

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

**VISTO:**

Las presentes actuaciones mediante la cual el docente responsable de la asignatura **ESTADISTICA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**, Ing. Agr. **VINANTE, DIEGO**; eleva programa de la cátedra para la aprobación, correspondiente al **Plan de Estudio 2.013** de la Carrera **Ingeniería Agronómica**, pertenecientes a la Sede Sur Rosario de la Frontera Metan; y,

**CONSIDERANDO:**

Que la comisión de Plan de Estudio de la Escuela de Agronomía a fs. 30 vta., aconseja aprobar la Matriz Curricular elevada por el citado docente;

Que la Escuela de Agronomía a fs. 31 aconseja aprobar la presentación;

Que tanto la comisión de Docencia y Disciplina e Interpretación y Reglamento a fs. 32 aconsejan aprobar la Matriz Curricular a fs. 1 a 3, Programa Analítico y sus objetivos particulares a fs. 4 a 14, Programa de Trabajos Prácticos con sus objetivos particulares a fs. 15 a 19, Bibliografía a fs. 20 y 21, y Reglamento de Cátedra a fs. 28 y 29.

Que en virtud de lo expresado, corresponde emitir la presente de acuerdo a los términos estipulados en su parte dispositiva;

**POR ELLO** y en uso de las atribuciones que le son propias:

**LA DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**R E S U E L V E :**

**ARTICULO 1º: APROBAR** y poner en vigencia a partir del periodo lectivo 2013 – lo siguiente: Matriz Curricular, Programa Analítico, Programa de Trabajos Prácticos, Bibliografía y Reglamento; correspondiente a la asignatura **ESTADISTICA Y DISEÑO EXPERIMENTAL** para la carrera de **Ingeniería Agronómica – Plan 2013** pertenecientes a la Sede Sur Rosario de la Frontera Metan-, elevado por el Ing. Agr. **VINANTE, DIEGO**, docente de dicha asignatura, que como Anexo I, forma parte de la presente Resolución.

**ARTICULO 2º: DEJAR INDICADO** que **SI** se adjunta el archivo digital de los contenidos programáticos de la asignatura, dispuestos por Resolución CDNAT-2013-0611.

**ARTICULO 3º: HAGASE** saber a quien corresponda, por Dirección de Alumnos fotocópiese ocho (8) ejemplares de lo aprobado, uno para el CUECNa, Escuela de Agronomía, Biblioteca de Naturales, Dirección de Docencia, Cátedra, Dirección de Acreditación, Sede Sur Rosario de la Frontera Metan y para la Dirección de Alumnos y siga a esta, para su toma de razón y demás efectos, publíquese en el Boletín Oficial de la Universidad Nacional de Salta.

nsc/mc

  
LIC. MARIA-MERCEDES ALEMAN  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

  
MSC. LIC ADRIANA ORTIN VUJOVICH  
D E C A N A  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

R- DNAT- 2014 – 0718

SALTA, 26 de Mayo de 2.014

EXPEDIENTE Nº 11.375/2013

**MATRIZ CURRICULAR**

| DATOS BÁSICOS DEL ESPACIO CURRICULAR  |                                   |                    |
|---|-----------------------------------|--------------------|
| Nombre: ESTADISTICA Y DISEÑO EXPERIMENTAL SEDE SUR ROSARIO DE LA FRONTERA METAN |                                   |                    |
| Carrera: Ingeniería Agronómica  | Plan de estudios: 2013            |                    |
| Tipo: (oblig/optat) Obligatoria   | Número estimado de alumnos: 10-15 |                    |
| Régimen: Anual .....  | 1º Cuatrimestre                   | 2º Cuatrimestre Si |
| CARGA HORARIA: Total: 112 horas Semanal: 8 horas (4 teóricas y 4 prácticas)     |                                   |                    |
| Aprobación por:   | Examen Final Si                   | Promoción Si       |

| DATOS DEL EQUIPO DOCENTE   |  |                                  |                               |
|--|--|----------------------------------|-------------------------------|
| Responsable a cargo de la actividad curricular: Diego Vinante y Ramiro Curti |  |                                  |                               |
| Docentes (incluir en la lista al responsable)                                |  |                                  |                               |
| Apellido y Nombres   | Grado académico máximo                           | Cargo (Categoría)                | Dedicación en horas semanales |
| Vinante Diego  | Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente | Profesor Adjunto                 | 10 horas                      |
| Flores Rocha Voyko   | Ingeniero Agrónomo                               | Jefe de Trabajos Prácticos       | 10 horas                      |
| Curti Ramiro Néstor  | Licenciado en Ciencias Biológicas                | Profesor Adjunto                 | 10 horas                      |
| Barrionuevo Andrea Mariel  | Licenciada en Ciencias Biológicas                | Jefe de Trabajos Prácticos       | 10 horas                      |
| Auxiliares no graduados  |  |                                  |                               |
| Nº de cargos rentados: N/A   |  | Nº de cargos ad honorem: N/A.... |                               |

