



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseños Experimentales
Clave de la asignatura:	AEF-1016
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Agronomía

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura le aporta a la formación del egresado, herramientas de los procedimientos experimentales mediante los cuales se genera el conocimiento. Su función principal es el aplicar los conceptos básicos de la experimentación, así como los análisis en el proceso de investigación científica para interpretar los resultados mediante la estadística y generar información técnico-científica que permiten la toma de decisiones.

La asignatura consiste en seis unidades que integran los elementos del diseño de experimentos. La primera unidad introduce al estudiante al tema de la experimentación y su relación con la investigación. La segunda unidad lo ubica en la ejecución de experimentos, pues le provee herramientas para definir el tamaño, forma y disposición de las unidades experimentales, efectos de cada factor, número de repeticiones, diseño del experimento (croquis), así como la codificación y decodificación estadística de los datos colectados y analizados. De la tercera a la quinta unidad, se le proporcionan elementos para realizar Análisis de Varianza en los diseños experimentales más comunes, tales como Completamente Aleatorios, Bloques Completos al Azar, y Cuadros Latinos, así como los Experimentos Factoriales y sus arreglos y variantes. Finalmente, en la sexta unidad se aborda la comparación de las medias, para definir diferencias entre los tratamientos.

Esta asignatura interrelaciona con los conocimientos que aportan materias como Fundamentos de Investigación, Edafología, Estadística, Métodos Estadísticos, Fisiología Vegetal, Nutrición Vegetal, Entomología Agrícola, Agroecología y otras disciplinas; las cuales le proporcionan al estudiante los argumentos para entender, por un lado, la importancia de la uniformidad en la experimentación y, por el otro, las fuentes de variación y su posible control y/o estimación a través del uso de diferentes diseños experimentales.

Intención didáctica

El curso de Diseños Experimentales debe considerarse como una materia básica, cuyo contenido trate las bases físicas, estadísticas y probabilísticas, de la experimentación en el área ingenieril.

Los temas deben enfocarse a desarrollar en el estudiante, la capacidad de usar la experimentación para la solución de problemas científicos, en los que el procedimiento experimental incluya el planteamiento de hipótesis estadísticas.

Los temas se abordarán mediante el análisis de datos, tomando como ejemplos diferentes diseños

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



experimentales, aplicando los conceptos de “diseño” y “arreglo”, así como interpretando los resultados.

Se debe dar énfasis al trabajo que desarrolle en el estudiante, principalmente, habilidades de investigación. Para esto, se sugiere que se visite y establezca alguna área experimental, para que en forma práctica el alumno vea la aplicación y distribución de los tratamientos mediante u diseño experimental y el motivo de su selección.

Los contenidos de esta asignatura favorecen la capacidad del estudiante para diseñar y gestionar proyectos interdisciplinarios.

El profesor facilitará el uso de los recursos tecnológicos disponibles, que permitan al estudiante realizar el análisis estadístico de manera más fluida, así apoyarlos con su experiencia, para una mejor interpretación de los resultados.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, Acapulco, Aguascalientes, Apizaco, Boca Río, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Chiná, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Victoria, Colima, Comitán, Cuautla, Durango, El Llano de Aguascalientes, Huixquilucan, Valle Bravo, Guaymas, Huatabampo, Huejutla, Iguala, La Laguna, La Paz, La Zona Maya, León, Lerma, Linares, Los Mochis, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Zacatepec, Altiplano de	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.



