



MÉTODOS ESTADÍSTICOS

I. DATOS GENERALES:

| | |
|--------------------------|---|
| Unidad Académica: | Departamento de Suelos |
| Programa Educativo: | Ingeniería en Recursos Naturales Renovables |
| Nivel educativo: | Licenciatura |
| Eje curricular: | Ingeniería |
| Asignatura: | Métodos Estadísticos |
| Clave: | |
| Carácter: | Obligatorio |
| Tipo: | Teórico-práctico |
| Prerrequisitos: | Matemáticas, Programación, Probabilidad y Estadística |
| Nombre del Profesor: | Dr. Mateo Vargas Hernández |
| Ciclo escolar: | 2016-2017 |
| Año: | 5º |
| Semestre: | Segundo |
| Horas Teoría/Semana: | 3.0 |
| Horas Práctica/Semana: | 2.0 |
| Horas Totales del Curso: | 80 |

II. INTRODUCCIÓN

La asignatura de **Métodos Estadísticos** se ubica en el segundo semestre de cada ciclo escolar y está dirigida a los alumnos de quinto año de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Corresponde a una materia básica del plan de estudios, tiene una relación horizontal con el curso de Investigación de Operaciones I y mantiene una relación vertical con los cursos de Investigación de Operaciones II, Ingeniería de Sistemas, Modelos Matemáticos. Además tiene una vinculación estrecha con las demás materias del área de Informática, y tiene como prerrequisito las materias: Matemáticas, Programación, Probabilidad y Estadística. De forma adicional el curso sirve de apoyo para cualquier curso que requiera del planteamiento de un proyecto para prácticas y evaluación de resultados de investigación.

Se imparte, en la fase teórica por medio de conferencias por el docente, y es apoyado por prácticas en el laboratorio de cómputo. Se evalúa por medio de exámenes teóricos y prácticos, evaluación continua mediante breves exámenes sorpresa, participación en clases, entrega de tareas individuales y por equipo, y reportes de laboratorios de prácticas.

III. PRESENTACIÓN

La necesidad del curso de Métodos Estadísticos y Muestreo deriva del hecho en que es una materia fundamental independientemente del área de conocimientos en la que alguien se pretende desarrollar, cualquier persona que haga investigación siempre se verá limitada si no cuenta con los elementos estadísticos necesarios, ya que la teoría de la Regresión, los Diseños Experimentales y el Muestreo se han convertido en



herramientas indispensables en toda área de la ciencia. Por esto es de suma importancia que los Ingenieros en Recursos Naturales Renovables cuenten con estos elementos tanto para su vida académica como para su desarrollo profesional.

IV. OBJETIVO GENERAL

Aplicar las metodologías de la experimentación científica utilizando las principales técnicas de recolección de información, planeación, análisis y desarrollo de modelos estadísticos, para la evaluación y planeación de los recursos naturales renovables.

Realizar ejercicios con información obtenida de situaciones reales auxiliándose tanto de calculadora manual como de software, para generar los análisis numéricos, haciendo énfasis en la interpretación de resultados.

V. CONTENIDO

Unidad 1. Modelo Lineal y Análisis de Varianza. (5.0 h)

Objetivos

Aplicar el Teorema de Gauss – Markoff (TGM) a los modelo lineales, obtener los Mejores Estimadores Lineales e Insesgados (MELI) de los parámetros, verificar que se satisfacen los supuestos del teorema y utilizar el análisis de la varianza para interpretar resultados experimentales.

Contenido

- 1.1. Concepto de Modelo Estadístico (1.0 h).
- 1.2. Teorema de Gauss - Markoff (TGM) (1.0 h).
- 1.3. Calculo de los Mejores Estimadores Lineales e Insesgados (MELI) (1.0 h)
- 1.4. Verificación de los Supuestos del TGM (1.0 h)
- 1.5. Análisis de la Varianza (1.0 h)

Unidad 2. Teoría de la Regresión Lineal (6.0 h)

Objetivos

Aplicar las metodologías de la Regresión Lineal Simple, Regresión Lineal Múltiple y Regresión Polinomial, usando información obtenida mediante investigación científica proveniente del área de los recursos naturales renovables para explicar y predecir el comportamiento de los fenómenos y/o procesos.