**DATOS ESPECÍFICOS/DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR**

**OBJETIVOS**

Filename: R-.DEC-0718-2014



**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 1) El alumno debe ser capaz de definir poblaciones que puedan ser investigadas estadísticamente. Formular hipótesis acerca de su estructura. Planificar un procedimiento de muestreo adecuado. Describir estadísticamente un conjunto de datos muestrales. Comprobar su ajuste a un modelo de probabilidad mediante una prueba de hipótesis. Interpretar críticamente los resultados obtenidos y señalar las consecuencias del análisis.
- 2) El alumno debe ser capaz de plantear un modelo lineal (regresión o análisis de la varianza), para estudiar las relaciones entre variables, conocer los procedimientos de estimación, interpretar una salida habitual de un programa estadístico y saber aplicar los contrastes diagnósticos para juzgar la validez del modelo.
- 3) El alumno debe ser capaz de plantear formalmente un problema sencillo de decisión en condiciones de incertidumbre. Construir una función de utilidad y evaluar el beneficio esperado de recoger información adicional. Tomar una decisión justificándola mediante un estudio de sensibilidad.
- 4) El alumno debe ser capaz de diferenciar entre estudios observaciones, analíticos y experimentales, ser capaz de interpretar las bases conceptuales del diseño experimental, identificar las variables y los factores del diseño y juzgar la importancia de los estudios experimentales en las ciencias agrícolas.
- 5) El alumno debe ser capaz de comunicar adecuada y claramente los resultados de un análisis estadístico.
- 6) El alumno debe desarrollar una actitud científica y antidogmática ante la realidad. Esta actitud debe traducirse en una capacidad concreta para: a) diferenciar las opiniones contrastables empíricamente de las que no lo son; b) adquirir el reflejo de criticar análisis incorrectos de datos y conclusiones obtenidas sin fundamento.
- 7) El alumno debe adquirir una actitud positiva hacia la teoría estadística, siendo consciente de la insuficiencia de un empirismo puro para obtener conclusiones de la realidad.
- 8) El alumno debe desarrollar la capacidad de comunicación verbal y escrita de la información extraída de los datos estadísticos y la capacidad de argumentar en grupo sobre los mismos.
- 9) Se fomentará la imaginación y la autonomía personal y de los estudiantes.

**PROGRAMA**

**Contenidos mínimos según Plan de Estudios**

Estadística descriptiva. Probabilidad y variable aleatoria Distribuciones discretas y continuas. Muestreo estadístico. Inferencia estadística. Pruebas de hipótesis y estimación de parámetros. Análisis de correlación y de regresión. Análisis de Varianza. Modelos estadísticos. Diseño de experimentos. Experimentos factoriales.

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

|   |   |                                 |   |
|---|---|---------------------------------|---|
| <b>Introducción y justificación(ANEXO I)</b>  |   |                                 |   |
| <b>Programa Analítico con objetivos específicos por unidad (ANEXO I)</b>  |   |                                 |   |
| <b>Programa de Trabajos Prácticos/Laboratorios/Seminarios/Talleres con objetivos específicos (ANEXO I)</b>  |   |                                 |   |
| <b>ESTRATEGIAS, MODALIDADES Y ACTIVIDADES QUE SE UTILIZAN EN EL DESARROLLO DE LAS CLASES (Marcar con X las utilizadas)</b>  |   |                                 |   |
| Clases expositivas  | X | Trabajo individual              | X |
| Prácticas de Laboratorio  |   | Trabajo grupal                  | X |
| Práctica de Campo   |   | Exposición oral de alumnos      | X |
| Prácticos en aula (resolución de ejercicios, problemas, análisis de textos, etc.)   | X | Diseño y ejecución de proyectos |   |
| Prácticas en aula de informática  | X | Seminarios                      |   |
| Aula Taller   |   | Docencia virtual                | X |
| Visitas guiadas   |   | Monografías                     |   |
| Prácticas en instituciones  |   | Debates                         | X |
| OTRAS (Especificar):  |   |                                 |   |
| <b>PROCESOS DE EVALUACIÓN</b>   |   |                                 |   |
| <b>De la enseñanza</b>  |   |                                 |   |
| De la enseñanza   |   |                                 |   |
| Al finalizar el dictado de la asignatura se proveerá a los estudiantes del curso una encuesta que brindará a los docentes de la cátedra la organización, desarrollo y evaluación de sus funciones. La encuesta será anónima y constará de los siguientes secciones: |   |                                 |   |
| <b>1.1. Criterio de evaluación del Profesor:</b>  |   |                                 |   |
| Presenta los temas con mucha claridad.  |   |                                 |   |
| Comunica claramente los objetivos de cada clase.  |   |                                 |   |
| Responde las dudas de los estudiantes en clase.   |   |                                 |   |



**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

Expresa expectativas positivas de los estudiantes.  
Explica los criterios de evaluación de la materia.  
Atiende dudas académicas de los estudiantes fuera de clase.  
Realiza actividades de recuperación y refuerzo con estudiantes que lo necesitan.  
Realiza clases activas y dinámicas.  
Llega a clase y sus orientaciones son seguidas por todos los estudiantes.  
**1.2. Criterio de evaluación de las clases:**  
Son interesantes porque tratan temas llamativos.  
Empiezan y terminan a la hora indicada.  
Desarrollan los temas propuestos en el tiempo indicado.  
El material didáctico es legible y presenta un desarrollo ordenado del tema motivo de la clase.  
El material utilizado por la cátedra es adecuado con los contenidos del programa de estudios.

