

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO DE LA PLATA**

CATEDRA DE ESTADÍSTICA

"CURSO DE ESTADÍSTICA APLICADA A LAS CIENCIAS NATURALES"

Guía de Trabajos Prácticos

AÑO 2003

"CURSO DE ESTADÍSTICA" AÑO 2003

Guía de Trabajos Prácticos

Introducción:

La presente guía de trabajos prácticos presenta los ejercicios y problemas a ser resueltos durante el curso de Estadística de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata (UNLP). El curso está dirigido a estudiantes de grado de la Licenciatura en Biología, con mínimos conocimientos de matemáticas y sin un curso de estadística previo. El mismo intenta brindar los conocimientos necesarios para la aplicación de las técnicas estadísticas básicas en la futura vida profesional.

El curso 2003 comprende, talleres de trabajos prácticos, orientados a la resolución de problemas, que incluyen prácticas de computación (I a III) y trabajos grupales (A a C), en los cuales se desarrolla un trabajo de aplicación que concluye en la presentación de una monografía final. Los ejercicios que se presentan a continuación son la base sobre la cual se desarrollan los contenidos esenciales del curso teórico práctico que se intenta implementar, siendo además, buenos ejemplos del tipo de problemas que se plantean en los exámenes parciales y final. Además de los talleres de trabajos prácticos semanales, la Cátedra brinda seminarios teóricos y clases de consulta semanales.

La evaluación se hace a través de 3 elementos; 2 exámenes parciales orientados a la resolución de problemas similares a los de la guía de trabajos prácticos, y el trabajo monográfico final. En esta guía se incluyen dos Anexos (I y II) con ejercicios de repaso para los parciales. **Cada parcial tiene 2 recuperatorios**, conformando 3 oportunidades en las cuales pueden ser rendidos, **lo que no debe interpretarse como 3 fechas alternativas para cada alumno**. El trabajo monográfico final apunta a la aplicación de los conocimientos a problemas reales seleccionados por el alumno, incluyendo el diseño experimental, la toma y el análisis de los datos y la presentación oral y escrita de los resultados obtenidos.

En la presente versión de la guía de trabajos prácticos se han incluido ejercicios generales diseñados para alumnos de todas las orientaciones, y específicos para cada orientación. Finalmente, para cada trabajo práctico se ha incluido bibliografía sugerida específicamente para cada tema, la que es imprescindible para complementar los contenidos teóricos de los mismos, y que pueden ser consultadas en la biblioteca de la Facultad de Ciencias Naturales. Se incluye además el programa analítico de la materia y un listado de bibliografía de consulta general, por temas y orientaciones.

Objetivos del curso

La Estadística tiene cada vez una mayor importancia en todas las áreas del conocimiento, ya que es una herramienta potente para el trabajo profesional en general y para la investigación científica en particular.

El objetivo de este curso es iniciar al alumno en el campo de la estadística aplicada a la solución de problemas en las ciencias naturales. Esto implica la adquisición de un enfoque cuantitativo, empírico y objetivo de la realidad; el conocimiento de las operaciones y cálculos necesarios para el análisis cuali-cuantitativo y el manejo de aquellos criterios subyacentes en la toma de decisiones estadísticas. A tal fin se intentan crear las condiciones de enseñanza que permita a los alumnos:

- * procurar la búsqueda de rigurosidad científica;
- * estimular el análisis crítico;
- * desarrollar la imaginación y creatividad;
- * estimular el desarrollo intelectual y ético de su personalidad;
- * fomentar una actitud flexible y de apertura mental;
- * efectuar una adecuada aplicación de las herramientas estadísticas a cada una de las áreas específicas de las ciencias naturales en las que se especializarán.
- * adquirir los conocimientos básicos de la materia, que incluyen el manejo del vocabulario, de los conceptos más importantes, de la bibliografía, de las técnicas, etc.;
- * conocer el beneficio que le reportará la aplicación de cada uno de los conceptos y técnicas adquiridas;

Esperamos que luego del curso de estadística el alumno sepa cuándo aplicar cada técnica estadística, qué requisitos deben cumplir los datos, cómo son las operaciones de cálculo implícitas y cómo interpretar correctamente los resultados. Finalmente creemos que esta preparación le permitirá hacer un uso eficiente de las tecnologías informáticas actualmente disponibles, así como aprender nuevas técnicas específicas para la resolución de problemas novedosos en alguno de los campos inexplorados del conocimiento.

