



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Diseño de experimentos
Clave de la asignatura:	BTF-1409
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Biotecnología

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

En esta asignatura de Diseño de Experimentos se analizan conceptos de experimentación con enfoque a la Ingeniería en Biotecnología. El programa consiste en cinco temas. El primero de ellos relaciona la experimentación con la investigación y habla de conceptos generales. En el Tema 2 se inicia el conocimiento de experimentos con Diseño Completamente al Azar (DCA), en el Tema 3 se abordan los Diseños en Bloques al Azar (DBA), y el Diseños de Cuadro Latino (DCL) que se caracteriza por un doble bloqueo. Para los tres diseños mencionados se incluyen análisis estadísticos, principalmente Análisis de Varianza (ANOVA) y Pruebas de Comparación de Medias. Estos análisis permiten interpretar los resultados de investigación biotecnológica, conocer los mejores tratamientos probados y generar nuevo conocimiento.

En el Tema 4 se estudian los experimentos con Arreglos Factoriales, que pueden realizarse con cualquiera de los tres diseños antes mencionados: DCA, DBA o DCL. En el Tema 5 se habla de Diseño de optimización, metodología de superficie de respuesta y experimentos Taguchi.

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de Ingeniería en Biotecnología, las herramientas para diseñar, optimizar, controlar y escalar bioprocesos para la generación de productos de interés industrial. Además, la asignatura permite conocer y controlar la variabilidad del material experimental, para controlarla mediante distintos diseños.

El Diseño de experimentos requiere conocimientos previos de las asignaturas siguientes: Introducción a la biotecnología, Fundamentos de investigación, y Estadística. Por el contrario, apoya las materias de Taller de investigación I, Taller de investigación II, Control de calidad del proceso, Introducción al modelo matemático, y Formulación y evaluación de proyectos.

Intención didáctica

En el Tema 1, referido a conceptos generales, la enseñanza se desarrolla mediante exposiciones orales por el profesor, mientras que los alumnos realizan investigación bibliográfica.

En los Temas 2 y 3, referidos a tipos de diseños experimentales, el profesor explica los procedimientos de Análisis de Varianza y Pruebas de Comparación de Medias. En cambio, las actividades de aprendizaje consisten en realizar dichos análisis estadísticos, mediante el uso de calculadora y computadora, apoyándose también en diversos programas como los siguientes: Minitab, StatGraphics, SPSS, Statistica y el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

En el Tema 4 participan el profesor de la materia y los estudiantes, para planear realizar y analizar experimentos factoriales. En el Tema 5 se enseña a los estudiantes a manejar el software Minitab con énfasis en el modelo de Taguchi con diferentes tipos de diseños y un arreglo factorial.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

En esta asignatura el estudiante adquiere capacidad de razonamiento inductivo y deductivo. Además, aprende a recolectar, organizar, analizar e interpretar datos experimentales, para generar conclusiones confiables. Adicionalmente se desarrolla la capacidad de análisis y síntesis, mediante la búsqueda de información bibliográfica apoyándose en las Tecnologías de la Información (TIC s).

El estudiante desarrolla habilidades básicas en el manejo de computadora y calculadora científica para facilitar las operaciones matemáticas. Además, desarrolla habilidades para trabajar en equipo y en forma individual.

Se sugiere visitar alguna área experimental, para que el estudiante vea la aplicación y distribución de los tratamientos, mediante el uso de distintos diseños y arreglos experimentales. Los contenidos de esta asignatura favorecen la capacidad del estudiante para diseñar y gestionar proyectos interdisciplinarios.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa.

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 9 al 12 de diciembre de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca y Veracruz.	Reunión Nacional De Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 13 de diciembre de 2013 al 3 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes, del 4 al 7 de marzo de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Celaya, Colima, CRODE Celaya, El Llano Aguascalientes, Hermosillo, Mérida, Reynosa, Superior de Álamo Temapache, Toluca, Veracruz y CIBIOGEM.	Reunión Nacional de Consolidación del Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: El Llano Aguascalientes, Celaya y Purísima del Rincón.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de; Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en