**Del aprendizaje**

Para el evaluar el aprendizaje de los estudiantes durante y al finalizar el dictado de la asignatura se procederá a realizar durante el cursado:

- a) Evaluaciones parciales escritas con contenidos teóricos y prácticos.
- b) Trabajos grupales de resolución de problemas reales con exposición oral individual y grupal

**BIBLIOGRAFÍA ( ANEXO II)**

**REGLAMENTO DE CÁTEDRA (ANEXO III)**

**ANEXO I**

**INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

La Estadística es una ciencia con extensas aplicaciones en un amplio espectro de disciplinas, abarcando desde la ingeniería a la biología, sin olvidar la economía, las ciencias humanas y la medicina. Sus aplicaciones a las Ciencias Biológicas (Biometría) se ha enriquecido enormemente en los últimos años gracias al desarrollo explosivo de estas ciencias, en particular por los avances en la genética, en la biología molecular y en las

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

ciencias aplicadas al estudio de las actividades que tienen impacto ambiental global.

La inclusión de la Estadística en el plan de estudios de Ingeniería Agronómica surge como consecuencia de la necesidad de brindar al futuro profesional de las Ciencias Agropecuarias criterios y herramientas básicas para manejar e interpretar la cada vez más abundante información generada por la actividad agrícola en la zona, y el trabajo de investigación y desarrollo que se genera para satisfacer las demandas de nuevas tecnologías para producir en mercados globales altamente competitivos resguardando los recursos naturales, cada vez más valiosos y escasos. Más aún, el trabajo de investigación y desarrollo crece dentro de las empresas que atienden al sector, demandando profesionales capacitados para hacerse cargo específicamente del trabajo de diseño de *ensayos*, su seguimiento para la obtención de resultados y análisis de la información que estos producen.

Entre las herramientas que abarca la Estadística se incluye el diseño experimental, que se ocupa primariamente de explicar los métodos estadísticos que asisten en el proceso de sumar conocimiento por medio de la experimentación. La experimentación juega un papel central en la ciencia ya que contribuye al entendimiento de procesos causales. La esencia de la experimentación es intentar descubrir los efectos de causas presuntas, ya que los experimentos permiten establecer de manera unívoca mecanismos de causa y efecto.

Los científicos que utilizan experimentos en su actividad de investigación deben comprender claramente los principios estadísticos que gobiernan la planificación, así como el análisis e interpretación de los datos experimentales. El diseño y la ejecución de un experimento son pasos muy importantes en la investigación científica; si se cometen errores en estas etapas suelen ser insalvables y debe comenzarse de nuevo, en cambio, si los errores se cometen en el análisis o interpretación de los datos, éstos pueden ser analizados nuevamente.

En el caso particular de la Agronomía, el diseño experimental tiene una amplia aplicación, ya sea que los egresados se dediquen a la actividad privada o a la actividad científico-técnica. Un profesional que comprenda los conceptos y métodos propios del





**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

diseño experimental podrá beneficiarse del rigor introducido por la planificación clara, el uso óptimo de los recursos, la recolección apropiada de la información y el análisis eficiente de los datos. Además, podrá interpretar y/o evaluar la calidad de la información, así como la confiabilidad de los resultados de una investigación, ya sea propia o de sus pares. Durante el proceso de formación de los estudiantes de agronomía, los conocimientos de esta asignatura serán de gran ayuda para otras asignaturas más específicas que forman parte del Plan de Estudio. Algunas materias se vinculan tan estrechamente que tienen Diseño Experimental como requisito previo.

**PROGRAMA ANALÍTICO**

**Unidad 1: Introducción**

**Objetivos específicos:**

- 1) Exponer acerca del aporte de la Estadística a la investigación en las Ciencias Agropecuarias en general
- 2) Definir y clasificar las variables que intervienen en un estudio.
- 3) Construir e interpretar gráficos.
- 4) Comprender la utilidad de las medidas de tendencia central y dispersión.

Estadística. Definición. Aplicaciones en la investigación. Datos. Fuentes de obtención. Estudios observacionales, analíticos y experimentales.

Variables. Medición y clasificación de variables. Ejemplos. Población y muestra. Parámetros y estimadores. Manejo de bases de datos.

**Unidad 2: Exploración y descripción de datos univariados y bivariados**

- 1) Construir serie de frecuencias y interpretar las mismas.
- 2) Construir tablas de contingencia para dos variables cualitativas.
- 3) Comprender las medidas descriptivas. Calcular las mismas y diferenciar las ventajas y desventajas de cada una.

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 4) **Calcular los cuartiles. Interpretar los mismos.**
- 5) **Interpretar la asimetría y la curtosis**
- 6) **Analizar los gráficos de cajas**

Presentación de datos. Series simples y distribuciones de frecuencias. Frecuencias absolutas, relativas y acumuladas. Tablas de contingencia: construcción, aplicaciones. Generación e interpretación de gráficos.

Medidas descriptivas. Indicadores de posición. Medidas de tendencia central: media aritmética, mediana, moda. Cálculo. Propiedades. Ventajas y desventajas. Medidas de orden: cuartiles, quintiles, percentiles. Cálculo. Datos atípicos. Indicadores de variabilidad: rango, rango intercuartil, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación. Cálculo. Propiedades. Ventajas y desventajas. Indicadores de forma: asimetría y curtosis. Coeficientes usuales.

Exploración de datos utilizando el paquete InfoStat.