**CURSO DE ESTADÍSTICA
(CARRERA DE BIOLOGÍA)****PROGRAMA ANALÍTICO****PARTE I****Unidad temática I: Estadística descriptiva.****I.1. Introducción a la estadística**

Aspectos básicos de la Estadística. Significado. Datos e información estadística. Métodos estadísticos. Uso de la Estadística en Biología. Recopilación de datos estadísticos. Elaboración de encuestas. Variables cualitativas y cuantitativas, discretas y continuas. Utilización de computadoras en Estadística.

I.2. Manejo de datos

Organización, clasificación, tabulación y presentación de datos. Tablas estadísticas, construcción. Distribuciones de frecuencias: absolutas, relativas, simples y acumuladas. Histograma y polígono de frecuencias. Gráficos: lineal, barras simples, acumuladas, comparativas, sector circular, de concentración, escalas natural, semilogarítmica y doble logarítmica.

I.3. Medidas de tendencia central y de dispersión

Medidas de tendencia central. Media aritmética, propiedades, ventajas e inconvenientes. Media geométrica. Media armónica. Mediana. Cálculo analítico y gráfico. Cuartiles, deciles y percentiles. Cálculo analítico y gráfico. Medidas de dispersión. Recorrido o rango. Desviación media. Varianza. Desviación estándar. Dispersión relativa. Medidas de asimetría y apuntamiento o kurtosis.

Unidad temática II: Probabilidades y distribuciones teóricas**II.1. Teoría de las probabilidades**

Modelos matemáticos. Conjuntos. Experimentos no determinísticos. Espacio muestral. Sucesos. Concepto de probabilidad. Definiciones: clásica, frecuencial y axiomática. Probabilidad total y compuesta. Probabilidad condicional. Sucesos independientes. Teorema de Bayes. Diagrama de árbol.

II.2. Distribuciones de probabilidades

Variables aleatorias unidimensionales y sus funciones de probabilidad. Variables aleatorias discretas y continuas. Funciones de distribución acumulativa. El valor esperado de una variable aleatoria. Propiedades del valor esperado. La varianza de una variable aleatoria. Propiedades de la varianza de una variable aleatoria.

II.3. Distribuciones discretas

El modelo Bernoulli. Pruebas repetidas. Distribución Binomial. Distribución multinomial. Distribución hipergeométrica. Distribución uniforme discreta. Distribución de Poisson. Relación entre modelos discretos. Esperanza y varianza de estas distribuciones.

II.4. Distribuciones continuas

Distribuciones continuas de probabilidad. Introducción. La distribución uniforme continua. Distribución normal. Propiedades de la distribución normal. Tabulación de la distribución normal. La distribución exponencial y la distribución gamma. Ajuste de distribuciones de probabilidad muestrales mediante distribuciones teóricas.

II.5. Distribuciones especiales

Distribución "t" de Student. Distribución Chi cuadrado. Distribución "F" de Snedecor. Relación entre estas distribuciones y la distribución normal. Uso y características de estas distribuciones. Uso de tablas. Distribuciones conjuntas de probabilidad. Distribución normal bidimensional.

