



**Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Comisión de Carrera de Ciencias Biológicas**

<http://cccbfcen.wixsite.com/cccb>

Int. Güiraldes 2620

Ciudad Universitaria - Pab. II, 4º Piso

CPA: C1428EHA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
 ARGENTINA.

☎: +54 11 4576-3349 / 5285-8665

I

**Asignatura: BIOMETRIA**

<b>Carrera: Licenciatura en Ciencias Biológicas</b>	<b>Código de la carrera: 05</b>
	<b>Código de la asignatura: BIOL840002</b>
<b>CARÁCTER:</b>	Tache lo que no corresponde
Curso obligatorio de licenciatura (plan 2019)	<b>NO/SI</b>
Curso electivo/optativo de licenciatura (plan 2019)	Obligatoria

<b>Duración de la asignatura (en semanas)</b>	<b>16</b>
<b>Cuatrimstre(s) en que dicta (indicar cuatrimestre o verano):</b>	<b>1 y 2</b>
<b>Frecuencia en que se dicta (cuatrimestral, anual, bianual, etc.)</b>	<b>Cuatrimstral</b>

ACTIVIDAD	Horas semanales	Número de semanas	Horas totales
Teóricas	5	16	80
Problemas	7	16	112
Laboratorios			
Seminarios			
Teórico- prácticos o Teórico-problemas			
Si corresponde, especifique las horas de otras actividades (salidas de campo, etc.)			
Carga horaria semanal máxima	12		
Carga horaria semanal mínima	12		
Carga horaria total:	192		

Asignaturas correlativas:	Análisis Matemático (Plan 1984), Matemática I (Plan 2019), Int. a la Biología Celular y Molecular, Int. a la Zoología ó Int. a la Botánica
Forma de Evaluación:	Parciales Teóricos y Prácticos. Promoción/Final.

## OBJETIVOS II

El objetivo central de la materia es que el estudiante conozca, comprenda y adquiera las herramientas de diseño y análisis estadísticos de datos biológicos.

Los trabajos prácticos tienen como objetivo que el estudiante pueda complementar su formación en el manejo de las metodologías propias de la disciplina tanto descriptivas como inferenciales.

## CONTENIDOS MÍNIMOS (ya aprobados Anexo IV Plan 2019 )

Definiciones: Unidad experimental, Muestra, Población. Planteo de objetivos, hipótesis biológicas, hipótesis estadísticas. Variables aleatorias: sus distintos tipos, Errores Muestrales y no Muestrales. Estadística Descriptiva: Medidas de tendencia central, dispersión, posición y forma. Teoría de Probabilidades, distribución en probabilidades, función de densidad y de distribución. Distribución de variables aleatorias discretas y continuas . Distribución muestral de un estadístico. Error estándar. Teorema Central del Límite. Estimador puntual y Estimación por intervalos de confianza. Inferencia Estadística. Prueba de hipótesis y sus elementos. Error de tipo I y II. Prueba de hipótesis para una muestra. Cálculo del p valor. Pruebas de hipótesis para dos muestras independientes y dos muestras pareadas. Análisis de frecuencias: Prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste, de independencia y de homogeneidad. Análisis de la Varianza: Anova de uno y dos factores fijos. Comparaciones planeadas y no planeadas. Métodos de comparaciones. Diseño completamente aleatorizado (DCA). Diseño en bloques al azar (DBA). Regresión y Correlación. Modelo de regresión lineal simple. Evaluación de la regresión. Coeficiente de determinación  $R^2$ . Intervalos de predicción y confianza. Modelo de correlación lineal. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Prueba de significación de la correlación.

## PROGRAMA ANALÍTICO

1.- Introducción. La Estadística. Desarrollo de la Biometría. Ejemplos de conceptos y técnicas estadísticos. Su utilización. Software estadístico.

