

FUNDACIÓN CHARLES DARWIN PARA LAS
ISLAS GALÁPAGOS

INTRODUCCIÓN A LA
BIOESTADÍSTICA DE CAMPO

2ND EDICIÓN

POR

Steven R. Paton Isabel C. Castro y Pádraig Whelan

Estación Científica Charles Darwin

(c) 2014

Galápagos - Ecuador

Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos

Doctor Craig MacFarland, Presidente

Ingeniero Alfredo Carrasco, Secretario General

Doctora Chantal Blanton, Directora de la Estación Científica Charles Darwin

Paton, S.R.

Introducción a la Bioestadística de Campo/S.R. Paton, I.C. Castro
y P. Whelan. — Quito: Fundación Charles Darwin para las Islas
Galápagos, 1994

1. Zoología (Galápagos) - Estadística.
2. Botánica (Galápagos) - Estadística
3. Estadística vital.
4. Estadística matemáticas.

I. Castro, I.C. — II. Whelan, P. — III. Título

CD 591.5

Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos, Quito, 1994

Revisión 1997

Derechos reservados conforme a la ley.

Primera edición en idioma castellano.

ISBN: 9978-53-001-0

Contribución No. 503

Permitida la reproducción si se cita la fuente.

Introducción a la Bioestadística de Campo

Edición a cargo del Ing. Alfredo Carrasco V.

Coordinadora: Lcda. Lola Sánchez

Levantamiento de Texto: Aracelly Fajardo

Diseño de la Portada: Steven Paton

Impresión:

Impreso en Ecuador

El Aprendizaje de la Bioestadística de Campo

Por lo general los libros en estadística presentan el tema de una forma muy seria y matemática, lo que los hace poco llamativos para la mayoría de los estudiantes. Si a esto añadimos, que buena parte de ellos presentan ejemplos ajenos a la ecología, tenemos parte de las razones que nos motivaron a escribir este manual. El resto de ellas está en la necesidad de tener a mano un documento adecuado a las necesidades del curso de estadística que comenzamos a dictar en la Estación Científica Charles Darwin (ECCD) como parte regular del entrenamiento para estudiantes. Este libro empezó como una serie de resúmenes para el curso. Poco a poco ampliamos el contenido de éstos hasta que se convirtieron en este libro.

Nuestra intención no es sólo enseñar la forma de realizar algunas pruebas estadísticas; sino también queremos destacar algunas filosofías y ciertos conceptos básicos sobre planificación, ejecución y análisis de experimentos en ecología. En muchos casos hemos utilizado ejemplos reales para presentar los problemas y las maneras de solucionarlos.

No esperamos que nuestros lectores se conviertan en expertos después de leer este libro, pero sí que dominen los conceptos y que su idea sobre estadística y diseño experimental deje de ser la de algo serio y preciso para convertirse en otra parte divertida de su siempre renovador trabajo como Ecólogos.

Hemos concebido este libro como un manual adjunto a un curso, o como una guía para la auto enseñanza. Creemos que será de utilidad para quienes lo adquieran y usen.

S.R.P.
I.C.C.
P.W.

Comentarios sobre la 2nd edición (2014).

Desde que escribimos la primera edición muchas personas me han dado sugerencias para mejorar este libro. Además, se ha corregido varios errores encontrados la primera edición. Espero seguir agregando nuevas secciones en el futuro. Quiero agradecer al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales por su apoyo a este libro.

S.R.P.

Dedicatoria

A Marco, Hernán, Wilmer, Paulina, Lenín y Eugenio, sin cuyos ejemplos este libro no hubiera sido posible.

Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes que estuvieron en la Estación Científica Charles Darwin en 1988 por ser la inspiración que motivó este libro; a los de 1989 y 1990 por mantener en nosotros el deseo de terminarlo y a ambos grupos porque nos ayudaron a mejorarlo con sus valiosos comentarios. Al Dr. Günther Reck por alentarnos y apoyarnos. A Bruno Andrade, María Josefa Villar y Patricia Chávez-Riva por leerlo pacientemente y arreglar nuestro lenguaje. A R.B. Daugherty de Valmont Industries, Inc., Omaha, Nebraska, quien donó las computadoras y otros equipos que usamos para preparar la obra. A la Estación Científica Charles Darwin de la cual formamos parte, por hacer posible este libro.