Contenido

- 2.1. Regresión Lineal Simple (RLS) (3.0 h)
 - Objetivos de la RLS, Modelo Estadístico, Suposiciones
 - Cálculo del modelo estimado usando el Teorema de Gauss-Markoff
 - Pruebas de Hipótesis sobre los parámetros
 - Ejemplos de aplicación usando software e interpretación de resultados



- 2.2. Regresión Polinomial (RP) y Regresión Lineal Múltiple (RLM) (3.0 h)
- Generalización del modelo de RLS a RP y RLM
 - Obtención de modelos usando software y ejemplos de aplicación e interpretar los resultados
 - Pruebas de hipótesis sobre los parámetros
 - Métodos de Selección de Variables: Forward, Backward, Stepwise

Unidad 3. Introducción a los Diseños experimentales (3.0 h)

Objetivos

Explicar los principios fundamentales de la experimentación científica, relacionando los modelos estadísticos y los diseños experimentales básicos, para realizar investigación en el campo de los recursos naturales renovables.

Contenido

- 3.1. Principios fundamentales de Fisher: Repeticiones, Aleatorización y uso de Bloques (1.0 h)
- 3.2. Introducción a los Diseños Experimentales (1.0 h)
- 3.3. Modelos Estadísticos y Aleatorización (1.0 h)

Unidad 4. Diseño Completamente al Azar (DCA) (5.0 h)

Objetivos

Aplicar los supuestos fundamentales de los diseños completamente al azar, y mediante el análisis de la varianza interpretar resultados de conjuntos de datos provenientes de experimentos realizados bajo diseños completamente al azar, con la finalidad de decidir si existe efecto de los tratamientos.

Contenido

- 4.1. Principios y supuestos básicos para la aplicación de DCA (1.0 h)
- 4.2. Aleatorización Irrestricada de un DCA usando software (SAS) (1.0 h)
- 4.3. Análisis de los DCA en forma manual e Interpretación de los resultados (1.5 h)
- 4.4. Uso de software (SAS) para Análisis de los DCA, Interpretación de Resultados (1.5 h)

Unidad 5. Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) (5.0 h)

Objetivos

Derivar los supuestos fundamentales de los diseños en bloques completos al azar y mediante el análisis de la varianza interpretar resultados de conjuntos de datos provenientes de experimentos generados usando estos diseños, con la finalidad de decidir si existe efecto de los tratamientos.



Contenido

- 5.1. Principios y supuestos básicos relacionados a los DBCA (1.0 h)
- 5.2. Aleatorización y generación de los libros y planes de campo de DBCA (1.0 h)
- 5.3. Ejemplo de análisis de los DBCA en forma manual e interpretación de Resultados (1.5 h)
- 5.4. Uso de software (SAS) para Análisis de los DBCA e Interpretación de Resultados (1.5 h)

Unidad 6. Comparaciones Múltiples de Medias (4.0 h)

Objetivos

Evaluar diferentes metodologías de comparaciones múltiples de medias mediante el análisis de sus resultados, para generar recomendaciones sobre los mejores tratamientos, complementarias a las conclusiones obtenidas en los análisis de la varianza de los diferentes diseños experimentales.

Contenido

- 6.1. Pruebas de comparaciones múltiples de medias: métodos DMS y Tukey (1.5 h)
- 6.2. Ejemplos de análisis en forma manual e interpretación de resultados (1.5 h)
- 6.3. Uso de software (SAS) para el análisis e interpretación de resultados (1.0 h)

Unidad 7. Introducción al Muestreo (3.0 h)

Objetivos

Analizar la importancia de los diseños de muestreo, mediante el uso correcto de los principios fundamentales asociados a diferentes situaciones, para obtener muestras representativas y conclusiones con validez estadística.

Contenido

- 7.1. Importancia del muestreo: Características y ventajas, Población, elemento de una población, unidad de muestreo, marcos y muestra (1.0 h)
- 7.2. Pasos que se siguen en el diseño de un cuestionario (de una encuesta) (1.0 h)
- 7.3. Cota del error de estimación (1.0 h)

Unidad 8. Muestreo Aleatorio Simple (MAS) (8.0 h).