2.- Manejo de datos. Muestra y población. Muestreo con y sin reemplazo. Idea de algunas técnicas de muestreo. Relación entre tamaño de muestra y de población. Unidad

experimental. Población estadística, población y alcance de la experiencia. Alcance de las observaciones Error muestral. Variables aleatorias: sus distintos tipos. Escalas. Frecuencias absoluta y relativa. Presentación, resumen y caracterización de la información. Distribución de frecuencias: agrupadas y sin agrupar. Gráficos: diagrama de barras, histograma común y de áreas. Frecuencia acumulada. Polígonos de frecuencias y de frecuencias acumuladas. Gráfico de perfiles.

3.- Estadística Descriptiva. Medidas de posición: media, moda, mediana, cuartiles. Propiedades y relaciones. Medidas de dispersión: amplitud muestral, desviación intercuartil, varianza, desviación estándar. Propiedades. La varianza como un cuadrado medio. Coeficiente de variación muestral. Datos aberrantes.

4.- Teoría de Probabilidades. Experimento aleatorio: sus resultados posibles. Espacio muestral. Sucesos. Frecuencia relativa: su estabilidad (Ley de los Grandes Números). Equiprobabilidad. Axiomas de probabilidad. Espacio de probabilidad. Probabilidad condicional. Sucesos independientes. Prueba de diagnóstico. Concepto de variable aleatoria unidimensional y bidimensional. Distribución en probabilidades. Función de densidad y de distribución. Esperanza y varianza de una variable aleatoria. Covarianza.

5.- Distribuciones Básicas. Distribución binomial, hipergeométrica, de Poisson, binomial negativa. Determinación de la naturaleza aleatoria de una disposición espacial en el caso binomial y en el de Poisson. Distribución al azar, en contagio, en repulsión. Distribución normal. Aproximación normal a las distribuciones binomial y de Poisson. Métodos para estudiar las desviaciones con respecto a la normalidad. Coeficiente de asimetría y de aplanamiento. Distribución log-normal. Distribución uniforme. Distribución exponencial.

6.- Distribuciones Muestrales. Distribución muestral de un estadístico. Error estándar. Distribución muestral de medias, de proporciones, de varianzas, de diferencia de medias y de diferencia de proporciones. Distribución de la suma de variables aleatorias independientes: Teorema Central del Límite (enunciado).

7.- Estimación Estadística. Estimadores. Estimador puntual. Estimador insesgado y de mínima varianza. Sesgo de un estimador. Error cuadrático medio. Estimación por intervalos de confianza. Nivel de confianza. Distribución "t" de Student. Distribución  $\chi^2$  (Chi-cuadrado) de Pearson. Distribución  $F$  de Fisher. Propiedades. Intervalo de confianza para medias, proporciones, varianzas, diferencia de medias, diferencia de proporciones y cociente de varianzas. Suposiciones para la validez de las estimaciones en cada caso. Estimación del tamaño muestral. Uso de los intervalos de confianza para inferir cuestiones acerca de la población.

8.- Inferencia Estadística. Planteo de objetivos, hipótesis biológicas e hipótesis estadísticas. Prueba de hipótesis: sus elementos. Error de tipo I y II. Nivel de significación. Potencia. Prueba de hipótesis para una muestra. Estimación del tamaño de la muestra para una potencia dada. Cálculo del valor p de significación. Pruebas de hipótesis para dos muestras independientes y dos muestras pareadas.

9.- Modelos lineales generales: Análisis de la Varianza, introducción, ejemplos de los distintos diseños. Anova de un factor fijo. Suposiciones. Descomposición de la suma de cuadrados total y de los grados de libertad. Comparaciones planeadas y no planeadas. Métodos de comparaciones de Bonferroni, Scheffé, Tukey, Dunnett. Comparaciones ortogonales. Caso particular de dos muestras independientes. Validez de las suposiciones del Anova. Transformación de datos. Anova de dos factores fijos. Modelo lineal. Suposiciones. Interacción. Pruebas de efectos principales y de efectos simples. Diseño completamente aleatorizado (DCA). Diseño en bloques al azar (DBA). Caso particular de dos muestras pareadas. Prueba de Tukey de no aditividad. Idea de modelos aleatorios. Componentes de la varianza. Estimación por mínimos cuadrados y máxima verosimilitud, introducción al modelado de varianzas.