		Biotechnología del Tecnológico Nacional de México.
--	--	--

4. Competencias a desarrollar

Competencias específicas de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> Conoce los principios básicos de los diseños experimentales con fundamentos estadísticos, para aplicarlos en investigación en Biotecnología.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> El estudiante analiza, comprende y discute las ventajas de la Biotecnología, para lograr mejores productos y servicios, respetando al medio ambiente. Posee capacidad de recolectar, organizar y analizar datos, para realizar cálculos relacionados con medidas de tendencia central, distribuciones poblacionales y medidas de dispersión. Tiene habilidades básicas en el manejo de computadora y calculadora científica para facilitar las operaciones matemáticas. Tiene capacidad de razonamiento inductivo y deductivo, para facilitar la solución de problemas. Tiene habilidad para buscar y analizar información bibliográfica de diferentes fuentes, para complementar los conocimientos logrados mediante la experimentación.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Principios básicos del Diseño de Experimentos	1.1 Importancia de los diseños experimentales 1.1.1 En la investigación. 1.1.2 En la generación y transferencia de tecnología. 1.2 Conceptos fundamentales. 1.2.1 Diseños experimentales. 1.2.2 Investigación: Experimental, cuasiexperimental y no experimental 1.2.3 Tratamiento. 1.2.4 Repetición. 1.2.5 Testigo 1.2.6 Unidad experimental. 1.2.7 Unidad de observación y parcela útil 1.2.8 Aleatorización. 1.2.9 Error experimental.
2	Diseño Completamente al Azar (DCA)	2.1 Características. 2.2 Trazo del experimento. 2.3 Modelo matemático. 2.4 Hipótesis a probar. 2.5 Análisis de varianza 2.6 Regla de decisión 2.7 Conclusiones del ANOVA 2.8 Pruebas de comparación de medias 2.9 Conclusiones de las Pruebas de comparación de medias
3	Diseño de Bloques al Azar (DBA) y Diseño en Cuadro Latino (DCL)	3.1 Características. 3.2 Trazo de experimentos. 3.3 Modelos matemáticos. 3.4 Hipótesis a probar.

		3.5 Análisis de varianza 3.6 Regla de decisión 3.7 Conclusiones del ANOVA 3.8 Pruebas de comparación de medias 3.9 Conclusiones de las Pruebas de comparación de medias
4	Experimentos con Arreglos Factoriales	5.1 Características. 5.2 Factores y niveles. 5.3 Diferencia entre diseño de experimento y arreglo de tratamientos. 5.4 Clasificación de los experimentos factoriales (2^n , 3^n p ⁿ). 5.5 Ventajas y desventajas de los experimentos factoriales. 5.6 Efectos principales 5.7 Trazo del experimento. 5.8 Modelo matemático. 5.9 Hipótesis a probar. 5.10 Análisis de varianza. 5.11 Regla de decisión. 5.12 Conclusiones del ANOVA. 5.13 Interpretación de interacciones 5.14 Pruebas de comparación de medias. 5.15 Conclusiones de las pruebas de comparación de medias.
5	Metodología de superficies de respuesta	5.1 Diseños ortogonales 5.2 Experimentos Taguchi

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Principios básicos del Diseño de Experimentos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: <ul style="list-style-type: none"> Conoce los principios básicos de los diseños experimentales, para aplicarlos en la investigación, con fundamentos estadísticos. Genéricas: <ul style="list-style-type: none"> Desarrolla capacidad de análisis y síntesis con base en la búsqueda de información bibliográfica de diseños experimentales. 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta bibliográfica sobre los conceptos básicos de diseños experimentales. Dinámicas de grupo, para analizar y uniformizar los conceptos investigados.

Tema 2. Diseño Completamente al Azar (DCA)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica: <ul style="list-style-type: none"> Planea y desarrolla un Diseño Completamente al Azar (DCA). Recolecta, organiza, analiza e 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta en libros e Internet, los fundamentos del Análisis de Varianza (NOVA).

<p>interpreta datos, para generar conclusiones confiables.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrolla capacidad de análisis y síntesis con base en la búsqueda de información bibliográfica de un DCA. Utiliza un software para realizar el ANOVA, y las pruebas de comparación de medias. 	<ul style="list-style-type: none"> Discute en el aula las ventajas y desventajas de los DCA. Integra equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los experimentos en un DCA. Realiza el ANOVA correspondiente y su Interpretación, utilizando el software disponible: Statistical Analysis System (SAS), Excel, Minitab, Statgraphics, Statistics o SPSS.
<p>Tema 3. Diseño de Bloques al Azar (DBA) y Diseño en Cuadro Latino (DCL)</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Planea y desarrolla un Diseño en Bloques al Azar (DBA) y Diseño en Cuadro Latino (DCL). Recolecta, organiza, analiza e interpreta datos para generar conclusiones confiables relacionadas con el problema. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrolla capacidad de análisis y síntesis con base en la búsqueda de información bibliográfica de un DBA y un DCL. Utiliza un software para realizar el ANOVA, y las pruebas de comparación de medias. 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta en libros e Internet, los fundamentos del Análisis de Varianza (NOVA). Discute en el aula las ventajas y desventajas de los DBA y DCL. Integra equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los experimentos en un DBA y DCL. Realiza el ANOVA correspondiente y su Interpretación, utilizando el software disponible: Statistical Analysis System (SAS), Excel, Minitab, Statgraphics, Statistics o SPSS.
<p>Tema 4. Experimentos en Arreglos Factoriales</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Planea y desarrolla experimentos en Arreglos Factoriales con distintos diseños experimentales: DCA, DBA y DCL. Recolecta, organiza, analiza e interpreta datos, para generar conclusiones confiables relacionadas con el problema. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrolla capacidad de análisis y síntesis con base en la búsqueda de información bibliográfica de Experimentos Factoriales 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta en libros e Internet, los fundamentos del Análisis de Varianza (NOVA). Discute en el aula las ventajas y desventajas de los Experimentos Factoriales. Integra equipos de trabajo, para planear, preparar, establecer y conducir los Experimentos Factoriales. Realiza el ANOVA correspondiente y su Interpretación, utilizando el software disponible: Statistical Analysis System (SAS), Excel, Minitab, Statgraphics, Statistics o SPSS.