	<p>Tlaxcala, Coatzacoalcos, Cuautitlán Izcalli, Fresnillo, Irapuato, La Sierra Norte Puebla, Macuspana, Naranjos, Pátzcuaro, Poza Rica, Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoaxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.</p>	
<p>Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, CRODE Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Hidalgo, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Coacalco, Colima, Iguala, La Laguna, Lerdo, Los Cabos, Matamoros, Mérida, Morelia, Motul, Múzquiz, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de México, Orizaba, Pachuca, Progreso, Purhepecha, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiaro, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitpec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Záratepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Asignaturas Equivalentes del SNIT.</p>

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s)específica(s)de la asignatura

- Conoce los principios básicos de los diseños experimentales y la investigación con fundamentos estadísticos.
- Analiza la uniformidad y el manejo de la variabilidad en experimentos con seres vivos, así como la medición y control del efecto ambiental.
- Planea y desarrolla un diseño, recolecta, organiza, analiza e interpreta datos experimentales obtenidos en diseños comunes en la investigación de campo y laboratorio, así como interpreta los resultados del análisis.
- Examina las pruebas de significancia utilizadas para estimar la probabilidad de diferencias entre tratamientos



5. Competencias previas

- Capacidad de análisis y síntesis utilizando herramientas estadísticas.
- Capacidad para resolver ejercicios referentes a problemas inherentes a la profesión.
- Capacidad de razonamiento inductivo y deductivo.
- Diseña y analiza diferentes alternativas de solución.
- Capacidad para recolectar, organizar y analizar datos.
- Habilidad para analizar e interpretar información.
- Capacidad para integrar los conocimientos teóricos con la práctica experimental.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Introducción a la experimentación	1.1. Definición de experimentación, objetivos e importancia. 1.2. Diseños experimentales en la agricultura. 1.3. El investigador y el razonamiento científico. 1.4. Orientación de la experimentación. 1.5. Planteamiento de hipótesis 1.6. Características y etapas en la planeación de los experimentos. 1.7. Presentación de los resultados de un proyecto experimental. 1.8. Organización y conducción de la investigación agrícola en México.
2.	Ejecución de la experimentación	2.1. Definición de conceptos. 2.1.1. Tratamiento, testigo, unidad experimental, unidad de observación. 2.1.2. Error experimental, repeticiones, variable de agrupamiento o control, tratamiento, variable de observación, etc. 2.2. Tamaño óptimo de parcela o unidad experimental. 2.3. Forma de las unidades o parcelas experimentales. 2.4. Número de repeticiones. Consideraciones generales. 2.5. Selección del material experimental. 2.6. Agrupamiento de las unidades experimentales y de los tratamientos. 2.7. Efectos de la competencia entre y dentro de las unidades experimentales. 2.8. Experimentos comunes en la investigación agrícola. 2.9. Consideraciones en la planeación, ejecución, recolección, análisis e interpretación de los datos de un experimento. 2.10. El análisis de varianza y aceptación o rechazo de hipótesis nula (prueba de F).



		2.11. Medición y control del error experimental.
3.	Análisis de Varianza y Diseños experimentales básicos	3.1. Fundamento del Análisis de Varianza (ANOVA) para cada diseño. 3.2. Diseño Completamente Aleatorio (DCA). <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Características del DCA. 3.2.2. Análisis del DCA con más de dos tratamientos y el mismo número de observaciones por unidad experimental. 3.2.3. DCA con diferente número de observaciones por tratamiento y su análisis e interpretación. 3.3. Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1. Características del DBCA. 3.3.2. Análisis del DBCA. 3.3.3. DBCA con varias observaciones por unidad experimental. 3.3.4. DBCA con desigual número de observaciones por unidad experimental. 3.4. Diseño de Cuadro Latino (DCL). <ul style="list-style-type: none"> 3.4.1. Características del DCL. 3.4.2. Análisis de Varianza del DCL.
4.	Experimentos Factoriales (EF)	4.1. Diferencia entre diseño, experimento y arreglo de tratamientos. 4.2. Características de los EF. 4.3. Ventajas y desventajas de los EF. 4.4. Ejecución de los factores. 4.5. Análisis de Varianza de los EF. 4.6. Interpretación de los EF. 4.7. Clasificación de los EF (2^n , 3^n pn). 4.8. Confusión de efectos. 4.9. EF incompletos.
5.	Arreglos para Experimentos Factoriales	5.1. Arreglo en Parcelas Divididas (DPD). <ul style="list-style-type: none"> 5.1.1. Características del DPD. 5.1.2. Análisis de Varianza del DPD. 5.1.3. DPD Completamente al Azar (CA). 5.1.4. DPD en Bloques al Azar (BCA). 5.1.5. DPD en Cuadro Latino (CL). 5.2. Diseño en Franjas Divididas. 5.3. Arreglo en Parcelas Subdivididas (DPSD). <ul style="list-style-type: none"> 5.3.1. Características del DPSD. 5.3.2. Análisis de Varianza del DPSD (CA, BCA, CL). 5.4. Diseño en Franjas Subdivididas.
6.	Pruebas de separación de medias	6.1. El análisis funcional de varianza o pruebas de F planeadas. 6.2. Pruebas múltiples de separación de medias.