**Unidad 3: Probabilidad**

**Objetivos específicos:**

- 1) **Proporcionar a los estudiantes una formación sólida y sistemática en los principios, métodos, resultados y aplicaciones de la teoría de la probabilidad.**
- 2) **Identificar el espacio muestral y el suceso aleatorio.**
- 3) **Diferenciar entre tipos de sucesos.**
- 4) **Utilizar e interpretar los axiomas de probabilidad.**

Probabilidades. Importancia. Conceptos. Experimento aleatorio. Espacio muestral. Suceso aleatorio. Sucesos: mutuamente excluyentes, conjuntos, complementarios e independientes. Teoremas de probabilidad. Probabilidad condicional. Probabilidades conjuntas y marginales.

**Unidad 4: Distribuciones de probabilidad**

**Objetivos específicos:**

- 1) **Familiarizar a los alumnos con los conceptos de variable aleatoria y distribución de probabilidad y presentarle las principales distribuciones tanto discretas como continuas.**



**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

- 2) Comprender los supuestos de la Distribución Binomial.
- 3) Comprender las propiedades de la Distribución normal.
- 4) Desarrollar aplicaciones de las distribuciones teóricas con ejemplos biológicos concretos.
- 5) Encontrar el área bajo la curva normal.

Variable aleatoria. Concepto. Distribución de probabilidad. Esperanza y varianza. Distribución de una variable aleatoria discreta. Distribución de una variable aleatoria continua. Distribuciones de probabilidad acumuladas.

Distribuciones de probabilidad teóricas discretas: Binomial. Poisson. Hipergeométrica. Características. Aplicaciones.

Distribuciones de probabilidad teóricas continuas: Distribución normal y normal estandarizada. Características. Aplicaciones. Uso de la tabla. Distribuciones  $X^2$ , t de Student y F de Snedecor. Características. Aplicaciones.

Generación de datos aleatorios pertenecientes a una distribución dada utilizando el paquete InfoStat.

#### **Unidad 5: Distribución de estadísticos muestrales**

##### **Objetivos específicos:**

- 1) Interpretar el teorema central del límite.
- 2) Introducir el concepto de inferencia estadística.
- 3) Desarrollar aplicaciones de las distribuciones muestrales con ejemplos biológicos concretos.

Teorema central del límite. Distribución de la media, de la proporción, de la diferencia de dos proporciones, de la diferencia entre dos medias. Distribución de la varianza. Características. Aplicaciones.

#### **Unidad 6: Estrategias de obtención de datos**

##### **Objetivos específicos:**

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 1) Enunciar los conceptos de muestra, población y procedimiento de selección de la muestra.
- 2) Identificar los diferentes tipos de muestreo probabilístico, sus características, las condiciones en que es conveniente utilizar cada uno y sus aplicaciones.
- 3) Distinguir entre estudios observacionales, analíticos y experimentales.
- 4) Indicar los aspectos a tener en cuenta al planificar los experimentos.
- 5) Desarrollar el concepto de error experimental, sus causas, formas de controlarlo y reducirlo.
- 6) Interpretar el concepto de modelo estadístico.
- 7) Desarrollar el concepto de pseudoréplica y valorar su importancia en la planificación de experimentos.

Estudios observacionales, analíticos y experimentales. Variable independiente y de respuesta. Variables exógenas

**Diseño de muestreo.** Muestreo probabilístico: al azar simple, estratificado, sistemático y por conglomerados. Ejemplos. Error de muestreo. Muestreo no probabilístico.

**Diseño de experimentos.** Experimentos. Definición. Requisitos. Conceptos elementales del diseño de experimentos. Variable explicativa principal. Variable de respuesta. Factores y niveles. Variables perturbadoras y concomitantes. Repeticiones. Error Experimental. Concepto. Causas. Diseño de experimentos. Importancia. Principios básicos. Repetición, aleatorización y control local. Validez interna y externa. Confiabilidad y precisión del experimento. Pseudoréplicas. Formas de reducir el error experimental.

**Unidad 7: Inferencia estadística**

**Objetivos específicos:**

- 1) Desarrollar los conceptos de estimación puntal y por intervalos de confianza.



**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 2) Proporcionar a los alumnos las herramientas básicas en la formulación de hipótesis estadística.
- 3) Conocer y comprender los diferentes tipos de hipótesis.
- 4) Aprender a deducir y formular hipótesis.
- 5) Enseñar a distinguir los errores cometidos al tomar la decisión en una prueba de hipótesis.
- 6) Mencionar sus aplicaciones y situaciones en las que se utilizan.
- 7) Determinar el tamaño adecuado de muestra en distintas situaciones de investigación aplicando diferentes métodos de selección.

**Estimación de parámetros**

Estimación puntual. Precisión. Propiedades de los buenos estimadores. Estimación por intervalos de confianza. Concepto. Precisión. Estimación de la media, la proporción, la diferencia de dos proporciones, la diferencia de dos medias y la varianza. Determinación del tamaño de la muestra para obtener un intervalo con una amplitud determinada.

**Pruebas de Hipótesis**

Hipótesis agronómicas e hipótesis estadísticas. Procedimiento general de las pruebas de hipótesis. Tipos de error y su probabilidad. Potencia de una prueba. Valor de P. Efecto de las variaciones del nivel de significación, de la hipótesis alternativa y del tamaño de la muestra en el error de Tipo II. Pruebas de hipótesis referidas a una media, una proporción y a una varianza. Prueba para comparar dos proporciones. Prueba para comparar dos varianzas. Pruebas para comparar dos medias a partir de muestras independientes y dependientes. Relación entre las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza.