10.- Modelos lineales generales: Regresión. Ajuste de una curva a los datos. Diagrama de dispersión. Modelo de regresión lineal simple. Suposiciones. Ejemplo de regresiones no lineales que pueden linealizarse: curva logística, curvas de crecimiento. Alometría, isometría. Recta de mínimos cuadrados. Estimadores de mínimos cuadrados de los parámetros de la recta de regresión. Varianza de los estimadores. Evaluación de la regresión. Coeficiente de determinación  $R^2$ . Comparación de las rectas de regresión: prueba de igualdad de pendientes. Predicción. Intervalo de predicción. Intervalo de confianza para  $E(Y)$ . Banda de confianza para la recta de regresión poblacional. Caso de más de un valor de la variable dependiente para cada valor de la independiente. Prueba de falta de ajuste. Estimación por mínimos cuadrados y máxima verosimilitud.


Correlación: Modelo de correlación lineal. Coeficiente de correlación lineal ( $\rho$ ) de Pearson. Prueba de significación de la correlación. Intervalo de confianza para el coeficiente de correlación ( $\rho$ ). Prueba de homogeneidad de los coeficientes de correlación.

11.-Análisis de Frecuencias. Prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste. Tablas de contingencia. Prueba Chi-cuadrado de independencia. Estadísticos  $X^2$  y G. Caso de marginales: ambas fijas, ambas aleatorias, una fija y una aleatoria. Correcciones de Yates y de Williams. Medidas de asociación. Prueba de homogeneidad. Riesgo relativo. Prueba exacta de Fisher. Pruebas de bondad de ajuste: Kolmogorov-Smirnov para el caso de hipótesis intrínsecas y de Lilliefors para el caso de hipótesis extrínsecas

## BIBLIOGRAFIA III

- AGRESTI, A. 2013. Categorical Data Analysis. 3RA ED. John Wiley & Sons
- BATISTA, W. 2018. Introducción a la Inferencia Estadística. Teoría, cálculo e interpretación. EFA Facultad de Agronomía – Buenos Aires.
- COCHRAN, W. 1979. Técnicas de Muestreo. Editorial Continental S.A.
- DANIEL, W. W. 2002. Bioestadística. 4TA ed. Ed. Limusa - Wiley, México.
- DANIEL, W. W. AND CROSS, C. L. 2012. Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences, 10th Edition: A Foundation for Analysis in the Health Sciences. Wiley
- PAGANO, M. Y GAUVREAU, J. 2001. Fundamentos de Bioestadística. 2da ed. Thompson – Learning, México.
- MEYER, P. 1992. Probabilidades y Aplicaciones Estadísticas. Fondo Educativo Interamericano.

- MILTON, J. S. 1994. Estadística para Biología y Ciencias de la salud. Interamericana - McGraw - Hill, Madrid.
- MOTULSKY, H. 1995. Intuitive Bioestistics. Oxford University Press, New York.
- QUINN, G. P. AND KEOUGH, M. J. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press
- SNEDECOR, G. y W. COCHRAN. 1978. Métodos Estadísticos. Editorial Continental, México.
- SOKAL, R. y F. J. ROHLF. 1995. Biometry. Third Edition. W. H. Freedman and Company, New York.
- STEEL, R. G. y J. H. TORRIE. 1986. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Mc Graw-Hill, Bogotá.
- STEEL, R. G. , J. H. TORRIE and D. A. DICKEY. 1997. Principles and Procedures of Statistical Biometrical Approach. Third edition. Mc Grw-Hill, Inc, New York.
- ZAR, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Third Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., New Jersey. USA.