PARTE II

Unidad temática III: Muestreo e inferencia estadística

III.1. Muestreo y distribuciones en el muestreo

Muestreo. Razones para el muestreo. Conceptos básicos y base teórica del muestreo. Tipos de muestreo. Muestreo aleatorio simple. Muestreo estratificado. Muestreo por conglomerados. Muestreo sistemático. Muestreo doble, múltiple y secuencial. Técnicas de muestreo. Uso de tablas de números aleatorios. Distribución de las medias muestrales. Distribución de las proporciones muestrales. Distribución de la diferencia de dos medias muestrales. Distribución de la diferencia de dos proporciones muestrales. Distribución del cociente de dos varianzas muestrales.

III.2. Estimación de parámetros

Terminología. Estimación de punto y estimación de intervalo. Estimación de la media poblacional a partir de una media muestral. Estimación de una proporción poblacional a partir de una proporción muestral. Determinación del tamaño adecuado de una muestra. Estimación del intervalo de confianza para parámetros de la población.

III.3. Prueba de hipótesis

Decisiones estadísticas. Hipótesis estadísticas. Errores y riesgos de la prueba. Errores de Tipo I y de Tipo II. Nivel de significación. Procedimiento para la prueba de hipótesis. Reglas de decisión. Pruebas unilaterales y bilaterales. Efecto de las variaciones del nivel de significación y del tamaño de la muestra en el error de Tipo II. Comparación de la media muestral y la media poblacional. Diferencia entre dos medias muestrales. Diferencia entre una proporción muestral y una proporción poblacional. Diferencia entre dos proporciones. Observaciones apareadas. Pruebas de hipótesis de razón de varianzas. Prueba Chi-cuadrado para bondad de ajuste.

Unidad temática IV: Métodos estadísticos

IV.1. Análisis de la varianza

Las varianzas de muestreo y sus medias. Descomposición de la suma de cuadrados total y los grados de libertad. Análisis de la Varianza modelo I. Análisis de la Varianza modelo II. Análisis de la Varianza de Clasificación Simple. Comparación entre medias. Análisis de la Varianzas de Clasificación doble. Supuestos teóricos del Análisis de la Varianza. Prueba de comparaciones múltiples.

IV.2. Regresión y correlación

Regresión y Correlación Lineal. La recta de regresión de mínimos cuadrados. Error típico de estimación. Variación explicada y no explicada. Teorías muestrales de la correlación y de la regresión. Covarianza. Coeficiente de correlación. Correlación múltiple y parcial. Ecuaciones y planos de regresión. Coeficientes de correlación múltiples. Regresión no lineal. Uso de la regresión en el análisis de la varianza.

IV.3. Métodos diversos

Tablas de contingencia: construcción, aplicaciones, cálculo de frecuencias esperadas, test de hipótesis. Series temporales: Concepto, gráficos, estimación de tendencia, suavización, de variación estacional, cíclica e irregular. Estadística no paramétrica: prueba de signos, prueba de U, de Mann-Whitney, de Kruskal-Wallis, correlación de rangos de Spearman. Números índices: concepto, ejemplos, aplicaciones, cálculos con números índices.

BIBLIOGRAFÍA

El siguiente listado resume la bibliografía básica del curso (en su mayor parte disponible en las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Naturales y de Ciencias Agrarias y Forestales).