**Unidad 8: Relaciones entre dos variables cuantitativas**

**Objetivos específicos:**

- 1) Enunciar los conceptos de correlación y regresión.
- 2) Diferenciar entre los propósitos y procedimientos analíticos de correlación y regresión.
- 3) Desarrollar las pruebas de hipótesis para correlación y regresión lineal simple.

R- DNAT- 2014 – 0718

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 4) Comprender el método de mínimos cuadrados para la estimación de una recta de regresión.
- 5) Mencionar aplicaciones y situaciones en las que se utilizan los análisis de correlación y regresión.

**Análisis de Correlación.** El modelo bivalente. Distribución normal bidimensional. Parámetros. Coeficiente de correlación lineal. Prueba de hipótesis para el coeficiente de correlación lineal simple. Supuestos.

**Modelos lineales generalizados: Análisis de Regresión lineal simple.** Modelo estadístico. Aplicaciones. Obtención de la ecuación de regresión muestral. Prueba de hipótesis para el coeficiente de regresión  $\beta$ . Supuestos. Coeficiente de determinación. Interpretación. Estimaciones y predicciones. Banda de confianza y banda de predicción.

#### **UNIDAD 9: El Análisis de la Varianza (ANOVA)**

##### **Objetivos específicos:**

- 1) Desarrollar los fundamentos teóricos del Análisis de la Varianza.
- 2) Comprender a los modelos estadísticos como una expresión que vincula los objetivos con el diseño del experimento y el análisis de los datos.
- 3) Interpretar el proceso de partición de la variación de las respuestas observadas y su relación con las fuentes de variación independientes.
- 4) Diferenciar entre modelos estadísticos de efectos fijos y aleatorios.

Fundamentos teóricos del análisis de la varianza. Modelo estadístico. Partición de la suma de cuadrados y de los grados de libertad. Método de ANOVA. Pruebas de hipótesis. ANOVA de un criterio y de dos criterios de clasificación. Cuadro de ANOVA. Modelos de efectos fijos, aleatorios y mixtos. Ejemplos de aplicación.

#### **UNIDAD 10: Comparaciones múltiples de medias**

##### **Objetivos específicos:**



**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

- 1) Aplicar métodos para el análisis profundo de las respuestas del diseño de tratamientos.
- 2) Comprender cómo la inferencia simultanea afecta los errores estadísticos.
- 3) Analizar el concepto de contrastes ortogonales y sus propiedades.
- 4) Reconocer la utilidad, ventajas y desventajas de las pruebas planeadas y a posteriori.

Modelo de efectos fijos. Comparaciones de medias de tratamientos. Contrastes. Coeficientes y varianza de los contrastes. Contrastes ortogonales y no ortogonales. Diferencia mínima significativa. Pruebas a priori y a posteriori. Características y oportunidad de aplicación. Intervalos de confianza simultáneos Modelo de efectos aleatorios. Cálculo de magnitud relativa de la componente de varianza añadida. Ejemplos de aplicación.

**UNIDAD 11: Concordancia entre los datos y el modelo**

**Objetivos específicos:**

- 1) Aplicar métodos de cálculo y gráficos para diagnosticar la violación de supuestos.
- 2) Analizar a las transformaciones de variables como método de corrección a la violación de supuestos.

Supuestos referidos al modelo y a los datos. Datos atípicos. Supuestos básicos del modelo referidos a los errores. Normalidad. Independencia. Homogeneidad de varianzas. Aditividad. Consecuencias de la falta de cumplimiento de los supuestos. Métodos gráficos para verificar los supuestos. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene. Transformaciones.

**UNIDAD 12: Diseño Completamente Aleatorizado (DCA)**

**Objetivos específicos:**

- 1) Analizar el modelo estadístico para un DCA con parámetros que describan el experimento de acuerdo con la hipótesis de investigación.
- 2) Explicar la asignación de los tratamientos para un DCA.

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 3) Calcular la varianza del error experimental y utilizarla en la prueba de hipótesis de los parámetros del modelo.
- 4) Derivar la partición para la suma de cuadrados.
- 5) Construir la tabla para el análisis de la varianza.

Definición. Características. Asignación de tratamientos. Modelo estadístico para un DCA con una observación por unidad experimental. Pruebas de hipótesis. Análisis de la varianza para igual y distinto número de repeticiones por tratamiento. Ventajas y limitaciones del diseño. Ejemplos de aplicación.

### **UNIDAD 13: Diseño en Bloques Completos al Azar y en Cuadrado Latino**

#### **Objetivos específicos:**

- 1) Describir el concepto de bloqueo como método de reducción del error experimental.
- 2) Desarrollar los modelos estadísticos para un DBCA y un DCL.
- 3) Explicar la asignación de los tratamientos para un DBCA y un DCL.
- 4) Derivar la partición para la suma de cuadrados para un DBCA y un DCL.
- 5) Indicar las ventajas y desventajas del bloqueo a una (DBCA) y dos vías (DCL) en función de la eficiencia de los diseños.

Bloques. Definición. Principales características. Criterios para bloquear. Asignación de tratamientos a las unidades experimentales. Diseño en bloques completos al azar (DBCA) y en cuadrado latino (DCL). Modelo estadístico para un DBCA y un DCL con una observación por unidad experimental. Análisis de la varianza. Cálculo de las sumas de cuadrados. Cuadro de ANOVA. Eficiencia relativa de cada diseño. Estimación de valores perdidos. Ventajas y limitaciones del DBCA y DCL. Ejemplos de aplicación.