Profesores/as a cargo:	1er cuat. Gerardo Cueto – 2do cuat. Alejandro Cittadino	
Firmas Aclaraciones	y 	Fecha:06/06/2018

## ANEXO I

### CONTENIDOS DESGLOSADOS **IV**

#### a) Clases de Problemas

Los contenidos de la materia están distribuidos en guías de trabajos prácticos. Mediante el desarrollo de estas guías, se espera que los alumnos apliquen los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y completen su formación en el manejo de las herramientas estadísticas propuestas en el programa de la asignatura.

Para completar dichas guías, se espera los alumnos realizan ejercicios basados en el análisis de datos con contexto biológico. Las clases se desarrollan en aulas con computadoras, donde los alumnos realizan los ejercicios utilizando programas estadísticos (INFOSTAT) e interpretan las salidas generadas por dicho programa. Los resultados obtenidos se discuten desde un punto de vista estadístico y bajo el contexto biológico planteado en el problema

A continuación, se describen los temas tratados en cada guía:

	<b>Introducción. Manejo de Datos y Estadística descriptiva</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de las Unidades 1 2 y 3 del programa
	<b>Probabilidades</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de la Unidad 4 del programa
	<b>Distribuciones de probabilidades; variables discretas</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a la primera parte de los temas de las Unidad 5
	<b>Distribuciones de probabilidades: variables continuas</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a la segunda parte de los temas de las Unidad 5
	<b>Distribución Muestral, Estimación de parámetros</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de las Unidad 6 del programa
	<b>Prueba de Hipótesis e Intervalo de Confianza (una Poblaciones)</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de las Unidad 7 parte de la unidad 8
	<b>Prueba de Hipótesis e Intervalo de Confianza (dos Poblaciones)</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de las Unidad 7 parte de la unidad 8
	<b>Modelos lineales 1: Análisis de la Varianza (ANOVA)</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de las Unidad 9 del programa
	<b>Modelos lineales 2: Regresión Lineal Simple – Correlación</b>
<i>Trabajo Práctico</i>	Corresponde a los temas de las Unidad 10 del programa
<i>Trabajo Práctico</i>	<b>Análisis de Frecuencias</b>
	Corresponde a los temas de las Unidad 11 del programa

#### b) Prácticos de Laboratorio

No contemplados en la presente propuesta

#### c) Seminarios

No contemplados en la presente propuesta

#### d) Teórico-Práctico o Teórico-Problemas

No contemplados en la presente propuesta

e) Salidas de campo/viajes<sup>V</sup>.

No contemplados en la presente propuesta

**ANEXO II** Adjuntar un ejemplo del cronograma de la Materia, o de los cronogramas en caso de que tenga distintas formas (cuatrimestrales, verano, etc.) <sup>VI</sup>

**Cronograma Primer Cuatrimestre (ejemplo 2018)**

Semana	Fecha	Teórica	Trabajos prácticos
1	lunes, 19 de marzo de 2018	Introducción. Manejo de Datos y Estadística Descriptiva	
2	lunes, 26 de marzo de 2018	Probabilidades	Manejo de Datos y Est. Descriptiva
3	lunes, 2 de abril de 2018	Distribuciones Discretas	Probabilidades
4	lunes, 9 de abril de 2018	Distribución Continuas Distribución Muestral	Distribuciones Discretas
5	lunes, 16 de abril de 2018	Estimación e Intervalo de Confianza y Prueba de Hipótesis	Distribuciones Continuas y Distribución Muestral
6	lunes, 23 de abril de 2018	Prueba de Hipótesis continuación	Estimación e Intervalo de Confianza
7	lunes, 30 de abril de 2018	Prueba de Hipótesis (dos muestras)	Prueba de Hipótesis
8	lunes, 7 de mayo de 2018	Repaso y Primer Parcial	Repaso y Primer Parcial
9	lunes, 14 de mayo de 2018	Análisis de Frecuencias	Prueba de Hipótesis (dos muestras)
10	lunes, 21 de mayo de 2018	ANOVA	Análisis de Frecuencias
11	lunes, 28 de mayo de 2018	Regresión y Correlación	ANOVA
12	lunes, 4 de junio de 2018	Máxima verosimilitud	Regresión y Correlación
13	lunes, 11 de junio de 2018	Repaso y Segundo Parcial	Repaso y Segundo Parcial
14	lunes, 18 de junio de 2018	Modelos Lineales, Anova con modelado de Varianza	GLM Modelado de Varianza
15	lunes, 25 de junio de 2018	ANOVA 2 factores y DBA	ANOVA 2 factores y DBA
16	lunes, 2 de julio de 2018	Repaso integrador Tercer parcial	Repaso y Tercer Parcial
17	lunes, 9 de julio de 2018	Recuperatorio de parciales	