		<ul style="list-style-type: none"> 6.2.1. Diferencia Mínima Significativa (DMS). 6.2.2. Prueba del Rango Múltiple de Significación de Duncan (RMD). 6.2.3. Prueba Múltiple de Significación de Tukey (DSH). 6.3. Comparaciones de clase o contrastes ortogonales. 6.4. Comparaciones o superficies de tendencia.
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Introducción a la experimentación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce los principios básicos de los diseños experimentales y la investigación, con fundamentos estadísticos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Solución de problemas. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en Internet sobre experimentación, diseños experimentales e investigación científica relacionada con su perfil profesional, análisis-síntesis de la información y discusión en el aula. • Realizar un ensayo sobre la importancia y aplicación de los diseños experimentales.
Ejecución de la experimentación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza la uniformidad y el manejo de la variabilidad en experimentos con seres vivos, así como la medición y control del efecto ambiental.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Solución de problemas. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en Internet sobre fuentes de variación en un experimento y estrategias para medir su efecto. • Análisis de la información y discusión en el aula. • Resolver problemas aplicando pruebas de hipótesis. • Entender la necesidad de considerar a la experimentación agroalimentaria en el marco de la Metodología de la Investigación, su planeación y las necesidades de investigación en la producción y proceso de alimentos. • Comprender la importancia que tiene en la precisión del experimento el agrupamiento de las unidades experimentales. • Asignar tratamientos en un experimento. • Colectar datos para un arreglo completamente al azar.



Análisis de Varianza y Diseños experimentales básicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Planea y desarrolla un diseño, recolecta, organiza, analiza e interpreta datos experimentales obtenidos en diseños comunes en la investigación de campo y laboratorio, así como interpreta los resultados del análisis.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Solución de problemas. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar en libros e Internet, los fundamentos del ANOVA y discutir en el aula. • Analizar ventajas y desventajas de los DCA, DBCA y DCL. • Discutir en grupo y esquematizar factores de variación que pueden influir en el resultado. • Comentar en clase los criterios del bloqueo e importancia del mismo. • Integrar equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los experimentos que aquí se discuten, obteniendo y organizando datos de diferentes variables. • Realizar el ANOVA correspondiente y su interpretación, utilizando el software disponible (Excel, Minitab, Olivares, 1996, SAS, SPSS). • Colectar datos en equipos para un arreglo de bloques al azar u otros diseños. • Comentar en clase las inferencias y discutir resultados de diferentes experimentos, generados por sí mismos o mediante revisión bibliográfica.
Experimentos Factoriales (EF)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Planea y desarrolla un diseño, recolecta, organiza, analiza e interpreta datos experimentales obtenidos en diseños comunes en la investigación de campo y laboratorio, así como interpreta los resultados del análisis.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Solución de problemas. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar en libros e Internet, la diferencia entre diseño, experimento y arreglo de tratamientos y discutir en el aula. • Simular el establecimiento de un arreglo factorial. • Exponer, discutir y analizar los resultados en grupo. • Analizar ventajas y desventajas de los EF. • Integrar equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los experimentos que aquí se discuten, obteniendo y organizando datos de diferentes variables. • Realizar el ANOVA correspondiente y su interpretación, utilizando el software