### **UNIDAD 14: ANOVA con más de una observación por unidad de muestreo**

#### **Objetivos específicos:**

- 1) Describir el concepto de submuestra.

Filename: R-.DEC-0718-2014



**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

- 2) Distinguir entre error de muestreo y error experimental.
- 3) Enfatizar las condiciones de aplicación y las ventajas de los diseños con submuestreo.
- 4) Derivar la partición de la suma de cuadrados para diseños con submuestreo
- 5) Construir la tabla del análisis de varianza.

Submuestras. Oportunidad de aplicación. Error experimental y error de muestreo. Modelos estadísticos y análisis de la varianza para DCA, DBCA y DCL. Cálculo de las sumas de cuadrados. Cuadro de ANOVA. Beneficios del submuestreo. Ejemplos de aplicación.

**UNIDAD 15: Experimentos Factoriales**

**Objetivos específicos:**

- 1) Enfatizar el rol práctico de los diseños factoriales en la investigación agrícola.
- 2) Comprender la estructura de tratamientos de los diseños factoriales.
- 3) Describir los efectos simple, principales y de interacción.
- 4) Explicar los modelos estadísticos con efectos aditivos y de interacción.
- 5) Interpretar los gráficos de medias con y sin interacción.

Definición. Estructura de tratamientos. Factores y niveles. Tratamientos. Efectos simples, principales e interacciones. Modelos estadísticos con una observación por unidad experimental. Modelos aditivos y modelos con interacción. Análisis de la varianza para un DCA, DBCA y DCL con estructura de tratamientos. Cálculo de las sumas de cuadrados. Cuadro de ANOVA. Gráfico de perfiles de medias. Interpretación. Aplicación de métodos de comparaciones múltiples de medias. Ventaja y limitaciones de los experimentos factoriales. Ejemplos de aplicación.

**UNIDAD 16: Diseño en Parcelas Divididas**

**Objetivos específicos:**

- 1) Analizar las diferencias entre diseños cuyos niveles de factores son de igual jerarquía de aquellos que presentan diferente nivel de jerarquía.

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

- 2) Distinguir entre parcelas principales y subparcelas.
- 3) Describir el proceso de aleatorización de los diseños en parcelas divididas.
- 4) Formular los modelos estadísticos con diferentes estructura de error para un DCA, DBCA y DCL.
- 5) Analizar el cuadro del análisis de la varianza.

Definición. Oportunidad de aplicación. Parcela principal y subparcela. Asignación de factores y niveles. Modelos estadísticos y análisis de la varianza para un DCA, DBCA y DCL con parcelas divididas. Cuadro de ANOVA. Ventajas y limitaciones del diseño. Ejemplos de aplicación.

#### **UNIDAD 17: Análisis de la Covarianza**

##### **Objetivos específicos:**

- 1) Describir el Análisis de la Covarianza
- 2) Enumerar y desarrollar los supuestos básicos del ANCOVA
- 3) Identificar bajo qué circunstancias es adecuado aplicar el ANCOVA
- 4) Conocer como la relación entre variables cuantitativas permite aislar el efecto de fuentes de variación poco interesantes.
- 5) Enfatizar el uso de softwares estadísticos para ejecutar el ANCOVA.

Introducción. Usos del análisis de covarianza. Hipótesis. Modelos estadísticos y análisis de la covarianza para una DCA, DBCA y DCL. Pruebas de hipótesis. Supuestos para aplicar el ANCOVA. Comparaciones de medias de tratamientos ajustadas. Ejemplos de aplicación.

#### **ANEXO I (CONTINUACIÓN)**

#### **PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

#### **Trabajo Práctico N° 1: Estadística descriptiva**

Filename: R-.DEC-0718-2014



**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

**Objetivos:**

1. Familiarizarse con las características fundamentales y los métodos de la estadística descriptiva.
2. Confeccionar tablas de distribución de frecuencias.
3. Construir e interpretar histogramas y polígonos de frecuencias.
4. Aplicar los elementos de la estadística descriptiva en la caracterización de magnitudes aleatorias.

**Trabajo Práctico Nº 2: Probabilidades**

**Objetivos:**

1. Aplicar los conceptos de probabilidad condicional e independencia, así como las leyes de la suma, multiplicación y probabilidad total en la resolución de ejemplos.
2. Calcular la probabilidad de ocurrencia de un evento a través de la definición clásica, estadística y axiomática de la probabilidad en ejemplos relacionados con su perfil profesional.

**Trabajo Práctico Nº 3: Distribuciones de probabilidad teóricas**

**Objetivos:**

1. Definir una variable aleatoria y clasificarla en un problema concreto.
2. Calcular probabilidades a partir del uso de funciones de probabilidad y densidad univariadas.
3. Calcular las características numéricas de las variables aleatorias haciendo uso de sus propiedades fundamentales e interpretación práctica de los resultados.
4. Aplicar las distribuciones teóricas al cálculo de probabilidades de problemas concretos.

**Trabajo Práctico Nº 4: Inferencia estadística**

**Objetivos:**

Filename: R-.DEC-0718-2014

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

1. Identificar los estadígrafos fundamentales y las distribuciones muestrales que siguen cada uno de ellos.
2. Estimar puntualmente y por intervalos los parámetros de una distribución e interpretar el resultado.
3. Utilizar la relación existente entre el tamaño de muestra y el error de estimación.
4. Probar hipótesis acerca de los parámetros de una población y tomar las decisiones que correspondan evaluando los riesgos que se puedan cometer.