## Cronograma Segundo Cuatrimestre (ejemplo 2017)

Semana	Fecha	Día	Teóricas	Prácticos
1	14-ago	Lunes	1. Introducción. Manejo de Datos y Est. Descriptiva	No hay prácticos
	15-ago	Martes		No hay prácticos
	16-ago	Miércoles	2. Introducción. Manejo de Datos y Est. Descriptiva	No hay prácticos
	17-ago	Jueves		No hay prácticos
2	21-ago	Lunes	Feriado	
	22-ago	Martes		No hay prácticos
	23-ago	Miércoles	3. Manejo de datos y Est. Descriptiva	No hay prácticos
	24-ago	Jueves		No hay prácticos
3	28-ago	Lunes	4. Probabilidades	Introducción. Manejo de Datos y Est. Descriptiva
	29-ago	Martes		Introducción. Manejo de Datos y Est. Descriptiva
	30-ago	Miércoles	5. Probabilidades	Manejo de Datos y Est. Descriptiva
	31-ago	Jueves		Manejo de Datos y Est. Descriptiva
4	04-sep	Lunes	6. Distribuciones Discretas	Probabilidades
	05-sep	Martes		Probabilidades
	06-sep	Miércoles	7. Distribuciones Discretas	Probabilidades
	07-sep	Jueves		Probabilidades
5	11-sep	Lunes	8. Distribuciones Continuas	Distribuciones Discretas
	12-sep	Martes		Distribuciones Discretas
	13-sep	Miércoles	9. Distribución Muestral, Estimación	Distribuciones Discretas
	14-sep	Jueves		Distribuciones Discretas
6	18-sep	Lunes	10. Intervalo de Confianza	Distribuciones Continuas
	19-sep	Martes		Distribuciones Continuas
	20-sep	Miércoles	11. Intervalo de Confianza	Distribución Muestral, Estimación
	21-sep	Jueves	Día del estudiante	
7	25-sep	Lunes	12. Prueba de Hipótesis	Intervalo de Confianza
	26-sep	Martes		Distribución Muestral, Estimación / Intervalo de Confianza
	27-sep	Miércoles	13. Prueba de Hipótesis	Intervalos de Confianza
	28-sep	Jueves		Intervalo de Confianza
8	02-oct	Lunes	14. Modelos Lineales: Anova de un Factor (por OLS) - Supuestos	Prueba de Hipótesis
	03-oct	Martes		Intervalo de Confianza / Prueba de Hipótesis
	04-oct	Miércoles	15. Modelos Lineales: Anova de un Factor (por OLS) - Comparaciones	Prueba de Hipótesis
	05-oct	Jueves		Prueba de Hipótesis
9	09-oct	Lunes	SEMINARIO CLASE 14 Y 15 - REPASO	Prueba de Hipótesis - SEMINARIO
	10-oct	Martes		Prueba de Hipótesis - SEMINARIO
	11-oct	Miércoles	REPASO	REPASO
	12-oct	Jueves		REPASO
10	16-oct	Lunes	Feriado	
	17-oct	Martes	PRIMER PARCIAL	
	18-oct	Miércoles	16. Modelos Lineales: Regresión 1 Y/X (por OLS)- Correlación - Sup.	ANOVA de un factor por OLS
	19-oct	Jueves		ANOVA de un factor por OLS
11	23-oct	Lunes	17. Modelos Lineales: Estimación por Máxima Verosimilitud - MLG	ANOVA de un factor por OLS
	24-oct	Martes		ANOVA de un factor por OLS
	25-oct	Miércoles	18. Modelos Lineales: Anova de un Factor y Regresión 1 Y/X con MV	Regresión por OLS - correlación
	26-oct	Jueves		Regresión por OLS - correlación
12	30-oct	Lunes	19. Modelos Lineales: Anova de un Factor y Regresión 1 Y/X con MV	Anova de un Factor y Regresión de 1 Y/X con MV
	31-oct	Martes		Anova de un Factor y Regresión de 1 Y/X con MV
	01-nov	Miércoles	20. Modelos lineales: Diseño experimental - Anova 2 Factores - DBA	Anova de un Factor y Regresión de 1 Y/X con MV
	02-nov	Jueves		Anova de un Factor y Regresión de 1 Y/X con MV
13	06-nov	Lunes	21. Modelos lineales: Anova 2 Factores - DBA	Anova de un Factor y Regresión de 1 Y/X con MV
	07-nov	Martes		Anova de un Factor y Regresión de 1 Y/X con MV
	08-nov	Miércoles	22. Modelos lineales: Regresión de más de 1 y para cada X	Anova 2 Factores - DBA - Regresión de más de 1 y para cada X
	09-nov	Jueves		Anova 2 Factores - DBA - Regresión de más de 1 y para cada X
14	13-nov	Lunes	23. Análisis de Frecuencia	Anova 2 Factores - DBA - Regresión de más de 1 y para cada X con MV
	14-nov	Martes		Anova 2 Factores - DBA - Regresión de más de 1 y para cada X
	15-nov	Miércoles	24. Análisis de Frecuencias	Análisis de Frecuencias
	16-nov	Jueves		Análisis de Frecuencias
15	20-nov	Lunes	Feriado	
	21-nov	Martes		Análisis de Frecuencia
	22-nov	Miércoles	25. Diseño Experimental	Análisis de Frecuencia
	23-nov	Jueves		SEMINARIO / REPASO
16	27-nov	Lunes	SEMINARIO - REPASO	SEMINARIO / REPASO
	28-nov	Martes		REPASO
	29-nov	Miércoles	REPASO	REPASO
	30-nov	Jueves	Segundo Parcial	
	04-dic			
	05-dic			
	06-dic		Primer Recuperatorio	
	07-dic		Segundo Parcial	