Objetivos

Aplicar los conceptos y supuestos básicos asociados al Muestreo Aleatorio Simple, mediante el uso de datos obtenidos en la investigación agrícola para incrementar la precisión de las conclusiones.

- 8.1. Definición y obtención de una muestra aleatoria simple (1.0 h)
- 8.2. Estimación de la media (μ) y total (T) poblacional (1.0 h)



- 8.3. Media y varianza del estimador puntual (1.0 h)
- 8.4. Cálculo del tamaño de muestra (1.0 h)
- 8.5. Estimador por intervalo (1.0 h)
- 8.6. Estimación de una proporción poblacional (π) (1.0 h)
- 8.7. Media y varianza del estimador de π (1.0 h)
- 8.8. Tamaño de muestra para estimar una proporción (1.0 h)

Unidad 9. Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE) (9.0 h)

Objetivos

Comparar la eficiencia del muestreo aleatorio estratificado en relación al muestreo aleatorio simple, mediante el uso de datos provenientes de investigación agrícola, para incrementar la precisión de las conclusiones.

Contenido

- 9.1 Características del muestreo aleatorio estratificado (1.0 h)
- 9.2 Estimación de la media (μ) y total (T) poblacional (1.0 h)
- 9.3 Estimador puntual, media y varianza (1.0 h)
- 9.4 Cálculo del tamaño de muestra (1.0 h)
- 9.5 Estimador de intervalo (1.0 h)
- 9.6 Estimador de una proporción poblacional (π), media y varianza de π (1.0 h)
- 9.7 Tamaño de muestra para estimar una proporción (1.0 h)
- 9.8 Selección de los estratos: selección del tamaño de muestra en cada estrato (1.0 h)
- 9.9 Comparación muestreo aleatorio simple y muestreo aleatorio estratificado (1.0 h)

TOTAL: 48 h Teoría

VI. METODOLOGÍA

El desarrollo de este curso se realiza tanto a nivel de aula para la parte teórica, como en el laboratorio (laboratorio de cómputo) para la parte de prácticas.

La metodología para la parte teórica del curso consistirá en conferencias dictadas por el docente haciendo uso de materiales didácticos y proyección de códigos de programas estadísticos para análisis de datos, interpretación de resultados, generación de gráficos, etc.; se usarán también técnicas grupales de panel de discusión, simulación y lluvia de ideas. Los alumnos realizarán la exposición de temas de actualidad relacionados con la asignatura así como la resolución de ejercicios como tareas extra clase individuales y por equipo.

La parte práctica se realizará directamente usando computadoras y software estadístico específico para cada tema del curso. El profesor mostrará ejemplos de cómo generar los códigos de los programas aplicándolos a conjuntos de datos provenientes de investigación agrícola e interpretará los resultados, propiciando la participación de los estudiantes mediante discusiones e interrogatorios dirigidos.



Posteriormente los estudiantes deben resolver ejemplos similares como laboratorios ya sea en la misma sesión práctica o como tarea extra clase.

Prácticas del Curso (32h)

Práctica 1. Introducción al uso del Software SAS: Comandos Básicos. (2 h)

Objetivos

Aplicar los comandos básicos del software estadístico mediante la creación de códigos simples de programas para familiarizarse con el manejo del software estadístico.

Práctica 2. Importar (leer) archivos de datos (2 h)

Objetivos

Realizar la lectura de bases de datos externas (formatos Excel, CSV, etc.) al entorno virtual de la computadora utilizando la instrucción **INFILE** y el Procedimiento **Proc IMPORT** para utilizarlos en los análisis estadísticos posteriores.

Práctica 3. Exportar (salvar) archivos de datos (2 h)

Objetivos

Exportar los resultados de los análisis a bases de datos externas (formatos Excel, CSV, etc.) mediante el procedimiento **Proc EXPORT** para salvar la información obtenida y generar los reportes correspondientes.