**Trabajo Práctico N° 5: Correlación y regresión**

**Objetivos:**

1. Familiarizarse con los aspectos fundamentales de la correlación y regresión lineal simple.
2. Calcular e interpretar el coeficiente de correlación y los parámetros de la recta de regresión haciendo uso del método de los mínimos cuadrados y aplicar ésta a la solución de problemas relacionados con su perfil profesional.

**Trabajo Práctico N° 6: Análisis de la varianza**

**Objetivos:**

1. Plantear el modelo adecuado para expresar el comportamiento de la variable de respuesta.
2. Confeccionar la tabla ANOVA para realizar el análisis de la significación y tomar decisiones al respecto.
3. Realizar el planteamiento de un problema de análisis de varianza de clasificación simple diferenciándolos a una vía o dos vías de clasificación.
4. Realizar las pruebas de análisis de varianza de clasificación simple.

**Trabajo Práctico N° 7: Comparaciones múltiples de medias**

**Objetivos**

Filename: R-.DEC-0718-2014



**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

1. Interpretar el concepto de diferencia mínima significativa.
2. Construir contrastes e interpretar su significado.
3. Comparar entre pruebas planeadas y pruebas a posteriori.

**Trabajo Práctico N° 8: Diseño completamente aleatorizado (DCA) – Validación de supuestos**

**Objetivos**

1. Analizar la validación de supuestos por métodos gráficos y de cálculo.
2. Construir un modelo estadístico lineal aditivo para un DCA.
3. Reconocer la disposición de las unidades experimentales en el plano experimental.

**Trabajo Práctico N° 9: Diseño en bloques completos aleatorizados (DBCA) y en cuadrado latino (DCL)**


**Objetivos**

1. Construir modelos estadísticos lineales aditivos para un DBCA y un DCL.
2. Reconocer la disposición de las unidades experimentales en el plano experimental.
3. Comparar la eficiencia de un DCA, DBCA y DCL.

**Trabajo Práctico N° 10: ANOVA con más de una observación por unidad experimental**

**Objetivos**

1. Distinguir entre la unidad experimental y la de muestreo.



**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE N° 11.375/2013**

2. Analizar las diferencias entre el error experimental y el de muestreo.
3. Construir modelos estadísticos lineales aditivos para un DCA, DBCA y un DCL con submuestreo.

**Trabajo Práctico N° 11: Experimentos factoriales**

**Objetivos**

1. Reconocer factores, niveles y estructura de tratamientos.
2. Diferenciar entre efectos principales, simples y de interacción.
3. Construir modelos estadísticos lineales aditivos para un DCA, DBCA y un DCL con estructura de tratamientos.
4. Interpretar las graficas de medias para efectos principales, simples y de interacción.
5. Analizar las pruebas de comparación múltiples de medias en los experimentos factoriales.

**Trabajo Práctico N° 12: Diseño en parcelas divididas**

**Objetivos**

1. Definir y explicar los tipos de error en un diseño de parcelas divididas.
2. Comprender la asignación de los factores en parcelas de diferentes jerarquías.
3. Reconocer la precisión con se medirán los factores en un diseño en parcelas divididas.
4. Interpretar grafico de perfiles de respuesta.

Filename: R-.DEC-0718-2014





**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

5. Construir modelos estadísticos lineales aditivos para un DCA, DBCA y un DCL.

**Trabajo Práctico Nº 13: Análisis de la covarianza**

Objetivos

1. Distinguir las variables de un ANCOVA y definir el rol que cumple cada una.
2. Interpretar gráficos de dispersión.
3. Construir modelos estadísticos para ANCOVA.
4. Interpretar salidas de programas estadísticos.

**ANEXO II**

**Del Docente:**

1. Box, G. Hunter, W. y Hunter, T.S. 1999. Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis y construcción de modelos. Editorial Reverté. México.
2. Chou, Y.L. 1990. Análisis estadístico. Editorial McGraw-Hill.
3. Cochran, W. G. y G. Cox (1971). Diseños Experimentales. Editorial Trillas. México.
4. Devore, J. L. 2001. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, 5ª edición. Thomson internacional Editores.
5. InfoStat. 2003. InfoStat, versión 5.1. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
6. Kuehl, R. O. 2001. Diseño de experimentos. 2º edición. Editorial Thomson Learning.
7. Lison L. 1976. Estadística aplicada a la biología experimental. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
8. Little, T. M. y F. Jackson Hills. 1978. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas, México.

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

9. Mariotti, J. A. 1986. Fundamentos de genética biométrica. Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. Monografía N° 32, Serie Biología, OEA.
10. Miller, I; J. E. Freund y R. A. Johnson. 1992. Estadística para ingenieros. 4° edición. Editorial Prentice Hall.
11. Ostle, B. 1983. Estadística aplicada. Editorial Limusa, México.
12. Pimentel Gomes, F. 1978. Curso de estadística experimental. Editorial Hemisferio Sur S.A., México.
13. Snedecor, G. W. y W. G. Cochran. 1989. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental.
14. Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1979. Biometría: Principios y métodos estadísticos aplicados a la investigación. H. Blume Ediciones.
15. Wonnacott, T. H. y R. J. Wonnacott. 1997. Introducción a la estadística. Editorial Limusa.

