la calificación del curso)

Tres exámenes parciales	40%
Examen final	10%
Evaluación de trabajo independiente	10%

Práctica (40 % de la calificación del curso)

Proyecto de investigación. 5%

Libreta de campo. 5%

Ejecución del proyecto de investigación. 15%

Análisis estadístico-computacional de los datos. 5%

Informe de práctica 10%

De acuerdo con el reglamento académico vigente un porcentaje de inasistencias mayor que 15%, implicará que el alumno reprobará el curso.

El curso será aprobado sólo si se obtienen calificaciones, tanto del curso teórico como del práctico, aprobatorias.

## **VIII BIBLIOGRAFÍA**

### **Básica**

Cochran, W. G., Cox, G. M. 1981. Diseños Experimentales. Trad. de la 2da. Versión del Inglés. Editorial Trillas. México, D. F. 611 p.

Dean, A., and Voss, D. 1999. Design and Analysis of Experiments. Ed. Springer-Verlag. USA.

Hinkelman, K. and Kempthorne, O. 1994. Design and analysis of Experiments.Vol. 1: Introduction to Experimental Design. Ed. John Wiley. USA.

Hinkelman, K. and Kempthorne, O. 2005. Design and analysis of Experiments.Vol. 2: Advanced Experimental Design. Ed. John Wiley. USA

Montgomery, D. C. 2001. Design and Analysis of Experiments. Ed. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A. 684 p.

Ryan, T. P. 2007. Modern Experimental Design. Ed. John Wiley.

Steel, R. G. D., Torrie, J.H., Dickey, D. A. 1997. Principles and Procedures of Statistics: a biometrical approach.3<sup>th</sup> ed. Ed. Mc Graw Hill. USA. 666 p.



## **Complementaria**

Infante, G., S., Zárate, de L. G. P. 1990. Métodos Estadísticos: un enfoque interdisciplinario. 2da. ed. Ed. Trillas. México, D.F. 641 p.

Hocking, R. R. 2003. Methods and applications of linear models: regression and the analysis of variance. 2<sup>nd</sup>. ed. Ed. John Wiley.