Esquema

CAPITULO CONTENIDO

I	Introducción a la Estadística	
	- Introducción	
	- ¿Qué es Estadística?	1
	- Clases de Estadística	1
	- Estadística Descriptiva	2
	- Estadística Inferencial	2
	- ¿Qué son Datos?	2
	- Escalas de datos	3
	- radial, de intervalos, ordinal y nominal	3
	- Estadísticas Descriptivas Numéricas	5
	- Poblaciones y Parámetros	5
	- El símbolo Σ	5
	- Medidas de Tendencia Central	6
	- Otras Medidas de Tendencia Central	9
	Medidas de Dispersión y Variabilidad	9
II	Introducción a los Gráficos (1)	
	- Introducción	
	- ¿Qué son Gráficos?	12
	- ¿Por qué se usan Gráficos?	12
	- Técnicas Para Graficar Una o Dos Variables	
	- Variables discretas basadas en escalas nominales u ordinales	13
	- Variables continuas basadas en escalas de intervalos o radiales	15
	- Cualquier variable continua dividida en sub-grupos	19
	- Datos pertenecientes a escalas radiales o de intervalos	22
III	Introducción a los Gráficos (2)	
	- Introducción	27
	- Técnicas para Graficar Variables Múltiples	27
	- Tres variables discretas	27
	- Una variable continua subdividida en una o más clases	30
	- Una variable independiente y/o una o más variables dependientes	31
	- Tres variables continuas al mismo tiempo	34
	- Variables con componentes espaciales	38
IV	Introducción a la Probabilidad y las Distribuciones de Probabilidad	
	- Introducción	40
	- Probabilidad	40
	- Triángulo de Pascal	43
	- Distribución Binomial	45
	- Distribución de Poisson	48
	- Distribución Normal	50
	- Proporciones de la Distribución Normal	52

V	Introducción a la Estadística Inferencial (1)	
	- Poblaciones, Muestreos, e Inferencia	56
	- ¿Qué son Muestras al Azar?	57
	- ¿Qué es Pseudo-replicación?	58
	- Inferencia Estadística	59
	- Distribuciones de Muestreo	60
	- Hipótesis de Una Muestra sobre la Media	62
	- Hipótesis de Dos Muestras sobre la Media	67
VI	Introducción a la Estadística Inferencial (2)	
	- Introducción	71
	- Intervalos de Confianza	71
	- Suposiciones y Pruebas Inferenciales	73
	- Pruebas Paramétricas versus Pruebas No Paramétricas	75
	- Prueba Mann-Whitney U	76
VII	Regresión Lineal Simple (1)	
	- Introducción	79
	- Modelaje Matemático	80
	- Regresión Lineal Simple	80
	- Estimación de la Pendiente e Intercepción	81
	- Utilizando las Ecuaciones de Regresión para Predecir valores de Y	84
	- Cuidados con la Interpretación de Modelos Matemáticos	85
	- Evaluación de la significancia de una Regresión	86
VIII	Regresión Lineal Simple (2) y Correlación	
	- Introducción	90
	- Transformaciones en Regresión	90
	- Introducción a la Correlación Simple	94
	- Evaluación de la Significancia de una Correlación	96
IX	Introducción al Análisis de Datos de Frecuencia	
	- Introducción	97
	- Pruebas de ‘Goodness of Fit’	97
	- La prueba del Chi-cuadrado	98
	- La corrección de Yates para la Continuidad	100
	- Sesgo en el Cálculo del Chi-cuadrado	101
	- Prueba G de ‘Log-Likelihood Ratio’	101
	- Pruebas con Tablas de Contingencia	102
	- Sesgo en Análisis de Contingencia	105
X	Introducción a los Métodos de Muestreo	
	- Introducción	106
	- Abundancia	106
	- Cálculo Subjetivo de la Abundancia	107
	- Ordenamiento, Escala de Dominancia,	107
	- Escala de Braun-Blanquet y Domin	108
	- Problemas con el Cálculo de Abundancias Relativas	108
	- Cálculo Cuantitativo de la Abundancia	108
	- Densidad	109
	- Cobertura	109
	- Frecuencia	112
	- Efecto del tamaño del cuadrante	112
	- Efecto del tamaño de la planta	113

	- Efecto de la distribución espacial de individuos	113
	- Valor de importancia	114
XI	Introducción a los Métodos de Campo y su Análisis	
	- Técnicas Analíticas y de Muestreo	115
	- Muestreo al Azar	115
	- Números al Azar	116
	- Número Mínimo de Muestras	117
	- Muestreo no Aleatorio	119
	- Pruebas de Asociaciones	120
	- Diagramas de Dispersión	121
	- La Prueba de Chi-cuadrado para Asociaciones	121
	- Para Tomar en Cuenta	125
Tablas	- Tabla A: Proporciones de la Curva Normal (una cola)	126
	- Tabla B: Valores Críticos de Chi-cuadrado (χ^2)	127
	- Tabla C: Valores Críticos del coeficiente de Correlación (r)	131
	- Tabla D: Valores Críticos para la Prueba t	134
	Bibliografía	137
	Índice Temático	138