Bibliografía básica

- Cochran, W. G. 1981. Técnicas de muestreo. CECSA, México, 513 págs.
- Cochran, W. G. and G. M. Cox, 1957. Experimental Design., John Wiley & Sons Inc., New York.
- Fisher, R. 1949. Métodos estadísticos para investigadores. 8a. Edición, Aguilar, Madrid, 322 págs.
- Fisher, R. R. y F. Yates. 1949. Tablas estadísticas. Aguilar Ed. SA, Madrid, España, 133 pp.
- Legendre, L. y P. Legendre, 1983. Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 419 pags.
- Mendenhall W., Scheaffer R. F., Wackerly D. D. Estadística matemática con aplicaciones. Editorial Grupo Editorial Iberoamérica, 1986.
- Mendenhall W. Introducción a la probabilidad y la estadística. Editorial Grupo Editorial Iberoamérica, 1987.
- Li, Ch. Ch., 1969. Introducción a la estadística experimental. Ed. Omega, Barcelona, España, 496 págs.
- Pimentel Gomes, F. 1979. Iniciación a la estadística experimental. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 211 pp.
- Pimentel Gomes, F. 1978. Curso de estadística experimental. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 323 págs.
- Rohlf, F. J. and R. R. Sokal, 1969. Statistical Tables. Freeman & Co., Sn Fco.
- Sachs, L. 1984. Applied Statistics. A Handbook of Techniques. Springer-Verlag, Berlin, 707 pp.
- Santaló, L. A. 1970. Probabilidad e inferencia estadística. Monografía No. 11, Depto. Asuntos Científicos, OEA, Washington, 133 pgs.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf, 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. (Traducción de la 1a. Ed. 1969) H. Blume Ed., Madrid, España, 832 págs.
- , 1981. Biometry. 2da. Ed., Freeman & Co., Sn. Fco., 859 pgs.
- , 1986. Introducción a la bioestadística. Ed. Reverté, Barcelona, España, 362 pags.
- Snedecor, G. W. 1966. Métodos estadísticos. CECSA, México, 626 pp.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran, 1982. Métodos estadísticos. CECSA, México, 703 págs.

- Spiegel, M. R. 1991. Estadística. 2 da. Edición, Mc Graw Hill/Interamericana, España, 556 págs. (1a. Ed. 1970, Serie Schaum).
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie, 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill Interamericana, México, 622 pp.

Bibliografía complementaria

1. General:

- Azorin Poch, F., 1969. Curso de muestreo y aplicaciones. Ed. Aguilar, Madrid.
- Beaver, R. y W. Mendenhall, 1972. Introducción a la probabilidad y la estadística. Guía programada Centro Regional de Ayuda Técnica, AID, Ed. Herrero Hnos., México, 408 pg.
- Benza, J. C. 1964. Métodos estadísticos para la investigación. Lima Perú SA, 494 pp.
- Cantatore, de Frank, N. M. Manual de estadística aplicada. Ed. Hemisferio Sur, Bs. As., Tomo I (1980): 395 pp.; Tomo II (1983): 315 pp.
- Cappelletti, C. A. 1972. Elementos de estadística con aplicación a la agronomía. Cesarini Hnos. Ed., Bs. As., 236 pp.
- Cortada de Kohan, N. y J. M. Carro, 1968. Estadística aplicada. EUDEBA, Buenos Aires, 368 págs.
- Cramer, H. 1963. Elementos de la teoría de probabilidades. 3a. Edición, Ed. Aguilar, Madrid, España, 319 pags.
- Cutbill, J. L. (Ed.). 1971. Data Processing in Biology and Geology. Academic Press, London/New York, 346 pgs.
- Chao, L., 1985. Introducción a la estadística. Ed. CECSA, México 1985.
- Davies, O. L. 1966. Métodos estadísticos aplicados a la investigación y a la producción. Aguilar, Madrid, 423 págs.
- Dixon, W. J. y F. J. Massey, Jr. 1970. Introducción al análisis estadístico. Mc Graw Hill, México, 489 pags.
- Gnedenko, B. V. y A. I. Jinchin, 1962. Introducción al cálculo de probabilidades. EUDEBA, Bs. As., Argentina, 82 págs.
- Gmurman, V. E. 1974. Teoría de las probabilidades y estadística matemática. Editorial MIR, Moscú, 388 págs.
- Guenther, W., 1968. Introducción a la inferencia estadística, Ed. Mac Graw Hill, Madrid, España.
- Kazmier, L. 1993. Estadística aplicada. Ed. Mc Graw Hill, México 1993.
- McFarlane Mood, Alexander, 1960. Introducción a la teoría de la Estadística. Ed. Aguilar, Madrid, España.
- Meyer, P., 1973. Probabilidades y aplicaciones estadísticas. Fondo Educativo Interamericano, Washington, USA.
- Mood, A. M. y F. A. Graybill, 1970. Introducción a la Teoría de la Estadística. Ed. Aguilar, Madrid, España, 536 pgs.
- Ostle, B., 1965. Estadística Aplicada. Ed. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID), México 1965.
- Piernavieja, J. 1955. La representación estadística y sus aplicaciones agrarias. Salvat Ed., Barcelona, España, 375 pp
- Rickmers, A. D. y H. N. Todd, 1971. Introducción a la estadística. CECSA, México, 645 págs.
- Stern, R. A. and N. B. Stern, 1983. Principios de procesamiento de datos. Ed. Limusa, México, 726 págs.
- Toranzos, F. 1982. Teoría estadística y aplicaciones. Ed. Kapelutz, Buenos Aires, R. Argentina.
- Vessereau, A. 1962. La estadística. EUDEBA, Buenos Aires, Argentina, 59 págs.
- Yamane, T., 1974. Estadística. Editorial Harla, México 1974.
- Ya Lun, Ch.; 1973. Análisis estadístico. Ed. Interamericana, México 1973.
- Yule, G. V. y M. G. Kendall. 1954. Introducción a la estadística matemática. Ed. Aguilar SA, Madrid, España, 739 pp.