	<ul style="list-style-type: none"> disponible (Excel, Minitab, Olivares, 1996, SAS, SPSS). Comentar en clase las inferencias y discutir resultados de diferentes experimentos, generados por sí mismos o mediante revisión bibliográfica. Considerar la posible interacción entre factores asociados con el problema de investigación, dada su importancia en la interpretación de los hechos.
Arreglos para Experimentos Factoriales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Planea y desarrolla un diseño, recolecta, organiza, analiza e interpreta datos experimentales obtenidos en diseños comunes en la investigación de campo y laboratorio, así como interpreta los resultados del análisis.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de problemas. Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar distintos arreglos de tratamientos y su posible aplicación. Comentar en clase los criterios del bloqueo e importancia del mismo. Integrar equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los experimentos que aquí se discuten, obteniendo y organizando datos de diferentes variables. Realizar el ANOVA correspondiente y su interpretación, utilizando el software disponible (Excel, Minitab, Olivares, 1996, SAS, SPSS). Comentar en clase las inferencias y discutir resultados de diferentes experimentos, generados por sí mismos o mediante revisión bibliográfica.
Pruebas de separación de medias	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Examina las pruebas de significancia utilizadas para estimar la probabilidad de diferencias entre tratamientos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de problemas. Capacidad para diseñar y gestionar proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar y aplicar la prueba de separación de medias que ajuste al propósito del experimento. Comparar separaciones de medias obtenidas mediante la aplicación de diferentes pruebas, de un mismo ANOVA. Comentar en clase las inferencias realizadas.



8. Práctica(s)

- Identificación de la heterogeneidad del suelo.
- Planear, establecer y conducir experimentos de campo y/o laboratorio, utilizando un diseño experimental.
- Recolectar, organizar y presentar datos para su análisis estadístico e interpretación de resultados.
- Análisis estadístico, manual y computacional, de los datos.
- Asistir a seminarios técnicos en donde haya oportunidad de analizar y reflexionar sobre las diferentes estrategias experimentales propuestas por los ponentes y su relación con el diseño experimental.
- Visitar centros de investigación en donde se haga uso del diseño experimental como herramienta estadística en la solución de problemas

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual y legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Participación en clase.
- Examen escrito.
- Reportes de prácticas y visitas a campos experimentales
- Exposiciones.
- Solución de ejercicios.
- Consultas en Internet, así como el análisis-síntesis de la información y su discusión en el aula.
- Análisis y discusión en el aula de las fuentes de variación en un experimento, así como de las estrategias para medir el efecto de cada una de ellas.
- Realización de trabajos que incluyan la planeación y/o desarrollo de diseños experimentales, la recolección, organización, análisis e interpretación de datos de campo y/o laboratorio, así como la interpretación de resultados.
- Participación en clase.
- Exámenes escritos

**11. Fuentes de información**

1. Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1990. Diseños Experimentales. E. Trillas. México. 653 p.
2. Little, T. M. Y F. J. Hills. 1989. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Ed. Trillas, México. 270 p.
3. Martínez Garza, A. 1988. Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México. 756 p
4. Petersen, R. G. 1985. Design and Analysis of Experiments. Marcel Dekker. New York
5. Steel, R.G.D. y J. H. Torrie. 1990. Bioestadística. Ed. Mc Graw Hill. México.
6. Reyes Castañeda, P. 1980. Diseño de Experimentos Aplicados. Ed. Trillas. México. 344 p.
7. Olivares, S. E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. Marín Nuevo León, México.
10. Quinn Gerry P. and M. J. Keough. Experimental Design and Data Analysis for Biologist. Cambridge University Press. 2002. 527 pp
11. Spiegel Murray R. and Stephen Larry F. Theory and Problems of Statics. Third Edition. Schaum Outline Series.1998.
12. Software especializado (Excel, Minitab, Olivares, 1996, SAS, SPSS).