Práctica 4. Generación de gráficos usando SAS GRAPH

Objetivos

Generar gráficos estadísticos de alta calidad usando el módulo **SAS GRAPH** para auxiliar en la interpretación y presentación de los resultados de experimentos agrícolas

Práctica 5. Exportar archivos gráficos (2 h)

Objetivos

Salvar en forma automática los archivos gráficos mediante instrucciones de código y formatos especiales para optimizar tiempo en el proceso y espacio de los medios magnéticos (disco duro y disco compacto, memorias, etc.), sin pérdida de calidad en los gráficos.

Práctica 6. Correlación lineal de Pearson (2 h)



Objetivos

Determinar el tipo y grado de asociación entre conjuntos de variables mediante el empleo del procedimiento PROC CORR, para determinar si existe relación causa – efecto entre las variables explicatorias (factores) y las variables respuesta.

Práctica 7. Regresión Lineal Simple y Regresión Lineal Múltiple (2 h)

Objetivos

Generar modelos de regresión lineal simple, lineal múltiple y Polinomial mediante el uso de los procedimientos **Proc Reg** y **Proc GLM** para explicar y predecir el comportamiento de los fenómenos de la realidad involucrados en la investigación agrícola.

Práctica 8. Primer examen parcial práctico (2 h)

Consistirá en la evaluación del nivel de manejo del software, de los procedimientos estadísticos incluidos en las practicas 1 a la 7, su habilidad para la interpretación de los resultados y la generación de conclusiones con validez estadística.

Práctica 9. Programa SAS: Generación de Planes de campo de los Diseños Básicos DCA y DBCA (2 h)

Objetivos

Generar los planes de campo (aleatorización) de los diseños básicos mediante el empleo del procedimiento **Proc Plan** y **Proc Export**, para la asignación correcta de los tratamientos a las unidades experimentales y así evitar sesgos indeseables en la experimentación agrícola.

Práctica 10. Análisis de Diseños Completamente al Azar: DCA (2 h)

Objetivos

Realizar los análisis estadísticos de conjuntos de datos provenientes de experimentos realizados bajo un diseño completamente al azar, mediante los procedimientos **Proc ANOVA**, **Proc GLM** y **Proc MIXED** para generar el Análisis de Varianza que permita obtener las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Práctica 11. Análisis de Diseños en Bloques Completos al Azar: DBCA (2 h)

Objetivos

Analizar conjuntos de datos provenientes de experimentos realizados empleando el Diseño en Bloques Completos al Azar mediante los procedimientos **Proc ANOVA**,



Proc GLM y **Proc MIXED**, para obtener las conclusiones pertinentes y comparar la eficiencia de los DBCA en relación a los DCA.

Práctica 12. Comparaciones Múltiples de Medias (2 h)

Objetivos

Evaluar las diferentes alternativas de Comparaciones Múltiples de Medias mediante los métodos de Fisher, Tukey, Scheffe y Dunnett (LSD, HSD, Scheffe y Dunnett), para generar la recomendación de los mejores tratamientos, utilizando información proveniente de la experimentación agrícola.

Práctica 13. Contrastes simples y ortogonales (2 h)

Objetivos

Calcular los efectos promedios de grupos de tratamientos mediante el uso de contrastes simples y contrastes ortogonales para minimizar la alta probabilidad de error tipo 1 asociada al gran número de pruebas realizadas con los métodos de comparaciones múltiples de medias por parejas.

Práctica 14. Calculo del tamaño de muestra en muestreo aleatorio simple (2 h)

Objetivos

Calcular el tamaño de muestra apropiado en el esquema de muestreo aleatorio simple mediante el uso de diversos procedimientos de SAS para garantizar que las conclusiones se obtengan con la validez estadística recomendada y optimizar los recursos en la experimentación agrícola.

Práctica 15. Calculo del tamaño de muestra en el esquema de muestreo estratificado (2 h)

Objetivos

Calcular el tamaño de muestra óptimo en muestreo estratificado mediante creación de códigos y programas en SAS usando diferentes procedimientos, para comparar los esquemas de muestreo utilizando información proveniente de experimentación agrícola.