**Del Alumno:**

1. Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Gonzalez, L.; Tablada, E.; Díaz, M.; Robledo, C. y Balzarini, M. 2005. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Editorial Brujas.
2. García, R. M. 2004. Inferencia estadística y diseño de experimentos. Editorial Eudeba.
3. Kuehl, R. O. 2001. Diseño de experimentos. 2° edición. Editorial Thomson Learning.
4. Montgomery, D. C. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica.
5. Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Editorial Mac Graw-Hill.
6. Walpole, R. F. y R. H. Mayers. 1992. Probabilidad y estadística. 4° edición. Editorial Mc Graw-Hill.





**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

**ANEXO III**

**REGLAMENTO DE CÁTEDRA**

**Metodología de enseñanza y de aprendizaje**

**1.1 Metodología utilizada en las clases teóricas (4 horas semanales)**

Exposición didáctica con ayuda de cañón multimedia y notebook. La exposición del contenido está centralizada en los conceptos necesarios para abordar la temática específica. Se abunda en ejemplos relativos a situaciones agronómicas, biológicas y de la vida cotidiana. El docente, aplicando adecuadas estrategias didácticas, orienta al alumno para lograr el descubrimiento de los aspectos significativos que rodean los tópicos abordados. Alcanzado el nivel de interpretación del fenómeno, se puede considerar que se ha definido la situación problemática a resolver. Para el planteo del problema, el alumno debe construir un modelo estadístico relacionado con el hecho en cuestión. De esta manera se muestra al alumno una manera de construir el conocimiento que le permitirá justificar sus respuestas al momento de la evaluación. Para cada unidad temática se realiza al cierre una síntesis mediante cuadros y plenarios. Esta actividad se llevará a cabo una vez por semana durante el dictado de la asignatura abarcando tiempo reloj de 4 (dos) horas áulicas.

**1.2. Metodología utilizada en las clases prácticas (4 horas semanales)**

Realización de clases de ejercicios y problemas de aplicación que se encuentran en el material didáctico confeccionado por los docentes de la cátedra. Se busca de esta manera afianzar los conceptos teóricos y transferir los conocimientos a situaciones problemáticas concretas. Esta actividad combina la resolución manual de la ejercitación con el uso de software estadístico (Infostat) mediante un tutorial presentado con cañón multimedia y notebook. En las clases prácticas se lleva a cabo el cierre de cada unidad temática con plenarios y cuadros de síntesis. Esta actividad se llevará a cabo una vez por semana durante el dictado de la asignatura abarcando tiempo reloj de 4 (cuatro) horas áulicas seguido de las horas teóricas.

**Universidad Nacional de Salta**  
**Facultad de Ciencias Naturales**

Avda. Bolivia 5150 – 4400 Salta  
República Argentina

**R- DNAT- 2014 – 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

**1.3. Evaluación**

Evaluaciones de suficiencia: tres evaluaciones parciales de suficiencia aprobadas con 60 puntos o más sobre 100, con opción a recuperatorio para todas.

Las evaluaciones contienen problemas y preguntas conceptuales de acuerdo a los contenidos presentados en el material didáctico otorgado por los docentes de la cátedra. Se pondrá mayor énfasis en la habilidad para interpretar las situaciones problemáticas, gráficos y tablas y en la elaboración de las conclusiones con respecto a la situación problema concreta.

**1.4 Condiciones para obtener la regularidad de la materia:**

1. Contar con un 80% de asistencia al total de las clases (teóricas y prácticas).
2. Aprobar 3 (tres) exámenes parciales sobre aspectos teóricos y prácticos con 60 puntos sobre 100 o más en cada uno. Cada parcial podrá aprobarse en sus respectivos recuperatorios.

**1.5. Condiciones para la aprobación por promoción directa de la materia**

1. Contar con un 80% de asistencia al total de las clases (teóricas y prácticas)
2. Aprobar tres exámenes parciales sobre aspectos teóricos y prácticos con un promedio de 80/100 puntos, debiendo obtener como mínimo 70/100 en cada uno. Podrán obtener esta clasificación tanto en el parcial como en su respectivo recuperatorio.
3. Planificar un experimento para responder a un objetivo propuesto por la Cátedra. Esta actividad se realizara en grupos. Cada grupo deberá exponer su propuesta frente a sus compañeros, y entregar un informe escrito referido a la misma.
4. Aprobar un coloquio integrador sobre conceptos teóricos y practicos de la asignatura. Dicho coloquio estará a cargo de los docentes que integran la cátedra.

**1.6. Condiciones para la aprobación de la materia:**

Filename: R-.DEC-0718-2014



**R- DNAT- 2014 - 0718**

**SALTA, 26 de Mayo de 2.014**

**EXPEDIENTE Nº 11.375/2013**

Los alumnos en condición de regulares en la materia deberán aprobar un examen final integrador sobre temas teóricos y prácticos, que podrá ser escrito u oral según se estipule.

Los alumnos que promocionen rendirán un exámen escrito, el que incluirá temas teóricos.

Los alumnos en condición de libres en la materia deberán:

- a) Aprobar un examen escrito con problemas semejantes a los de la Guía de Trabajos Prácticos del año en curso con una calificación mínima de 5 puntos, que se tomará en la misma fecha en que se presenta a rendir el examen final.
- b) Aprobar un examen final integrador sobre temas teóricos y prácticos, que podrá ser escrito u oral según se estipule.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'E' followed by a smaller 'P' and a horizontal line extending to the right.