---

Notas:

---

<sup>I</sup> El contenido de este documento se ratificará o rectificará bianualmente

<sup>II</sup> Objetivos: redactados en función de los aprendizajes buscados (no en función de lo que los docentes hacen para alcanzar esa meta). Por ejemplo, la redacción de cada objetivo debería comenzar con alguna frase como “Que los/as estudiantes sean capaces de... conozcan... comprendan..., etc.”.

Por favor evitar frases *imprecisas* (ej.; “Se hará énfasis en las distintas estrategias y en las distintas metodologías de estudio”) o *incorrectas* (ej.; “El docente fomentará...”)

Si un el objetivo es que el/la estudiante priorice el espíritu crítico sobre dogmas, entonces, debería estar redactado de ese modo, en términos de lo que debe lograr el/la estudiante. Si se incluyen estos objetivos cognitivos de largo plazo como el anterior deben ser coherentes con las actividades y evaluaciones que permitan alcanzar los mismos. Para la elaboración y/o redacción de los objetivos puede consultar al CEFIEC a través de los emails: [emeinardi@gmail.com](mailto:emeinardi@gmail.com) o [leomgalli@gmail.com](mailto:leomgalli@gmail.com)

<sup>III</sup> Bibliografía obligatoria. De manera optativa bibliografía sugerida para ampliar temas.

<sup>IV</sup> De acuerdo a lo indicado en los ítems de “Actividad”: Títulos y muy breve descripción del tema a desarrollar, de 160 caracteres como máximo.

<sup>V</sup> Máximo: 320 caracteres.

<sup>VI</sup> Los cronogramas pueden ser enviado en cualquier formato.