<ul style="list-style-type: none"> Utiliza un software para realizar el ANOVA, y las pruebas de comparación de medias. 	
Tema 5. Metodología de superficies de respuesta	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Planea y desarrolla experimentos con Diseños ortogonales y en Experimentos Taguchi Recolecta, organiza, analiza e interpreta datos, para generar conclusiones confiables. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrolla capacidad de análisis y síntesis con base en la búsqueda de información bibliográfica de experimentos con Diseños ortogonales y en Experimentos Taguchi Utiliza un software para el Análisis estadístico. 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta en libros e Internet, los fundamentos del Análisis estadístico para metodologías de superficie respuesta. Discute en el aula las ventajas y desventajas de las metodologías de superficie respuesta. Realiza análisis estadístico para experimentos con metodologías de superficie respuesta.

8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> Identificación de la heterogeneidad del material experimental. Planeación, establecimiento y conducción de experimentos de campo y/o laboratorio, utilizando un diseño experimental. Recolección, organización y presentación de datos para su análisis estadístico e interpretación de resultados. Análisis estadístico, manual y computacional de datos experimentales. Asistencia a seminarios técnicos para analizar y reflexionar las estrategias experimentales propuestas por los ponentes y la relación con el diseño experimental. Visitar centros de investigación que utilicen el diseño experimental como herramienta estadística en la solución de problemas.

9. Proyecto de asignatura

<p>En la Reunión Nacional para elaborar el programa de esta materia y otras se acordó omitir el proyecto por asignatura, el cual tendría las características indicadas a continuación:</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fundamentación: marco referencial (teórico, conceptual, contextual, 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

- Exámenes teórico-prácticos después de cada tema.
- Reportes y exposición oral de temas de investigación bibliográfica.
- Participación en dinámicas de grupo, coevaluación y autoevaluación.
- Reportes de ejercicios de la materia de temas de la asignatura.

11. Fuentes de información

- Cochran, W. G. y G. M. Cox. (1990). *Diseños Experimentales*. Trillas. México. 653 p.
- De Santiago de Santiago A., Velazco Carrillo R., Moreno Zacarías R. y Yepes Torres J.S. (2013). *Reunión para actualización del plan de estudios de Institutos Tecnológicos de la DGEST*. Cede Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.
- Little, T. M. Y F. J. Hills. (1989). *Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura*. Ed. Trillas, México. 270 p.
- Martínez Garza, A. (1988). *Diseños Experimentales*. Ed. Trillas. México. 756 p.
- Montgomery D.C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. LIMUSA, México. 692 p.
- Steel, R.G.D. y J. H. Torrie. (1990). *Bioestadística*. Ed. Mc Graw Hill. México.
- Reyes Castañeda, P. (1980). *Diseño de Experimentos Aplicados*. Ed. Trillas. México. 344 p.
- 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.
- Software especializado (Excel, Minitab, Olivares, SAS, SPSS).
- **Sitios de Internet**
- cimat@cimat.mx Consultado: 5 de marzo de 2014.
- <http://www.stats.gla.ac.uk/steps/glossary/index.html>. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Binomial: <http://www-stat.stanford.edu/~naras/jsm/example5.html>. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Binomial: www.stats.gla.ac.uk/steps/glossary/anova.html. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Normal: <http://www-stat.stanford.edu/~naras/jsm/NormalDensity/NormalDensity.html>. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Diseños experimentales: <http://www.elsevier.com/journals/journal-of-integrative-agriculture/2095-3119>. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Diseños experimentales: <http://www.journals.elsevier.com/european-journal-of-agronomy/>. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Fundamentos de probabilidad y estadística: <http://www.journals.elsevier.com/statistics-and-probability-letters/>. Consultado: 5 de marzo de 2014.
- Métodos estadísticos: <http://www.journals.elsevier.com/statistical-methodology/>. Consultado: 5 de marzo de 2014.