Zuwaylif, F., 1977. Estadística general aplicada. Fondo Educativo Interamericano, México 1977.

2. Biología

- Bailey, N. T. J. 1993. Statistical Methods in Biology (2nd. Ed.). Cambridge University Press, Gr.Br..
- Bancroft, H. 1967. Introducción a la bioestadística. 4 a. Edición, Serie Manuales, Eudeba, Buenos Aires, R. Argentina, 246 págs.
- Bonnier, G. y O Tedin, 1966. Bioestadística. Los métodos estadísticos para la valoración de experimentos biológicos. Ed. Acribia, España, 223 pp.
- Campbell, R. 1994. Statistics for Biologists (3rd. Ed.), Cambridge University Press, Gr.Br.
- Elliot, J. M. 1971. Methods for the Statistical Analysis of Benthic Invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication N° 25.
- Freese, F. 1970. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. Centro Regional de Ayuda Técnica, Manual de Agricultura No. 317, México, 102 pgs.
- Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. Wiley & Chapman & Hall, New York.
- Lison, L. 1976. Estadística aplicada a la biología experimental. Planificación de experiencias y análisis de resultados. EUDEBA, Buenos Aires, 357 pp.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. A primer on methods and computing J. Wiley & Sons, New York, 337 pags.
- Mather, K. 1943. Statistical analysis in Biology. Methuen, London, England, 247 pgs.
- Parker, R. E., 1993. Introductory Statistics for Biology (2nd. Ed.), Cambridge University Press, Gr.Br. 1993.
- Pielou, E. C., 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley Interscience, New York.
- Remington, R. y A. Schork, 1974. Estadística biométrica y sanitaria. Prentice, Madrid.
- Renshaw, E., 1993. Modelling Biological Populations in Space and Time, Cambridge University Press, Great Britain.
- Reyment, R. y K. G. Joreskog, 1993. Applied Factor Analysis in the Natural Sciences. Cambridge University Press, UK.
- Schreider, E. 1962. La Biometría. EUDEBA, Buenos Aires, R. Argentina, 62 pp.
- Snedecor, G. W. 1966. Métodos estadísticos. Aplicados a la investigación agrícola y biológica. CECSA, México, 626 pgs.
- Trucco, S. E. 1950. Análisis estadístico aplicado a los trabajos de investigación en agricultura y biología. El Ateneo, Buenos Aires, 287 pp.
- Williams, C. B. 1964. Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative ecology. Academic Press, London, England, 324 pp.
- Zar J.H. 1994. Biostatistical Analysis. Third edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 662 pp.

3. Temática

3.1. Probabilidades

- Cramer, H., 1960. Elementos de la teoría de probabilidades, Ed. Aguilar, Madrid.
- Gmurman, V. E., 1974. Teoría de las probabilidades y estadística matemática. Ed. MIR, Moscú, URSS.