Práctica 16. Segundo examen parcial práctico (2 h)

Consistirá en la evaluación de los procedimientos estadísticos incluidos en las practicas 9 a la 15, su capacidad para la interpretación de los resultados y la generación de conclusiones con validez estadística.



TOTAL: 32 h Prácticas (16 sesiones, una por semana).

VII. EVALUACIÓN

Para obtener la calificación final del alumno, se divide en la parte teórica y en la parte práctica.

Teoría:

Para la evaluación de la parte teórica se toman en cuenta varios aspectos como son exámenes escritos parciales y exámenes sorpresa, con el siguiente valor asignado a cada uno:

| Examen | Unidades | Porcentaje |
|---------------------------|--------------------|------------|
| Examen parcial 1 | Unidades 1,2, y 3 | 20% |
| Examen parcial 2 | Unidades 4, 5, y 6 | 20% |
| Examen parcial 3 | Unidades 7, 8, y 9 | 20% |
| Exámenes Sorpresa | 1 por unidad | 10% |
| Total Calificación Teoría | | 70% |

Práctica:

En la parte práctica también se evalúan varios aspectos entre los que se tienen: Asistencia a las prácticas de laboratorio, reporte de ejercicios realizados en forma manual (calculadora) y utilizando el software estadístico que se enseñará en la parte práctica. Constituye el 30% de la calificación final.

Así se tiene:

| | |
|-----------|-------------------------|
| Teoría: | 70% calificación final |
| Práctica: | 30% calificación final. |
| Total: | 100%. |

Acreditación del curso

Para considerar como acreditado el curso es necesario obtener una calificación mínima de 6.6 en escala del 0.0 al 10.0, tanto para la parte teórica como para la parte práctica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

I. Básica

Atkinson A. B.; Dunev Alexander & Randall, Tobias. 2007. Optimum Experimental Designs with SAS. North Carolina, U.S.A.



- Canavos, George & Koutrouvellis, John. 2008. Introduction to the Design & Analysis of Experiments. Prentice Hall, Pearson Education. U.S.A.
- Cochran W.G (1977) Sampling Techniques. Ed John Wiley and Sons. New York. USA
- Kalton, G. 2007. *Introduction to Survey Sampling*. Beverly Hills: Sage.
- Montgomery, Douglas C. 2007. Diseño y Análisis de Experimentos. Segunda Edición Editorial LIMUSA, WILEY. México, D. F.
- Pascal Ardilly, Yves Tillé. 2006. Sampling Methods: Exercises and Solutions. Springer, New York. U.S.A.
- Pérez López, C. 2005. Muestreo Estadístico: conceptos y problemas resueltos. Prentice Hall, Pearson Education. New York. U.S.A.
- Rawlings, J. O. 2005. Applied Regression Analysis: A Research Tool. Second Edition: Wadsworth & Brooks / Cole advanced Books & Software. Pacific Grove, California, U.S.A.
- SAS Institute Inc. 2016. SAS user's guide. Release 9.4 Edition. North Carolina, U.S.A.
- Scheatter R L Mendenhall W. and Ott. (1986): Elementary Survey Sampling. Ed. PWS-Kent Publishing company, Boston USA.
- Sukhatme PV and Sukhatme B. V. (1970): Sampling theory of Surveys with Applications. 2nd edition. Ed. State University Press, USA.
- Vittinghoff, Eric; Glidden, David D.; Shibosky, Stephen C & McCulloch Charles E. 2005. Regression Methods in Biostatistics: Linear, Logistic, Survival, and Repeated Measures Models. Springer, New York, U.S.A.

II. Complementaria

- **Revista de Estadística y Muestreo.** Revista electrónica trimestral editada por la Facultad de Ciencias de la UNAM.
- **Revista Colombiana de Estadística.** Publicada por la Universidad Nacional de Colombia, campus Bogotá.
- **The American Statistician.** Published by American Statistical Association
- **Advances in Statistical Analysis.** Published by German Statistical Society
- **Biometrics.** Blackwell Publishing. International Biometric Society
- **Biostatistics.** Oxford University Press



- ***Biometrika***. Oxford University Press and Biometrika Trust
- ***Computational Statistics & Data Analysis***. Elsevier. International Association for Statistical Computing