Hadley, G., 1979. Probabilidad y estadística. Teoría de la decisión. Fondo de Cultura Económica, Madrid.

3.2. Inferencia estadística

Fraser, D. A., 1976. Fundamentos y técnicas de la inferencia estadística. Ed. Limusa, México.

Huntsberger, D. y P. Billingsley, 1983. Elementos de estadística inferencial. Ed. CECSA, México.

3.3. Diseño de experimentos

Capelletti, C. 1983. Elementos de estadística. Ed. Cesarini Hnos., Buenos Aires.

Cantatore de Frank, N., 1980. Manual de estadística aplicada. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

Pimentel Gomes, F. 1978. Curso de estadística experimental. Hemisferio Sur, Buenos Aires.

Li, Ch. Ch., 1969. Introducción a la estadística experimental. Ediciones Omega, Barcelona 1969.

Montgomery, D. C., Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica 1991.

Box G. E. P., Hunter W. G. y Hunter S. 1999. Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos. Editorial Reverté, S. A.

3.4. Teoría de la decisión

Borch, H.K., 1977. La economía de la incertidumbre. Ed. Tecnos, Madrid.

Chernoff, H y L. Moses, 1962. Teoría y cálculo elemental de las decisiones. Ed. CECSA, México.

Hadley, G., 1979. Probabilidad y estadística. Una introducción a la teoría de la decisión. Fondo Cultura Económica, Madrid.

Lopez Cachero, M. 1983. Teoría de la decisión. Ed. ICE, Madrid.

Morgan, J. J. 1979. Introducción a la teoría de las decisiones. Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, México.

Raiffa, H. 1978. Análisis de la decisión empresarial. Fondo Educativo Interamericano, Bilbao.

Ríos, S., 1976. Análisis de decisiones. Ed. ICE, Madrid.

3.5. Ejercicios y problemas resueltos

Brufman, J. 1980. Problemas y ejercicios de estadística. Ed. Macchi, Buenos Aires.

Calvo Gomez, F. y J. Sarramona López, 1983. Ejercicios de estadística aplicados a las ciencias sociales. Ediciones CEAC, Barcelona, España.

Gmurman, V. E. 1975. Problemas de la teoría de las probabilidades y estadística matemática. Ed. MIR, Moscú.

Labrousse, C. 1968. Estadística ejercicios resueltos. Ed. Paraninfo, Madrid.

Lipschutz, S. 1971. Probabilidad 500 problemas resueltos. Mc Graw Hill, México.

Longley Cook, L. H., 1981. Problemas de estadística y cómo resolverlos. Ed. CECSA, México.

Maisel, L. 1971. Probabilidad y estadística. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá.

Spiegel, M. 1979. Probabilidad y estadística. 760 problemas resueltos. Mc Graw Hill, México.

Spiegel, M. 1992. Estadística 875 problemas resueltos. Mc Graw Hill, Madrid.

Yamane, T., 1976. Problemas de estadística aplicada. Ed. Harla, México.

4. Programas de computación de utilidad en estadística

Planillas de cálculo: 123 Lotus, Quattro, QPro, EXCEL.

Graficadores: HG (Harvard Graphic), 3D, SIGMAPLOT.

Específicos:

BIOM-pc. Statistical Programs for Biologists. Version 2. Applied
Biostatistics Inc.

BMDP, Biomedical Statistical Software.

MSUSTAT, Montana State University, v.3.00.

NTSYS-pc. Numerical Taxonomy System. Version 1.7. Applied
Biostatistics Inc.

SAS, Statistical Analysis System, SAS Institute, Inc.,

SPSS, Statistical Package for the Social Sciences.

SYSTAT, The System for Statistics, SYSTAT, Inc.

STATGRAF, Statistical Graphics System.

STATISTICA, Stat soft, Inc. 1993. Rel.4.3